

# MEMORIA Y APRENDIZAJE

Daniel Herrera

Laboratorio de Neurociencias, Facultad de Ciencias

# ¿Qué son la memoria y el aprendizaje?

- Memoria y aprendizaje son interdependientes: para tener memoria de algo hay que aprenderlo, no se puede aprender sin memoria
- La memoria consta de tres subprocesos:
  - Codificación: Una experiencia genera modificación en el sistema nervioso
  - Almacenamiento: La memoria se almacena de forma estable en el cerebro
  - Recuperado: Se accede a la información, alterando de alguna forma el comportamiento

# ¿Qué son la memoria y el aprendizaje?

- Memoria y aprendizaje son interdependientes: para tener memoria de algo hay que aprenderlo, no se puede aprender sin memoria
- La memoria consta de tres subprocesos:
  - Codificación: Una experiencia genera modificación en el sistema nervioso
  - Almacenamiento: La memoria se almacena de forma estable en el cerebro
  - Recuperado: Se accede a la información, alterando de alguna forma el comportamiento

# ¿Qué son la memoria y el aprendizaje?

- Memoria y aprendizaje son interdependientes: para tener memoria de algo hay que aprenderlo, no se puede aprender sin memoria
- La memoria consta de tres subprocesos:
  - Codificación: Una experiencia genera modificación en el sistema nervioso
  - Almacenamiento: La memoria se almacena de forma estable en el cerebro
  - Recuperado: Se accede a la información, alterando de alguna forma el comportamiento

# ¿Qué son la memoria y el aprendizaje?

- Memoria y aprendizaje son interdependientes: para tener memoria de algo hay que aprenderlo, no se puede aprender sin memoria
- La memoria consta de tres subprocesos:
  - Codificación: Una experiencia genera modificación en el sistema nervioso
  - Almacenamiento: La memoria se almacena de forma estable en el cerebro
  - Recuperado: Se accede a la información, alterando de alguna forma el comportamiento

# ¿Qué son la memoria y el aprendizaje?

- Memoria y aprendizaje son interdependientes: para tener memoria de algo hay que aprenderlo, no se puede aprender sin memoria
- La memoria consta de tres subprocesos:
  - Codificación: Una experiencia genera modificación en el sistema nervioso
  - Almacenamiento: La memoria se almacena de forma estable en el cerebro
  - Recuperado: Se accede a la información, alterando de alguna forma el comportamiento

- Aprendizaje en redes neuronales
  - ¿Cómo se guarda una memoria en redes neuronales?
  - ¿Cómo aprenden las neuronas?
- Tipos de memoria a nivel cognitivo
  - La memoria no es un proceso único: taxonomía de la memoria
  - Pacientes amnésicos
- Memoria de corto plazo o de trabajo: Diferentes modelos, activación sostenida, activación de memoria a largo plazo
- Memoria de largo plazo declarativa: hipocampo, representaciones distribuídas, consolidación de la memoria
- Memoria de largo plazo no declarativa: repaso de los varios tipos

# Aprendizaje en redes neuronales



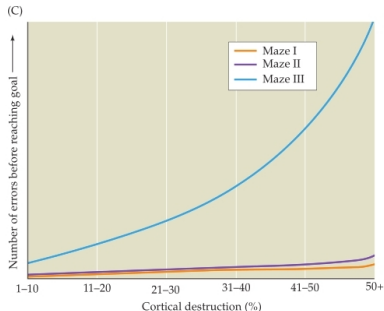
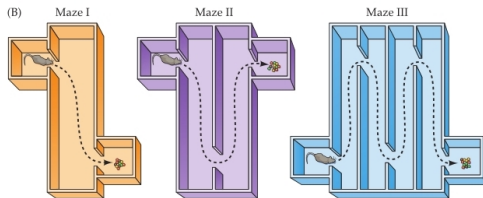
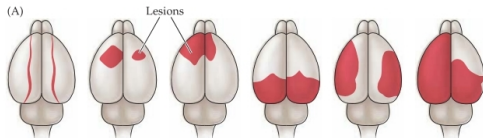
# Memoria localizada vs distribuída

Hay dispositivos de memoria muy usados, pero que difieren de la memoria neurobiológica en aspectos importantes: son de memoria localizada, guardando una memoria dada en un lugar dado



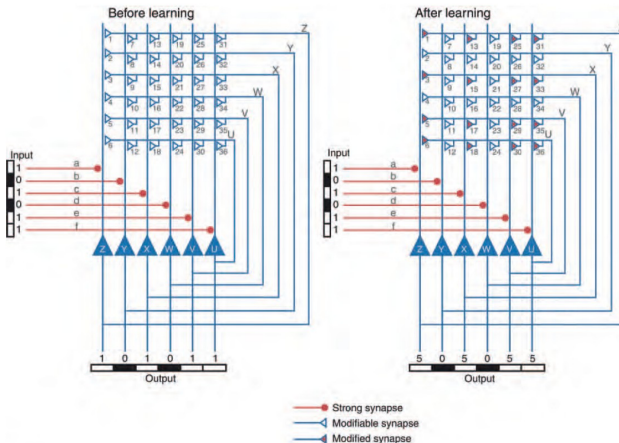
# Memoria localizada vs distribuída

En el cerebro las memorias se almacenan de forma distribuída (aunque hay grados de localización). Experimentos de Lashley:



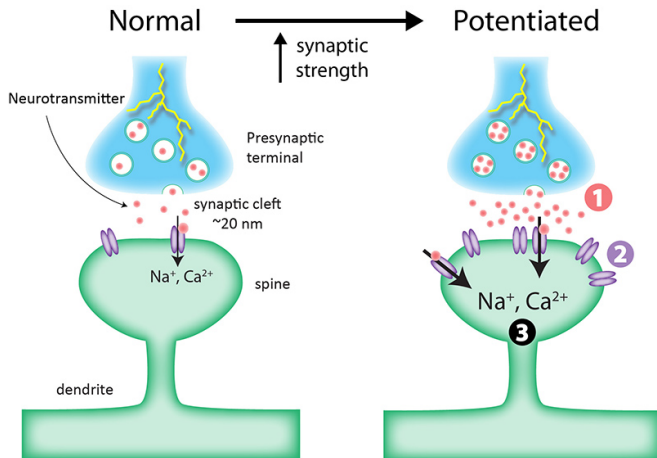
# Memoria localizada vs distribuida

Ejemplo: Redes neuronales autoasociativas. Una memoria se guarda en varias sinápsis, una sinápsis participa de almacenar varias memorias



# Aprendizaje en redes neuronales

El aprendizaje en neuronas se da principalmente por cambios en la *fuerza* de las sinápsis



Pero:

- ¿Cómo sabe una sinápsis si debe fortalecerse?
- ¿Que cambios generan los cambios sinápticos en el comportamiento neuronal?
- ¿Cómo se relacionan estos cambios sinápticos con memorias a nivel de la red o del organismo?

- El psicólogo Donald Hebb propone en 1949 una teoría de aprendizaje neuronal conectada con el comportamiento, el **aprendizaje Hebbiano**
- Propone que cuando las dos neuronas que forman una sinápsis (pre y postsináptica) se activan juntas repetidamente, la sinápsis se fortalece
- Se resume como: *Cells that fire together wire together*
- Esto genera aprendizaje asociativo (se fortalecen las sinápsis entre neuronas que suelen responder al mismo tiempo, se asocian)

- El psicólogo Donald Hebb propone en 1949 una teoría de aprendizaje neuronal conectada con el comportamiento, el **aprendizaje Hebbiano**
- Propone que cuando las dos neuronas que forman una sinápsis (pre y postsináptica) se activan juntas repetidamente, la sinápsis se fortalece
- Se resume como: *Cells that fire together wire together*
- Esto genera aprendizaje asociativo (se fortalecen las sinápsis entre neuronas que suelen responder al mismo tiempo, se asocian)

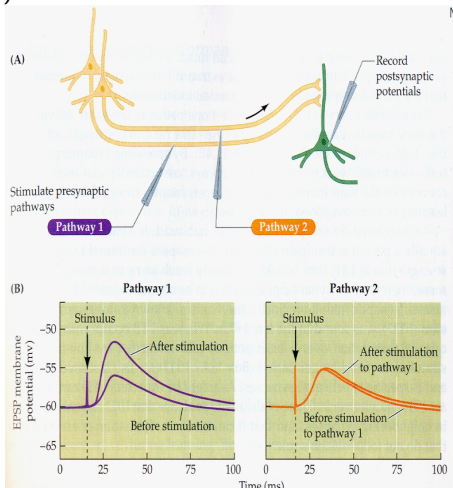
- El psicólogo Donald Hebb propone en 1949 una teoría de aprendizaje neuronal conectada con el comportamiento, el **aprendizaje Hebbiano**
- Propone que cuando las dos neuronas que forman una sinápsis (pre y postsináptica) se activan juntas repetidamente, la sinápsis se fortalece
- Se resume como: *Cells that fire together wire together*
- Esto genera aprendizaje asociativo (se fortalecen las sinápsis entre neuronas que suelen responder al mismo tiempo, se asocian)



- El psicólogo Donald Hebb propone en 1949 una teoría de aprendizaje neuronal conectada con el comportamiento, el **aprendizaje Hebbiano**
- Propone que cuando las dos neuronas que forman una sinápsis (pre y postsináptica) se activan juntas repetidamente, la sinápsis se fortalece
- Se resume como: *Cells that fire together wire together*
- Esto genera aprendizaje asociativo (se fortalecen las sinápsis entre neuronas que suelen responder al mismo tiempo, se asocian)

# Aprendizaje en redes neuronales: Hebb a nivel neuronal

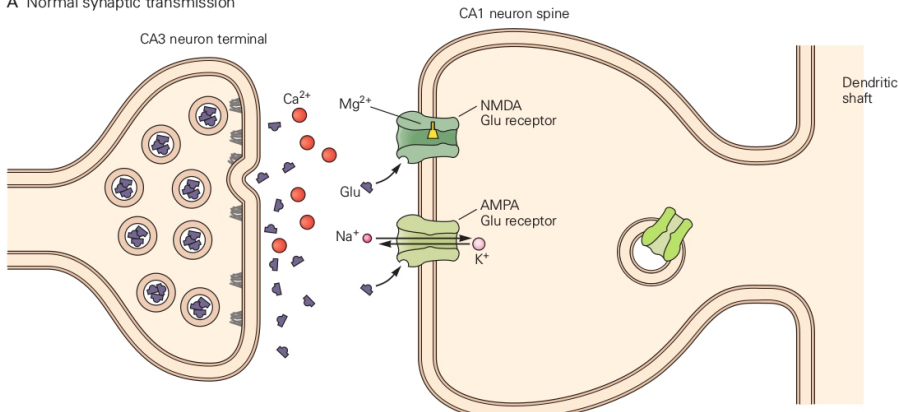
La hipótesis de Hebb se corroboró experimentalmente en comportamiento neuronal al observar la potenciación a largo plazo (LTP)



# Aprendizaje en redes neuronales: Hebb a nivel sináptico

También hay un paralelo muy estudiado a nivel sináptico y molecular, el receptor NMDA

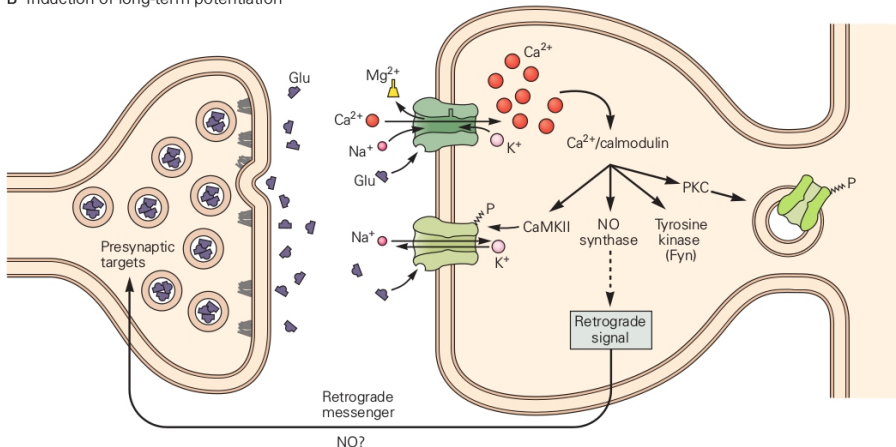
A Normal synaptic transmission



# Aprendizaje en redes neuronales: Hebb a nivel sináptico

Este receptor requiere que la presináptica se active y libere neurotransmisor. También requiere que la postsináptica se despolarice para liberar un ion  $Mg^{++}$  que tapa el canal

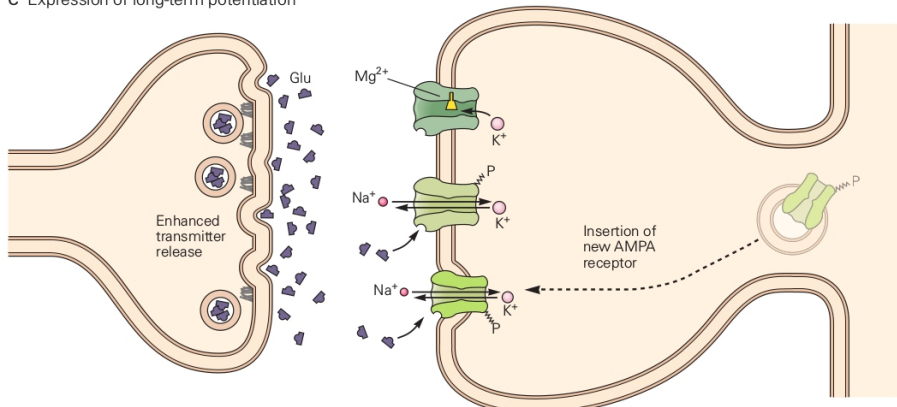
B Induction of long-term potentiation



# Aprendizaje en redes neuronales: Hebb a nivel sináptico

Se abre cuando las dos células están activas, y deja entrar  $Ca^{++}$  que genera fortalecimiento de la sinápsis

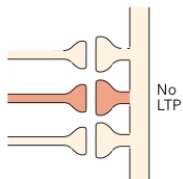
C Expression of long-term potentiation



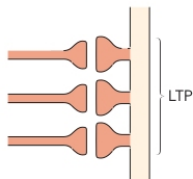
# Aprendizaje en redes neuronales: Hebb a nivel sináptico

Estos mecanismos de aprendizaje Hebbiano generan comportamientos interesantes en los conjuntos neuronales, como la cooperatividad entre sinápsis

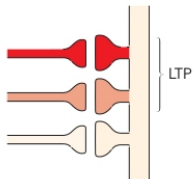
Normal synaptic transmission



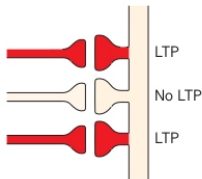
Cooperativity



Associativity

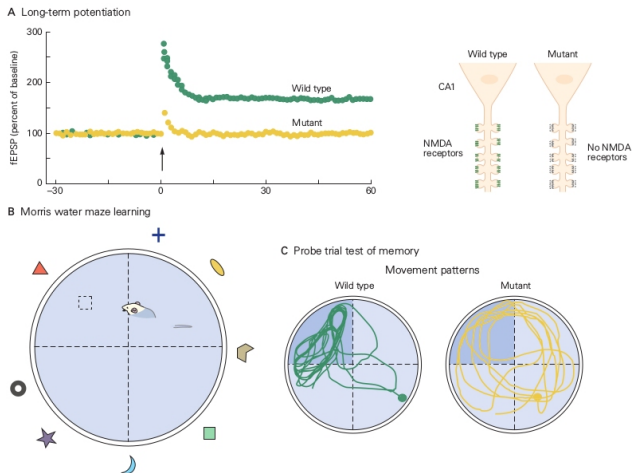


Synapse specificity



# Aprendizaje en redes neuronales: Hebb comportamental

Finalmente, estos paralelos fisiológicos se trasladan a nivel comportamental: ratas KO para el receptor de NMDA presentan menor LTP, y problemas de aprendizaje



# Aprendizaje en redes neuronales

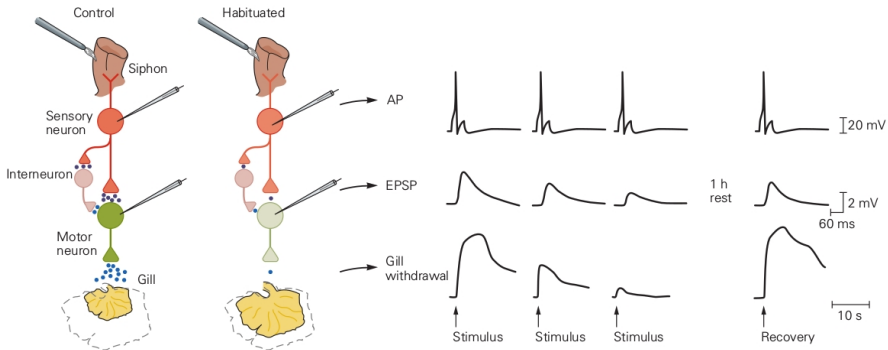
Hay varios otros tipos de aprendizaje neuronal/sináptico. Ej. Habitación en *Aplysia* (investigación del premio Nobel de Kandel)





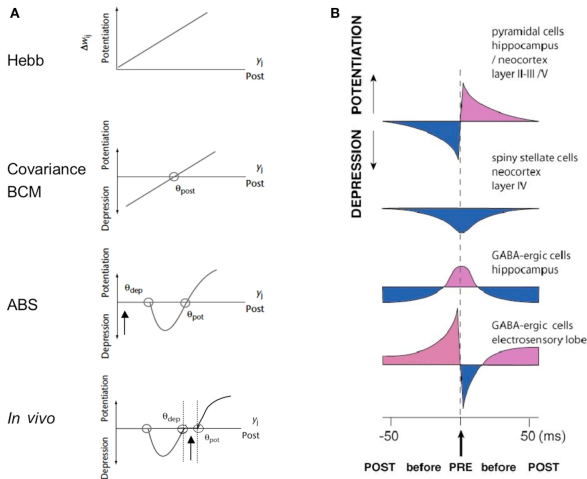
# Aprendizaje en redes neuronales

Hay varios otros tipos de aprendizaje neuronal/sináptico. Ej. Habitación en Aplysia (investigación del premio Nobel de Kandel)



# Aprendizaje en redes neuronales

Y muchas variaciones de aprendizaje sináptico, cada una generando tipos de aprendizaje distintos



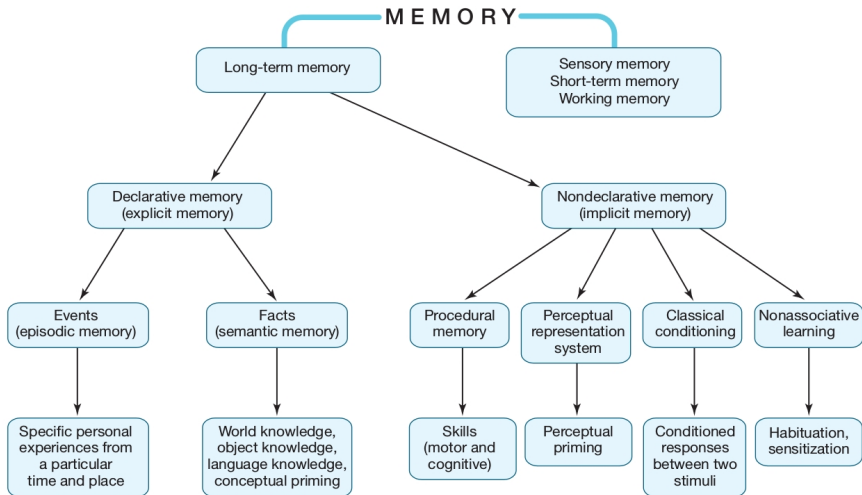
## Nivel cognitivo: Tipos de memoria y pacientes amnésicos

- La memoria no es una única capacidad mental, tenemos varios sistemas de memoria distintos
- Distintos sistemas de memoria cumplen diferentes funciones y tienen diferentes correlatos neuronales

- La memoria no es una única capacidad mental, tenemos varios sistemas de memoria distintos
- Distintos sistemas de memoria cumplen diferentes funciones y tienen diferentes correlatos neuronales

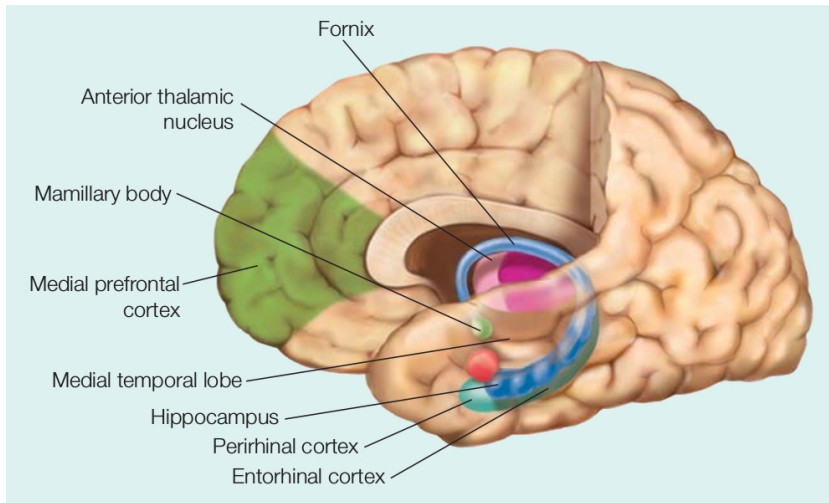
# Estructura de la memoria

## Taxonomía de la memoria:



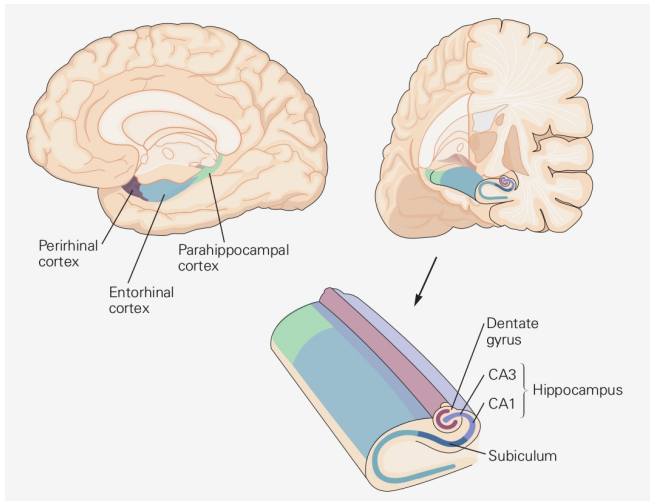
# Estructura de la memoria

## Anatomía de la memoria:



# Estructura de la memoria

## Anatomía de la memoria:





- La existencia de diferentes sistemas de memoria se estudió intensamente en pacientes amnésicos
- Si un paciente pierde un tipo de memoria pero no otra, esto indica que se trata de dos procesos distintos
- La mejor evidencia para esto es cuando se tienen unos pacientes con un tipo de memoria pero no la otra dañada, y otros pacientes con el problema opuesto

# Diferentes tipos de memoria: Pacientes amnésicos

- La existencia de diferentes sistemas de memoria se estudió intensamente en pacientes amnésicos
- Si un paciente pierde un tipo de memoria pero no otra, esto indica que se trata de dos procesos distintos
- La mejor evidencia para esto es cuando se tienen unos pacientes con un tipo de memoria pero no la otra dañada, y otros pacientes con el problema opuesto

- La existencia de diferentes sistemas de memoria se estudió intensamente en pacientes amnésicos
- Si un paciente pierde un tipo de memoria pero no otra, esto indica que se trata de dos procesos distintos
- La mejor evidencia para esto es cuando se tienen unos pacientes con un tipo de memoria pero no la otra dañada, y otros pacientes con el problema opuesto

## Pacientes amnésicos: Caso H.M.

El paciente Henry Molaison fue operado en 1953, a sus 27 años, para un extracción bilateral de sus lóbulos temporales mediales(casi todo el hipocampo), en consecuencia de una epilepsia incapacitante



# Pacientes amnésicos: Caso H.M.

- Luego de la operación, el paciente HM quedó con una amnesia severa
- Su amnesia era anterógrada, recordaba sin mayores problemas su vida hasta 2 años antes de la intervención, pero no a los médicos que lo visitaban todos los días
- La inteligencia, percepción y algunos tipos de memoria de HM no se vieron afectados, y gozaba de buena salud mental y psicológica

- Luego de la operación, el paciente HM quedó con una amnesia severa
- Su amnesia era anterógrada, recordaba sin mayores problemas su vida hasta 2 años antes de la intervención, pero no a los médicos que lo visitaban todos los días
- La inteligencia, percepción y algunos tipos de memoria de HM no se vieron afectados, y gozaba de buena salud mental y psicológica

- Luego de la operación, el paciente HM quedó con una amnesia severa
- Su amnesia era anterógrada, recordaba sin mayores problemas su vida hasta 2 años antes de la intervención, pero no a los médicos que lo visitaban todos los días
- La inteligencia, percepción y algunos tipos de memoria de HM no se vieron afectados, y gozaba de buena salud mental y psicológica

## Pacientes amnésicos: Caso H.M.

La neuropsicóloga Brenda Milner fue una pionera que estudió en profundidad a HM entre otros pacientes amnésicos

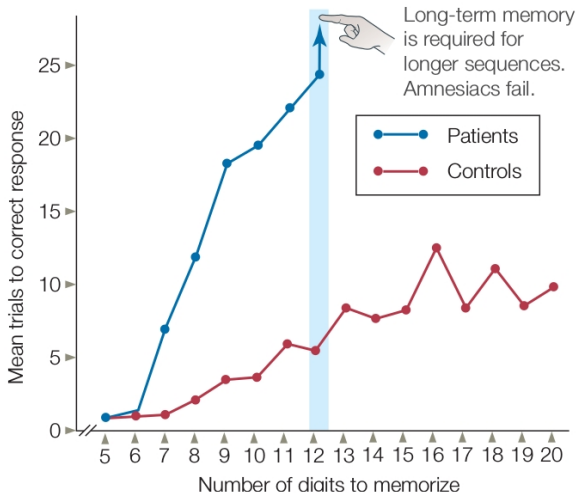




- HM tenía memoria de corto plazo normal
- También mostraba aprendizaje no declarativo, ej. aprendizaje motor (aunque no recordaba los entrenamientos)
- Su déficit de memoria se restringió a la memoria de largo plazo declarativa
- El déficit era general para todo tipo de información y modalidad sensorial

# Pacientes amnésicos: Caso H.M.

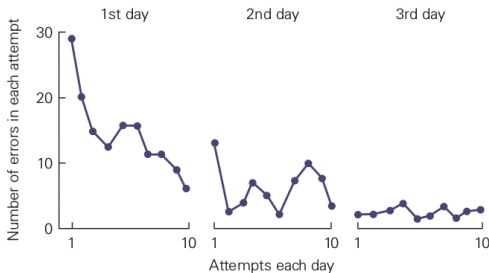
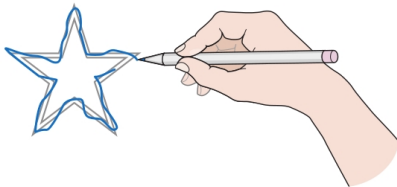
En una tarea de recordar números, hasta los 5 o 6 números tenía rendimiento parecido a los controles



- HM tenía memoria de corto plazo normal
- También mostraba aprendizaje no declarativo, ej. aprendizaje motor (aunque no recordaba los entrenamientos)
- Su déficit de memoria se restringió a la memoria de largo plazo declarativa
- El déficit era general para todo tipo de información y modalidad sensorial

# Pacientes amnésicos: Caso H.M.

En una tarea de aprendizaje motor aprendió a delinear figuras mirando el papel a través de un espejo. Su rendimiento mejoró a lo largo de los días



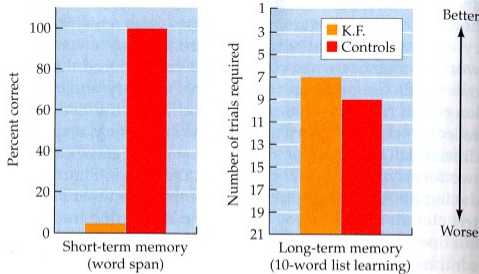
- HM tenía memoria de corto plazo normal
- También mostraba aprendizaje no declarativo, ej. aprendizaje motor (aunque no recordaba los entrenamientos)
- Su déficit de memoria se restringió a la memoria de largo plazo declarativa
- El déficit era general para todo tipo de información y modalidad sensorial

- HM tenía memoria de corto plazo normal
- También mostraba aprendizaje no declarativo, ej. aprendizaje motor (aunque no recordaba los entrenamientos)
- Su déficit de memoria se restringió a la memoria de largo plazo declarativa
- El déficit era general para todo tipo de información y modalidad sensorial

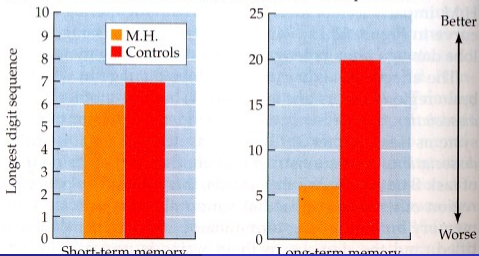
# Pacientes amnésicos: Caso H.M.

El paciente KF, con una lesión en la corteza temporo-parietal izquierda muestra un patrón complementario; déficit en memoria de trabajo pero no en memoria de largo plazo

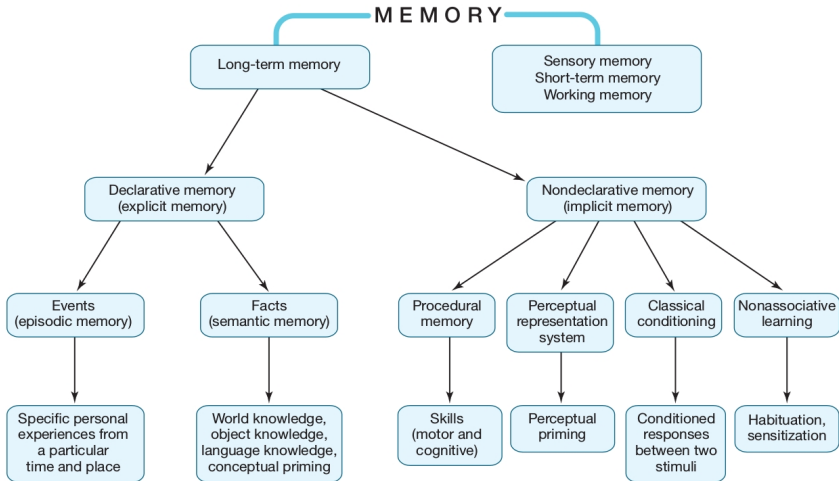
(A) Patient K.F.: Impaired STM versus preserved LTM



(B) Patient M.H. (amnesic): Preserved STM versus impaired LTM



# Pacientes amnésicos: Caso H.M.

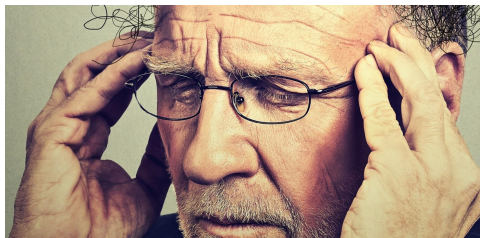




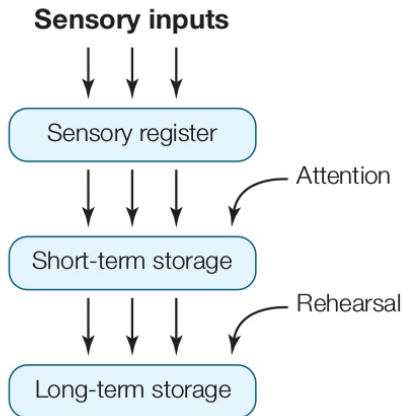
# Memoria de corto plazo

# Memoria de trabajo o corto plazo

- La memoria de trabajo es una memoria de capacidad limitada que permite almacenar información en el corto plazo y trabajar sobre la misma
- Si la información en la memoria de trabajo no se ensaya puede disiparse
- Es fundamental para llevar a cabo acciones cotidianas (ej. lenguaje, funciones ejecutivas, planificación, búsqueda visual, planes motores, etc)

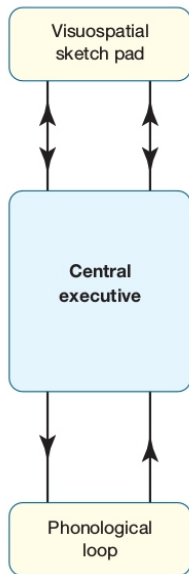


- Antes se pensaba que era sólo un paso intermedio antes de la memoria de largo plazo. Hoy se sabe que no es así, que es más que eso (ej. paciente KF con memoria de trabajo dañada pero de largo plazo funcional)



Un modelo muy influyente es el de Baddeley:

- Un 'loop fonológico' almacena información en representación fonológica y se encarga de ensayarla
- Un 'pizzarón' visuoespacial hace lo mismo con la modalidad visuoespacial
- Un control central, que maneja estos componentes, la atención y su relación con la memoria de largo plazo



El modelo se plantea para explicar observaciones psicológicas. Explica diversos resultados experimentales:

- Al recordar una lista de palabras interfiere más la similitud fonética entre ellas que la semántica
- También según si la persona está usando una estrategia 'visual' o 'fonológica' para recordar la lista, interfiere más distracciones visuales o fonológicas respectivamente.
- Pacientes con disfunción en la memoria de trabajo verbal pueden mantener una memoria visuoespacial normal

El modelo se plantea para explicar observaciones psicológicas. Explica diversos resultados experimentales:

- Al recordar una lista de palabras interfiere más la similitud fonética entre ellas que la semántica
- También según si la persona está usando una estrategia 'visual' o 'fonológica' para recordar la lista, interfiere más distracciones visuales o fonológicas respectivamente.
- Pacientes con disfunción en la memoria de trabajo verbal pueden mantener una memoria visuoespacial normal

El modelo se plantea para explicar observaciones psicológicas. Explica diversos resultados experimentales:

- Al recordar una lista de palabras interfiere más la similitud fonética entre ellas que la semántica
- También según si la persona está usando una estrategia 'visual' o 'fonológica' para recordar la lista, interfiere más distracciones visuales o fonológicas respectivamente.
- Pacientes con disfunción en la memoria de trabajo verbal pueden mantener una memoria visuoespacial normal

El modelo se plantea para explicar observaciones psicológicas. Explica diversos resultados experimentales:

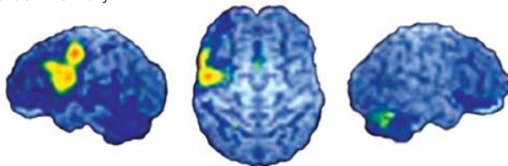
- Al recordar una lista de palabras interfiere más la similitud fonética entre ellas que la semántica
- También según si la persona está usando una estrategia 'visual' o 'fonológica' para recordar la lista, interfiere más distracciones visuales o fonológicas respectivamente.
- Pacientes con disfunción en la memoria de trabajo verbal pueden mantener una memoria visuoespacial normal



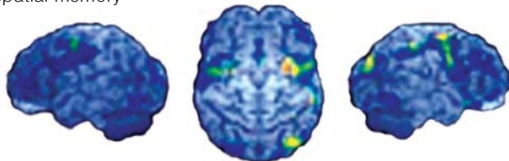
# Memoria de trabajo o corto plazo

Además estudios de PET parecen mostrar que diferentes partes del cerebro se activan en tareas de memoria visual y verbal

**a** Verbal memory



**b** Spatial memory



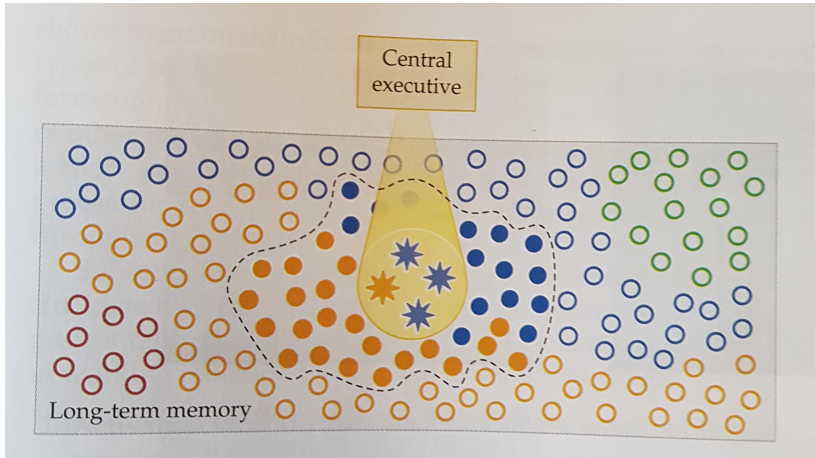
Left lateral

Superior

Right lateral

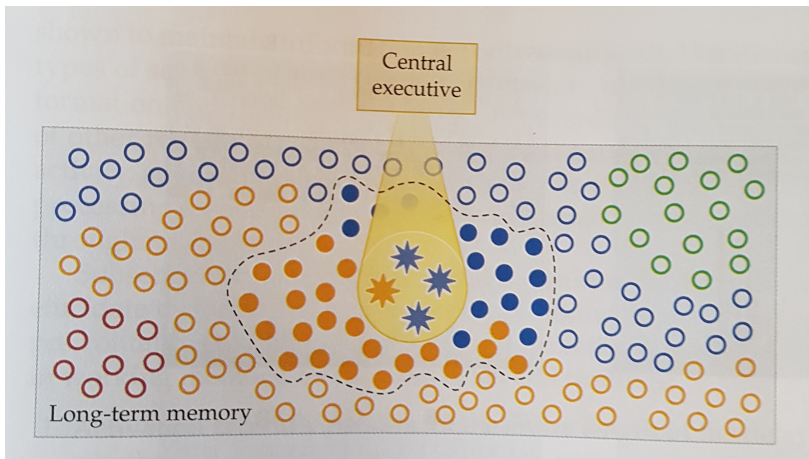
# Memoria de trabajo o corto plazo

Otro modelo importante es el modelo de Nelson Cowan



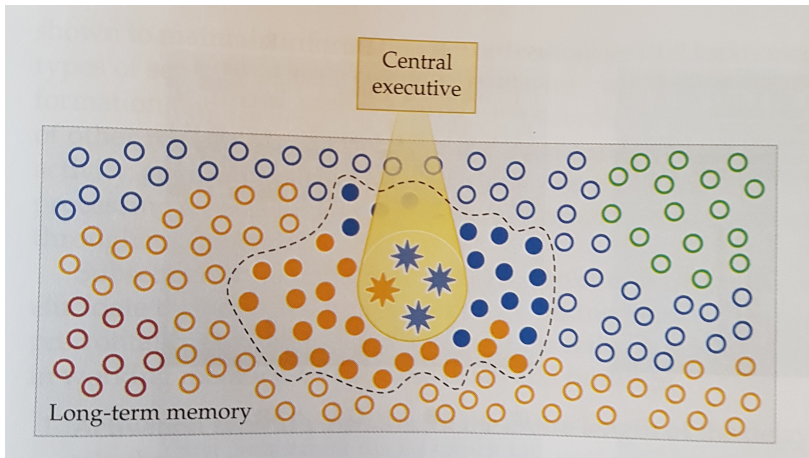
# Memoria de trabajo o corto plazo

Plantea que las memoria a corto plazo consiste en activar las memorias a largo plazo y trabajar sobre ellas (no hay un almacén exclusivo para el contenido de la memoria a corto plazo)



# Memoria de trabajo o corto plazo

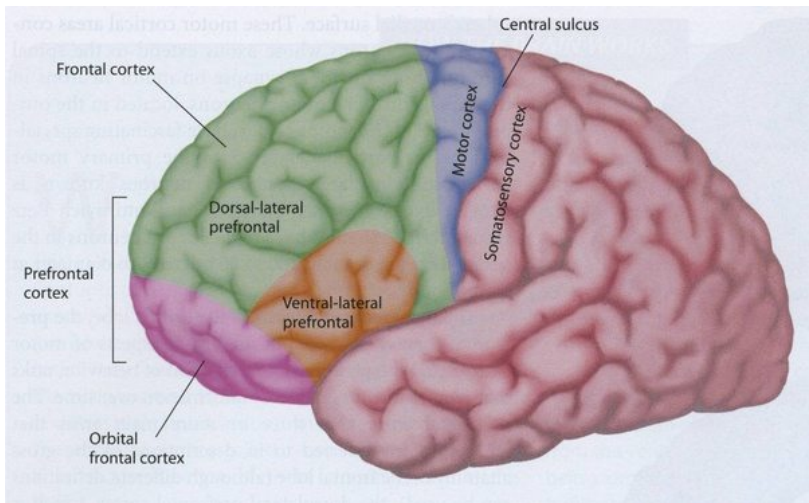
Plantea un controlador central que activa y ensaya memorias a largo plazo para trabajar sobre ellas (sin separación fonológica/visuoespacial)



¿Cómo y dónde se almacena la memoria de trabajo?

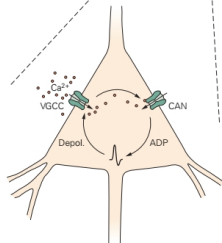
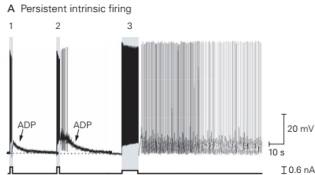
# Memoria de trabajo o corto plazo

La principal área vinculada con la misma es la corteza prefrontal lateral (LPFC) (verde y naranja abajo)

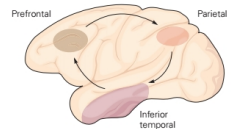


# Memoria de trabajo o corto plazo

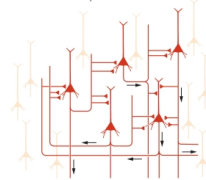
Se cree que la memoria de trabajo consiste en la actividad sostenida que se genera en las neuronas de la LPFC en respuesta a un estímulo



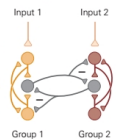
**B Persistent reverberatory network activity**  
1 Long-range synaptic interactions



2 Local excitatory network

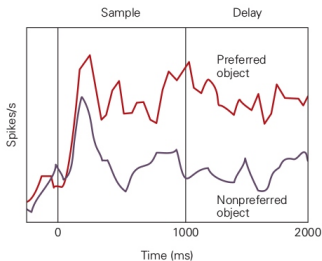
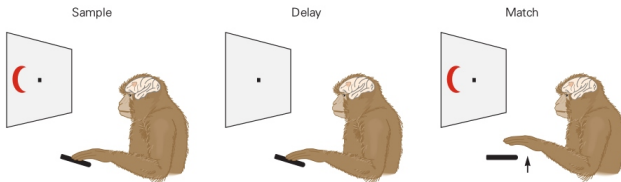


3 Mutual inhibition network



# Memoria de trabajo o corto plazo

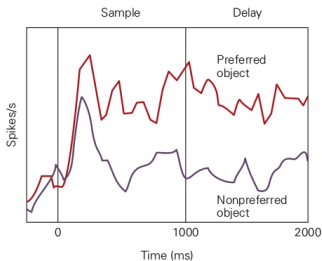
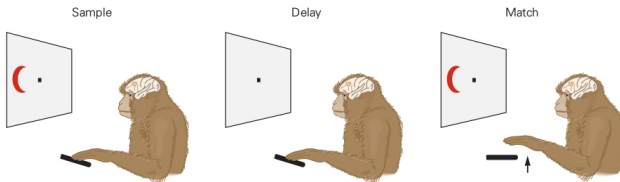
Esto se ve en experimentos de delay: se registra células de la LPFC mientras el animal recuerda un estímulo por unos segundos





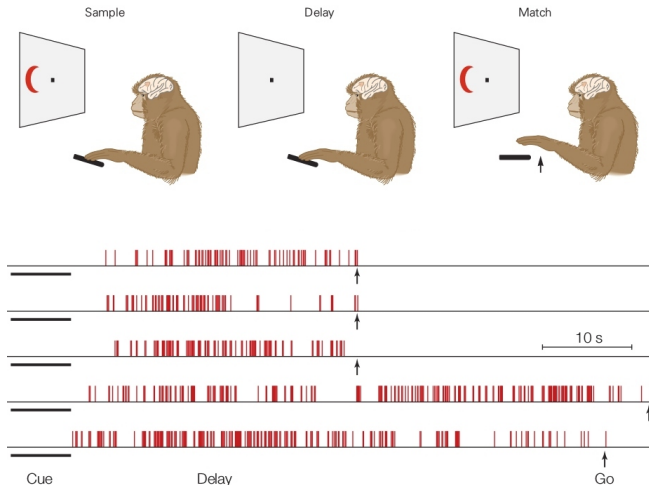
# Memoria de trabajo o corto plazo

Hay neuronas que se activan al presentarse un objeto específico, y se mantienen activas durante el delay



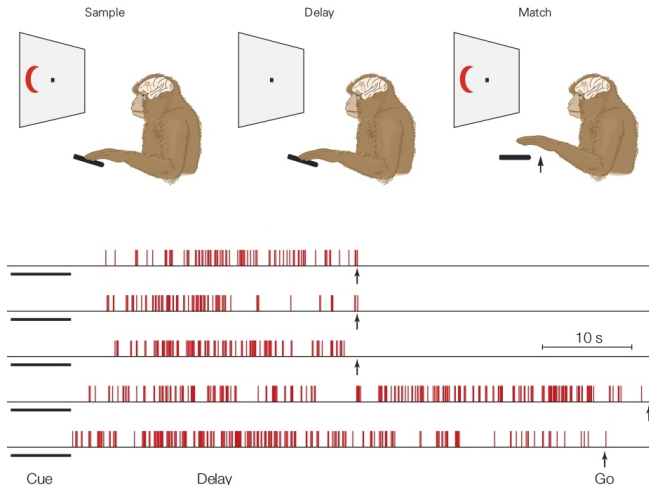
# Memoria de trabajo o corto plazo

La neurona se mantiene activa hasta que la tarea se termina, y ahí se apaga



# Memoria de trabajo o corto plazo

Notemos que esta memoria no involucra cambios sinápticos ni estructurales, se basa en la activación continua

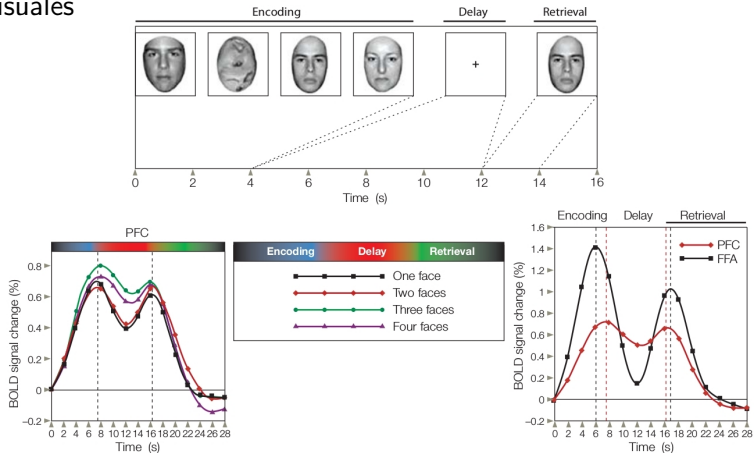


# Memoria de trabajo o corto plazo

Se piensa que esta activación prefrontal mantiene activa la corteza donde esta las información correspondientes a la memoria de corto plazo (similar al modelo de Cowan)

# Memoria de trabajo o corto plazo

Experimento: En una tarea de recordar caras durante unos segundos (humanos, fMRI), el área visual dedicada al procesamiento de caras (FFA) se mantiene activa durante el delay, cuando no hay estímulos visuales



# Memoria de largo plazo declarativa

# Memoria de largo plazo: Declarativa

- La memoria declarativa se divide en memoria episódica y semántica
  - Episódica: Memoria de los eventos, localización espaciotemporal (ej. mi vuelo a Paris)
  - Semántica: Conocimiento sobre el mundo, sin contexto espaciotemporal (ej. Paris es la capital de Francia)
- Este es el tipo de memoria que estaba dañada en HM
- Por lo tanto, cabe sospechar que el hipocampo está involucrado en este tipo de memoria

# Memoria de largo plazo: Declarativa

- La memoria declarativa se divide en memoria episódica y semántica
  - Episódica: Memoria de los eventos, localización espaciotemporal (ej. mi vuelo a Paris)
  - Semántica: Conocimiento sobre el mundo, sin contexto espaciotemporal (ej. Paris es la capital de Francia)
- Este es el tipo de memoria que estaba dañada en HM
- Por lo tanto, cabe sospechar que el hipocampo está involucrado en este tipo de memoria



# Memoria de largo plazo: Declarativa

- La memoria declarativa se divide en memoria episódica y semántica
  - Episódica: Memoria de los eventos, localización espaciotemporal (ej. mi vuelo a Paris)
  - Semántica: Conocimiento sobre el mundo, sin contexto espaciotemporal (ej. Paris es la capital de Francia)
- Este es el tipo de memoria que estaba dañada en HM
- Por lo tanto, cabe sospechar que el hipocampo está involucrado en este tipo de memoria

# Memoria de largo plazo: Declarativa

- Como en la memoria de trabajo, en la memoria a largo plazo los diferentes componentes de una memoria se almacenan en sus regiones corticales correspondientes (ej. corteza visual, motora, etc)
- Se codifican generando conexiones que conectan los diferentes elementos de la memoria. Estas conexiones se llaman 'trazos' de memoria.
- Al formarse una memoria, se piensa que el hipocampo genera un 'índice' que apunta a los elementos de esa memoria y permite acceder a la misma
- Se accede a las memorias cuando se activa una parte del 'trazo', una clave, que activa al resto.

# Memoria de largo plazo: Declarativa

- Como en la memoria de trabajo, en la memoria a largo plazo los diferentes componentes de una memoria se almacenan en sus regiones corticales correspondientes (ej. corteza visual, motora, etc)
- Se codifican generando conexiones que conectan los diferentes elementos de la memoria. Estas conexiones se llaman 'trazos' de memoria.
- Al formarse una memoria, se piensa que el hipocampo genera un 'índice' que apunta a los elementos de esa memoria y permite acceder a la misma
- Se accede a las memorias cuando se activa una parte del 'trazo', una clave, que activa al resto.

# Memoria de largo plazo: Declarativa

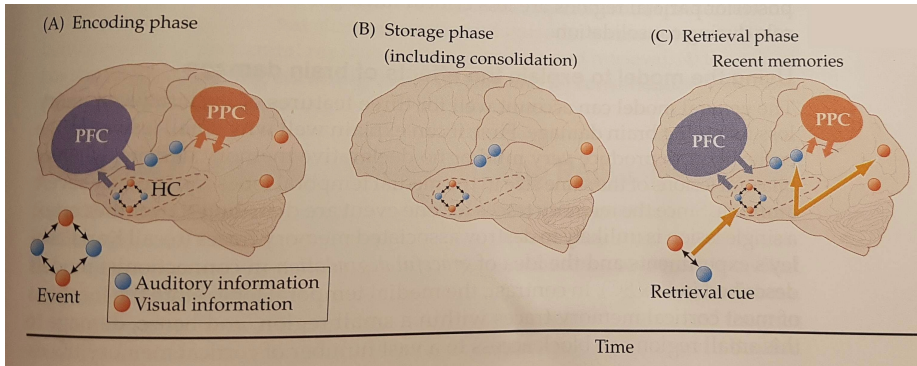
- Como en la memoria de trabajo, en la memoria a largo plazo los diferentes componentes de una memoria se almacenan en sus regiones corticales correspondientes (ej. corteza visual, motora, etc)
- Se codifican generando conexiones que conectan los diferentes elementos de la memoria. Estas conexiones se llaman 'trazos' de memoria.
- Al formarse una memoria, se piensa que el hipocampo genera un 'índice' que apunta a los elementos de esa memoria y permite acceder a la misma
- Se accede a las memorias cuando se activa una parte del 'trazo', una clave, que activa al resto.

# Memoria de largo plazo: Declarativa

- Como en la memoria de trabajo, en la memoria a largo plazo los diferentes componentes de una memoria se almacenan en sus regiones corticales correspondientes (ej. corteza visual, motora, etc)
- Se codifican generando conexiones que conectan los diferentes elementos de la memoria. Estas conexiones se llaman 'trazos' de memoria.
- Al formarse una memoria, se piensa que el hipocampo genera un 'índice' que apunta a los elementos de esa memoria y permite acceder a la misma
- Se accede a las memorias cuando se activa una parte del 'trazo', una clave, que activa al resto.

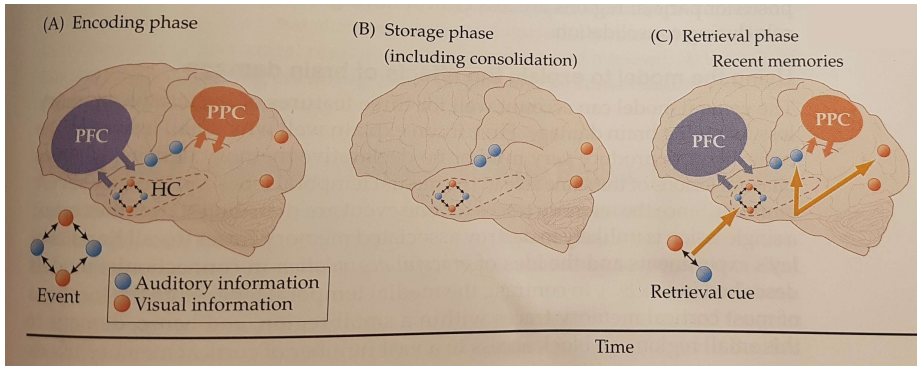
# Memoria de largo plazo: Declarativa

El hipocampo forma conexiones con las áreas activadas en el momento a recordar



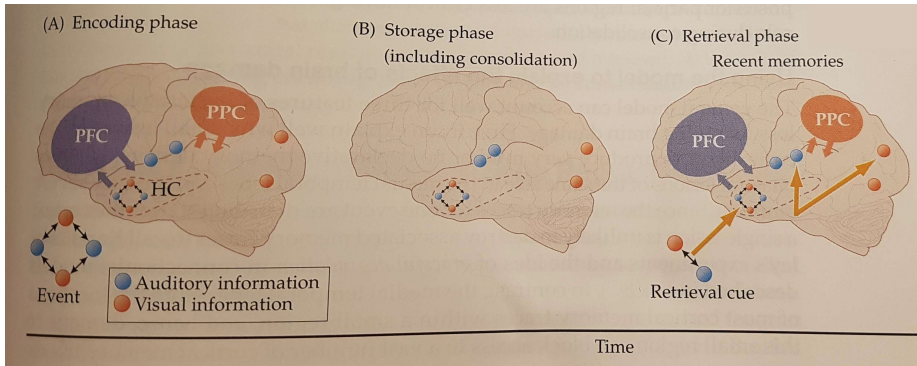
# Memoria de largo plazo: Declarativa

El hipocampo guarda el índice de dónde están los componentes de la memoria



# Memoria de largo plazo: Declarativa

Cuando aparecen parte de los elementos vinculados a la memoria, gracias a las nuevas conexiones pueden activar a la memoria completa (i.e. recordar algo por una 'clave')





Pero, el paciente HM aún podía recordar cosas de antes de la operación.  
¿Cómo puede acceder a memorias sin un hipocampo?

- En la formación de memorias es importante el proceso de **consolidación**
- Aunque para memorias recientes se necesita el hipocampo, cuando se recupera una memoria se fortalecen las conexiones entre sus componentes corticales
- Con el pasar del tiempo, las memorias pueden consolidarse, si hay un fortalecimiento suficiente de las conexiones del trazo de memoria
- Si la memoria se consolidó, puede activarse a través de la activación de sus componentes en la corteza directamente, salteándose al hipocampo

Pero, el paciente HM aún podía recordar cosas de antes de la operación.  
¿Cómo puede acceder a memorias sin un hipocampo?

- En la formación de memorias es importante el proceso de **consolidación**
- Aunque para memorias recientes se necesita el hipocampo, cuando se recupera una memoria se fortalecen las conexiones entre sus componentes corticales
- Con el pasar del tiempo, las memorias pueden consolidarse, si hay un fortalecimiento suficiente de las conexiones del trazo de memoria
- Si la memoria se consolidó, puede activarse a través de la activación de sus componentes en la corteza directamente, salteándose al hipocampo

Pero, el paciente HM aún podía recordar cosas de antes de la operación.  
¿Cómo puede acceder a memorias sin un hipocampo?

- En la formación de memorias es importante el proceso de **consolidación**
- Aunque para memorias recientes se necesita el hipocampo, cuando se recupera una memoria se fortalecen las conexiones entre sus componentes corticales
- Con el pasar del tiempo, las memorias pueden consolidarse, si hay un fortalecimiento suficiente de las conexiones del trazo de memoria
- Si la memoria se consolidó, puede activarse a través de la activación de sus componentes en la corteza directamente, salteándose al hipocampo

Pero, el paciente HM aún podía recordar cosas de antes de la operación.  
¿Cómo puede acceder a memorias sin un hipocampo?

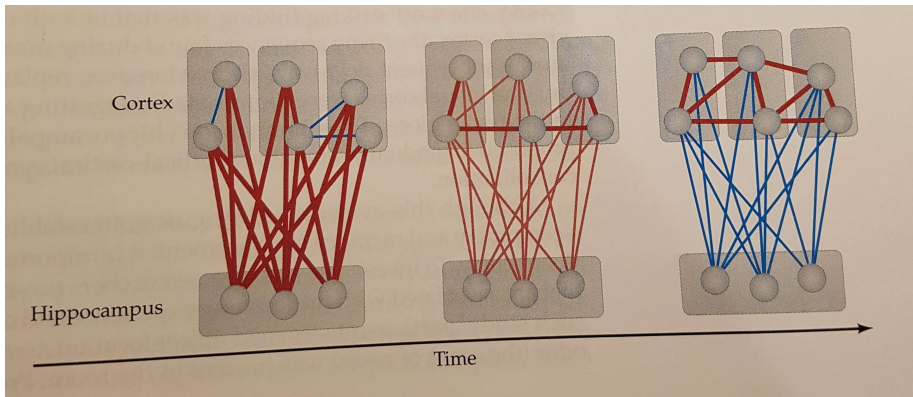
- En la formación de memorias es importante el proceso de **consolidación**
- Aunque para memorias recientes se necesita el hipocampo, cuando se recupera una memoria se fortalecen las conexiones entre sus componentes corticales
- Con el pasar del tiempo, las memorias pueden consolidarse, si hay un fortalecimiento suficiente de las conexiones del trazo de memoria
- Si la memoria se consolidó, puede activarse a través de la activación de sus componentes en la corteza directamente, salteándose al hipocampo

Pero, el paciente HM aún podía recordar cosas de antes de la operación.  
¿Cómo puede acceder a memorias sin un hipocampo?

- En la formación de memorias es importante el proceso de **consolidación**
- Aunque para memorias recientes se necesita el hipocampo, cuando se recupera una memoria se fortalecen las conexiones entre sus componentes corticales
- Con el pasar del tiempo, las memorias pueden consolidarse, si hay un fortalecimiento suficiente de las conexiones del trazo de memoria
- Si la memoria se consolidó, puede activarse a través de la activación de sus componentes en la corteza directamente, salteándose al hipocampo

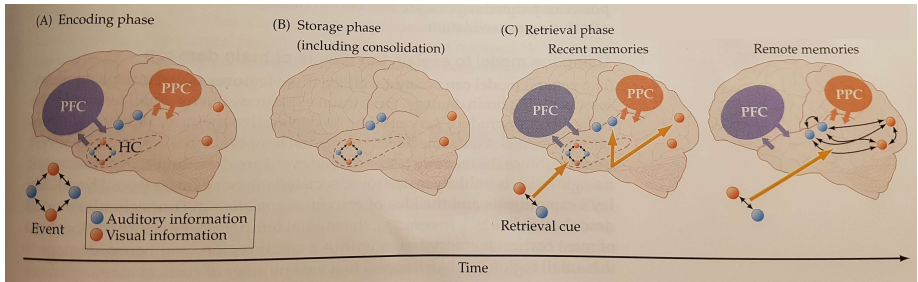
# Memoria de largo plazo: Declarativa

En el proceso de consolidación se fortalecen las conexiones intracorticales, pueden debilitarse las del hipocampo



# Memoria de largo plazo: Declarativa

Finalmente, puede accederse a la memoria saltándose al hipocampo



- El modelo explica algunas observaciones:
  - Pequeñas lesiones en la corteza no producen déficits importantes de memoria declarativa. Explicado por naturaleza distribuída
  - Pequeñas lesiones en el lóbulo temporal medial pueden tener un gran efecto en la memoria declarativa. Explicado porque se pierden los índices de acceso
  - Lesiones en la corteza pueden producir pérdida de memoria selectiva (ej borrar el conocimiento sobre animales), y lesiones en el hipocampo borran todo tipo de información
  - Lesiones en lóbulo temporal medial generan amnesia anterógrada y retrógrada para eventos recientes (que se acceden por el hipocampo)
  - Experimentos de imagenología coinciden



- El modelo explica algunas observaciones:
  - Pequeñas lesiones en la corteza no producen déficits importantes de memoria declarativa. Explicado por naturaleza distribuída
  - Pequeñas lesiones en el lóbulo temporal medial pueden tener un gran efecto en la memoria declarativa. Explicado porque se pierden los índices de acceso
  - Lesiones en la corteza pueden producir pérdida de memoria selectiva (ej borrar el conocimiento sobre animales), y lesiones en el hipocampo borran todo tipo de información
  - Lesiones en lóbulo temporal medial generan amnesia anterógrada y retrógrada para eventos recientes (que se acceden por el hipocampo)
  - Experimentos de imagenología coinciden

- El modelo explica algunas observaciones:
  - Pequeñas lesiones en la corteza no producen déficits importantes de memoria declarativa. Explicado por naturaleza distribuída
  - Pequeñas lesiones en el lóbulo temporal medial pueden tener un gran efecto en la memoria declarativa. Explicado porque se pierden los índices de acceso
  - Lesiones en la corteza pueden producir pérdida de memoria selectiva (ej borrar el conocimiento sobre animales), y lesiones en el hipocampo borran todo tipo de información
  - Lesiones en lóbulo temporal medial generan amnesia anterógrada y retrógrada para eventos recientes (que se acceden por el hipocampo)
  - Experimentos de imagenología coinciden

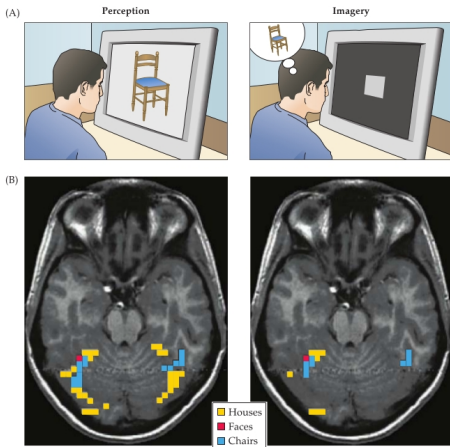
- El modelo explica algunas observaciones:
  - Pequeñas lesiones en la corteza no producen déficits importantes de memoria declarativa. Explicado por naturaleza distribuída
  - Pequeñas lesiones en el lóbulo temporal medial pueden tener un gran efecto en la memoria declarativa. Explicado porque se pierden los índices de acceso
  - Lesiones en la corteza pueden producir pérdida de memoria selectiva (ej borrar el conocimiento sobre animales), y lesiones en el hipocampo borran todo tipo de información
  - Lesiones en lóbulo temporal medial generan amnesia anterógrada y retrógrada para eventos recientes (que se acceden por el hipocampo)
  - Experimentos de imagenología coinciden

- El modelo explica algunas observaciones:
  - Pequeñas lesiones en la corteza no producen déficits importantes de memoria declarativa. Explicado por naturaleza distribuída
  - Pequeñas lesiones en el lóbulo temporal medial pueden tener un gran efecto en la memoria declarativa. Explicado porque se pierden los índices de acceso
  - Lesiones en la corteza pueden producir pérdida de memoria selectiva (ej borrar el conocimiento sobre animales), y lesiones en el hipocampo borran todo tipo de información
  - Lesiones en lóbulo temporal medial generan amnesia anterógrada y retrógrada para eventos recientes (que se acceden por el hipocampo)
  - Experimentos de imagenología coinciden

- El modelo explica algunas observaciones:
  - Pequeñas lesiones en la corteza no producen déficits importantes de memoria declarativa. Explicado por naturaleza distribuída
  - Pequeñas lesiones en el lóbulo temporal medial pueden tener un gran efecto en la memoria declarativa. Explicado porque se pierden los índices de acceso
  - Lesiones en la corteza pueden producir pérdida de memoria selectiva (ej borrar el conocimiento sobre animales), y lesiones en el hipocampo borran todo tipo de información
  - Lesiones en lóbulo temporal medial generan amnesia anterógrada y retrógrada para eventos recientes (que se acceden por el hipocampo)
  - Experimentos de imagenología coinciden

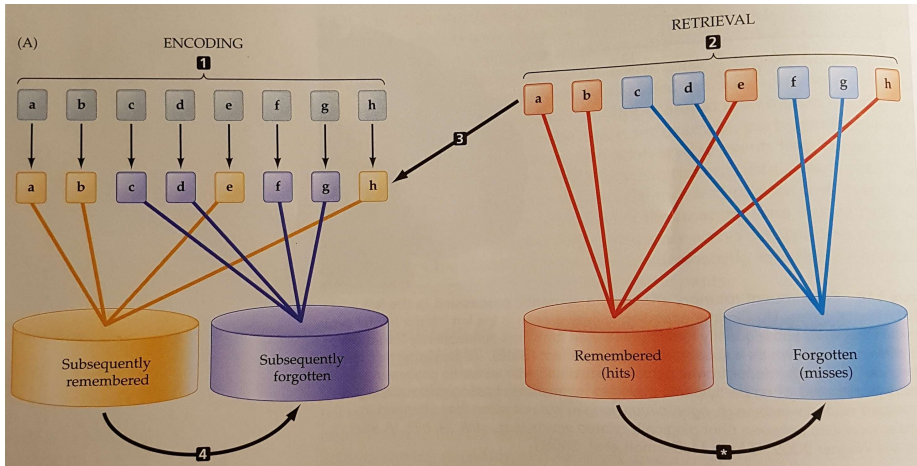
# Memoria de largo plazo: Declarativa

Experimento: Se muestran imágenes a un sujeto, luego se le pide que las recuerde. Se activan las mismas áreas de corteza especializada al percibir imágenes y al recordar



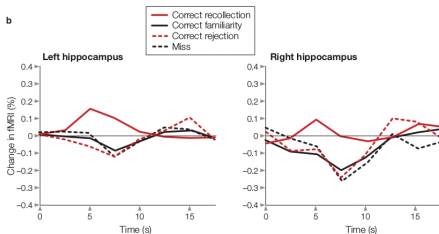
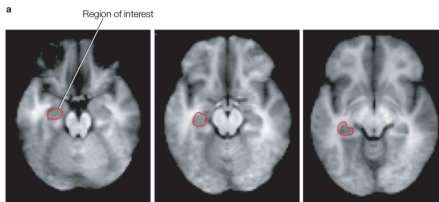
# Memoria de largo plazo: Declarativa

Experimento: En una tarea se pide recordar elementos de una lista, y luego se pone a prueba cuales se recuerdan. Se mide actividad cerebral



# Memoria de largo plazo: Declarativa

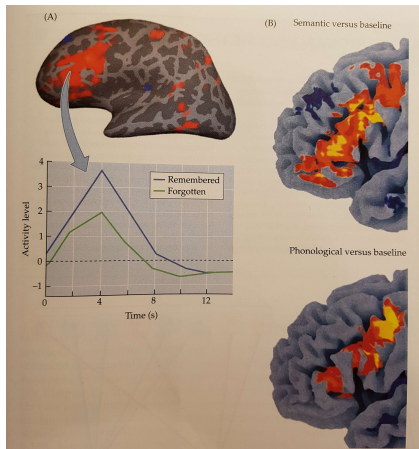
Luego se busca si hay diferencias entre la actividad cerebral presente para ítems recordados y olvidados. Se observa que los recordados mostraron más activación del hipocampo en la etapa de codificación.





# Memoria de largo plazo: Declarativa

Pero el modelo de funcionamiento de la memoria se sigue complejizando. Ej. También se observaron resultados similares para la corteza prefrontal, con mayor activación para ítems recordados



# Memoria de largo plazo: Declarativa

También se observa resultado similar en el acceso a la memoria. Se piensa que corteza prefrontal ayuda a organizar y acceder a la información

# Memoria de largo plazo: Declarativa

Lesiones en el lóbulo frontal producen déficits de memoria declarativa para algunas tareas

# Memoria de largo plazo: Declarativa

- Otra característica importante de la memoria declarativa es que es **constructiva**
- Cada vez que recordamos algo lo estamos reconstruyendo, armando las piezas mediante interpretación, inferencia, etc
- Los procesos de reconstrucción pueden cambiar información
- Junto con la consolidación puede explicar porqué nuestras memorias se modifican con el tiempo (olvidamos y agregamos elementos)
- La función de la memoria es utilizar experiencia pasada para modificar el comportamiento de forma favorable. Recuerdos 'modificados' pueden ayudar a esto

# Memoria de largo plazo: Declarativa

- Otra característica importante de la memoria declarativa es que es **constructiva**
- Cada vez que recordamos algo lo estamos reconstruyendo, armando las piezas mediante interpretación, inferencia, etc
- Los procesos de reconstrucción pueden cambiar información
- Junto con la consolidación puede explicar porqué nuestras memorias se modifican con el tiempo (olvidamos y agregamos elementos)
- La función de la memoria es utilizar experiencia pasada para modificar el comportamiento de forma favorable. Recuerdos 'modificados' pueden ayudar a esto

# Memoria de largo plazo: Declarativa

- Otra característica importante de la memoria declarativa es que es **constructiva**
- Cada vez que recordamos algo lo estamos reconstruyendo, armando las piezas mediante interpretación, inferencia, etc
- Los procesos de reconstrucción pueden cambiar información
- Junto con la consolidación puede explicar porqué nuestras memorias se modifican con el tiempo (olvidamos y agregamos elementos)
- La función de la memoria es utilizar experiencia pasada para modificar el comportamiento de forma favorable. Recuerdos 'modificados' pueden ayudar a esto

- Otra característica importante de la memoria declarativa es que es **constructiva**
- Cada vez que recordamos algo lo estamos reconstruyendo, armando las piezas mediante interpretación, inferencia, etc
- Los procesos de reconstrucción pueden cambiar información
- Junto con la consolidación puede explicar porqué nuestras memorias se modifican con el tiempo (olvidamos y agregamos elementos)
- La función de la memoria es utilizar experiencia pasada para modificar el comportamiento de forma favorable. Recuerdos 'modificados' pueden ayudar a esto

- Otra característica importante de la memoria declarativa es que es **constructiva**
- Cada vez que recordamos algo lo estamos reconstruyendo, armando las piezas mediante interpretación, inferencia, etc
- Los procesos de reconstrucción pueden cambiar información
- Junto con la consolidación puede explicar porqué nuestras memorias se modifican con el tiempo (olvidamos y agregamos elementos)
- La función de la memoria es utilizar experiencia pasada para modificar el comportamiento de forma favorable. Recuerdos 'modificados' pueden ayudar a esto



Todavía hay mucho que no se sabe de la memoria explícita, y modelos nuevos que se alejan de este modelo clásico. Por ejemplo, modelos computacionales más detallados, o modelos que cambian un poco la función de los diferentes elementos (ej. el hipocampo involucrado en la imaginación, formando parte de una red más amplia)

# Memoria de largo plazo no declarativa

# Memoria de largo plazo: No declarativa

- La memoria no declarativa también se llama memoria implícita
- No tenemos acceso consciente a la misma
- Este tipo de memoria estaba sana en HM
- Varios tipos de memoria están en esta categoría:
  - Priming
  - Condicionamiento
  - Habituaación
  - Sentibilización
  - Memoria procedural
  - Aprendizaje de habilidades

# Memoria de largo plazo: No declarativa

- La memoria no declarativa también se llama memoria implícita
- No tenemos acceso consciente a la misma
- Este tipo de memoria estaba sana en HM
- Varios tipos de memoria están en esta categoría:
  - Priming
  - Condicionamiento
  - Habituaación
  - Sentibilización
  - Memoria procedural
  - Aprendizaje de habilidades

# Memoria de largo plazo: No declarativa

- La memoria no declarativa también se llama memoria implícita
- No tenemos acceso consciente a la misma
- Este tipo de memoria estaba sana en HM
- Varios tipos de memoria están en esta categoría:
  - Priming
  - Condicionamiento
  - Habituaación
  - Sentibilización
  - Memoria procedural
  - Aprendizaje de habilidades

# Memoria de largo plazo: No declarativa

- La memoria no declarativa también se llama memoria implícita
- No tenemos acceso consciente a la misma
- Este tipo de memoria estaba sana en HM
- Varios tipos de memoria están en esta categoría:
  - Priming
  - Condicionamiento
  - Habitación
  - Sentibilización
  - Memoria procedural
  - Aprendizaje de habilidades

# Memoria de largo plazo: No declarativa

- La memoria no declarativa también se llama memoria implícita
- No tenemos acceso consciente a la misma
- Este tipo de memoria estaba sana en HM
- Varios tipos de memoria están en esta categoría:
  - Priming
  - Condicionamiento
  - Habituaación
  - Sentibilización
  - Memoria procedural
  - Aprendizaje de habilidades

# Memoria a largo plazo: Aprendizaje de habilidades

- Este tipo de memoria depende de uso extensivo y repetido
- Se da en el ámbito motor (ej. andar en bicicleta), cognitivo (ej. matemáticas) y perceptual (ej. reconocimiento especializado)
- Se mantiene este tipo de memoria en pacientes amnésicos, pero hay un déficit en pacientes con Parkinson y Huntington
- Imagenología muestra activación de los ganglios basales en este aprendizaje
- Otros estudios imagenológicos muestran que en el aprendizaje de una tarea, también cambian las áreas utilizadas en la misma



# Memoria a largo plazo: Aprendizaje de habilidades

- Este tipo de memoria depende de uso extensivo y repetido
- Se da en el ámbito motor (ej. andar en bicicleta), cognitivo (ej. matemáticas) y perceptual (ej. reconocimiento especializado)
- Se mantiene este tipo de memoria en pacientes amnésicos, pero hay un déficit en pacientes con Parkinson y Huntington
- Imagenología muestra activación de los ganglios basales en este aprendizaje
- Otros estudios imagenológicos muestran que en el aprendizaje de una tarea, también cambian las áreas utilizadas en la misma

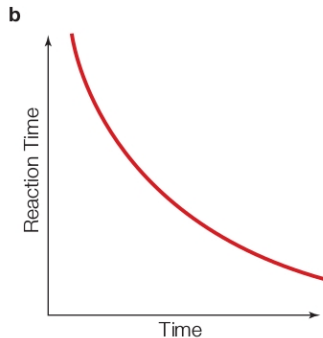
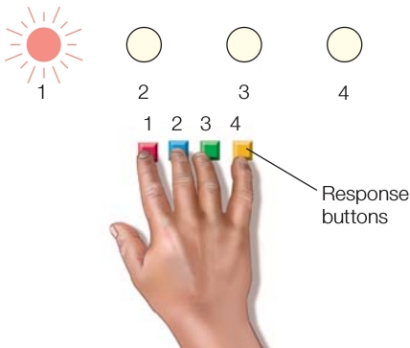
# Memoria a largo plazo: Aprendizaje de habilidades

Un típico experimento involucra una tarea en que hay repetición sin que el sujeto sepa (y se observa mismo efecto en pacientes amnésicos)

**a**

Sequence of flashes: 13432142 **13432142** 13432142

Repeated sequence



# Memoria a largo plazo: Aprendizaje de habilidades

- Este tipo de memoria depende de uso extensivo y repetido
- Se da en el ámbito motor (ej. andar en bicicleta), cognitivo (ej. matemáticas) y perceptual (ej. reconocimiento especializado)
- Se mantiene este tipo de memoria en pacientes amnésicos, pero hay un déficit en pacientes con Parkinson y Huntington
- Imagenología muestra activación de los ganglios basales en este aprendizaje
- Otros estudios imagenológicos muestran que en el aprendizaje de una tarea, también cambian las áreas utilizadas en la misma

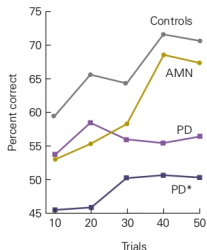
# Memoria a largo plazo: Aprendizaje de habilidades

Aprendizaje cognitivo, requiere aprender relaciones probabilísticas. Dañado en pacientes con Parkinson

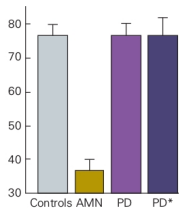
A Prediction task



B Prediction task performance



Declarative memory task performance



# Memoria a largo plazo: Aprendizaje de habilidades

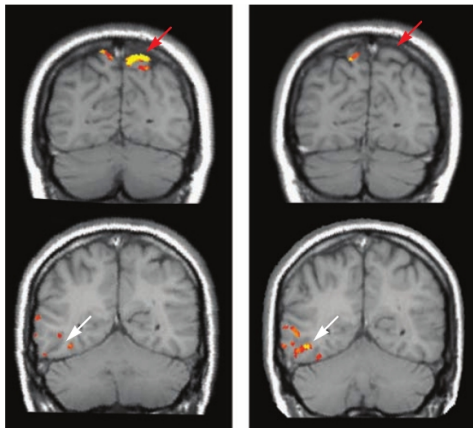
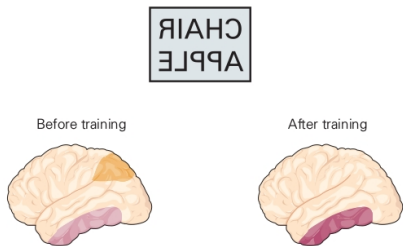
- Este tipo de memoria depende de uso extensivo y repetido
- Se da en el ámbito motor (ej. andar en bicicleta), cognitivo (ej. matemáticas) y perceptual (ej. reconocimiento especializado)
- Se mantiene este tipo de memoria en pacientes amnésicos, pero hay un déficit en pacientes con Parkinson y Huntington
- Imagenología muestra activación de los ganglios basales en este aprendizaje
- Otros estudios imagenológicos muestran que en el aprendizaje de una tarea, también cambian las áreas utilizadas en la misma

# Memoria a largo plazo: Aprendizaje de habilidades

- Este tipo de memoria depende de uso extensivo y repetido
- Se da en el ámbito motor (ej. andar en bicicleta), cognitivo (ej. matemáticas) y perceptual (ej. reconocimiento especializado)
- Se mantiene este tipo de memoria en pacientes amnésicos, pero hay un déficit en pacientes con Parkinson y Huntington
- Imagenología muestra activación de los ganglios basales en este aprendizaje
- Otros estudios imagenológicos muestran que en el aprendizaje de una tarea, también cambian las áreas utilizadas en la misma

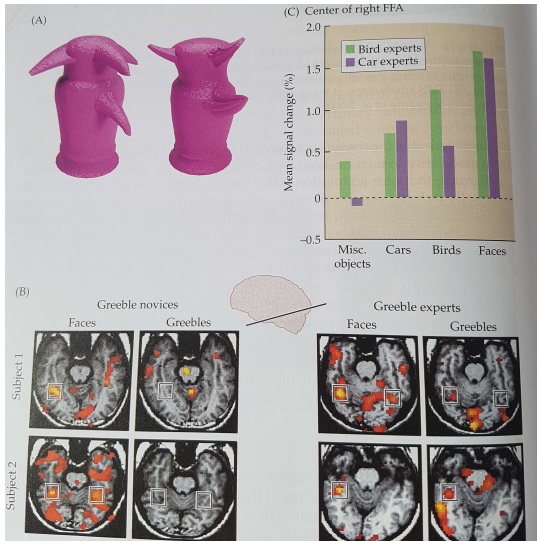
# Memoria a largo plazo: Aprendizaje de habilidades

En este experimento se aprende a leer al revés. La activación parietal involucrada en rotación mental desaparece, se aprende a leer alrevés directamente



# Memoria a largo plazo: Aprendizaje de habilidades

En aprender a reconocer con finesa, aumenta actividad en áreas específicas





# Memoria a largo plazo: Condicionamiento

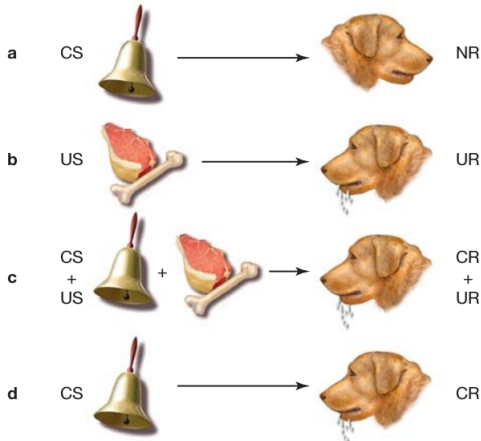
- Dos tipos de condicionamiento; clásico e instrumental
- El famoso experimento de Pavlov es un ejemplo de condicionamiento clásico, se asocia un estímulo a otro
- Paradigma clásico: Air puff conditioning
- Condicionamiento depende del cerebelo
- Trace conditioning depende del hipocampo y aparentemente de estar conciente de la relación
- En el condicionamiento instrumental se asocia un comportamiento a una recompensa o castigo, lo que modifica comportamiento subsiguiente (ej. rata aprende a apretar palanca por comida).
- Condicionamiento instrumental está relacionado al striatum

# Memoria a largo plazo: Condicionamiento

- Dos tipos de condicionamiento; clásico e instrumental
- El famoso experimento de Pavlov es un ejemplo de condicionamiento clásico, se asocia un estímulo a otro
- Paradigma clásico: Air puff conditioning
- Condicionamiento depende del cerebelo
- Trace conditioning depende del hipocampo y aparentemente de estar conciente de la relación
- En el condicionamiento instrumental se asocia un comportamiento a una recompensa o castigo, lo que modifica comportamiento subsiguiente (ej. rata aprende a apretar palanca por comida).
- Condicionamiento instrumental está relacionado al striatum

# Memoria a largo plazo: Condicionamiento

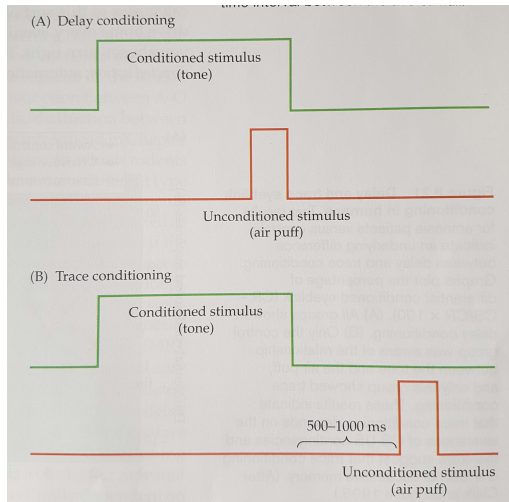
Se asocia estímulo condicionado (CS) a estímulo no condicionado (US) que genera respuesta no condicionada (UR). Termina generándose respuesta condicionada (CR)



# Memoria a largo plazo: Condicionamiento

- Dos tipos de condicionamiento; clásico e instrumental
- El famoso experimento de Pavlov es un ejemplo de condicionamiento clásico, se asocia un estímulo a otro
- Paradigma clásico: Air puff conditioning
- Condicionamiento depende del cerebelo
- Trace conditioning depende del hipocampo y aparentemente de estar conciente de la relación
- En el condicionamiento instrumental se asocia un comportamiento a una recompensa o castigo, lo que modifica comportamiento subsiguiente (ej. rata aprende a apretar palanca por comida).
- Condicionamiento instrumental está relacionado al striatum

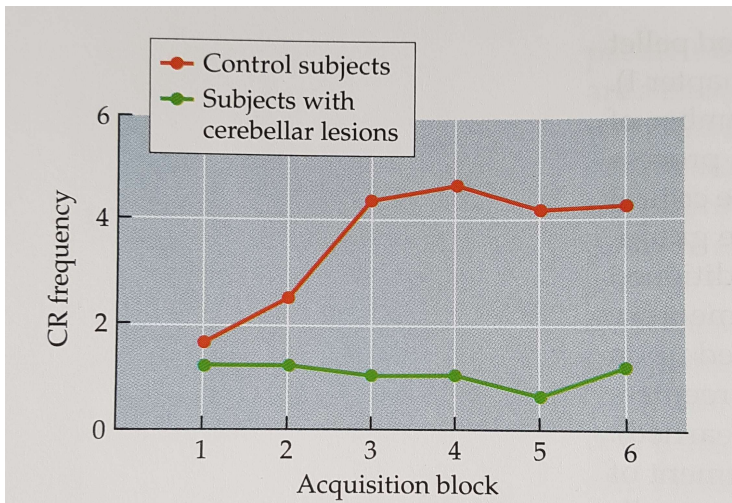
# Memoria a largo plazo: Condicionamiento



# Memoria a largo plazo: Condicionamiento

- Dos tipos de condicionamiento; clásico e instrumental
- El famoso experimento de Pavlov es un ejemplo de condicionamiento clásico, se asocia un estímulo a otro
- Paradigma clásico: Air puff conditioning
- Condicionamiento depende del cerebelo
- Trace conditioning depende del hipocampo y aparentemente de estar conciente de la relación
- En el condicionamiento instrumental se asocia un comportamiento a una recompensa o castigo, lo que modifica comportamiento subsiguiente (ej. rata aprende a apretar palanca por comida).
- Condicionamiento instrumental está relacionado al striatum

# Memoria a largo plazo: Condicionamiento



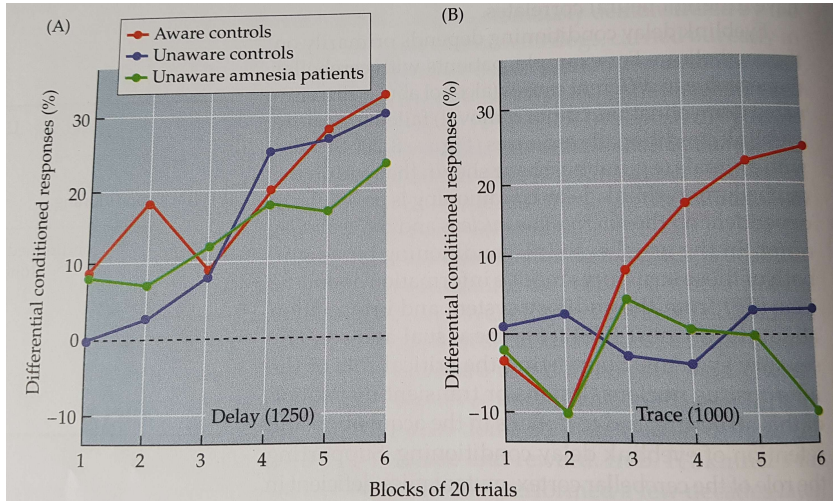
# Memoria a largo plazo: Condicionamiento

- Dos tipos de condicionamiento; clásico e instrumental
- El famoso experimento de Pavlov es un ejemplo de condicionamiento clásico, se asocia un estímulo a otro
- Paradigma clásico: Air puff conditioning
- Condicionamiento depende del cerebelo
- Trace conditioning depende del hipocampo y aparentemente de estar conciente de la relación
- En el condicionamiento instrumental se asocia un comportamiento a una recompensa o castigo, lo que modifica comportamiento subsiguiente (ej. rata aprende a apretar palanca por comida).
- Condicionamiento instrumental está relacionado al striatum



# Memoria a largo plazo: Condicionamiento

Amnésicos y controles que no se dan cuenta conscientemente de relación aprenden en delay-conditioning pero no en trace-conditioning



# Memoria a largo plazo: Condicionamiento

- Dos tipos de condicionamiento; clásico e instrumental
- El famoso experimento de Pavlov es un ejemplo de condicionamiento clásico, se asocia un estímulo a otro
- Paradigma clásico: Air puff conditioning
- Condicionamiento depende del cerebelo
- Trace conditioning depende del hipocampo y aparentemente de estar conciente de la relación
- En el condicionamiento instrumental se asocia un comportamiento a una recompensa o castigo, lo que modifica comportamiento subsiguiente (ej. rata aprende a apretar palanca por comida).
- Condicionamiento instrumental está relacionado al striatum

# Memoria a largo plazo: Condicionamiento

- Dos tipos de condicionamiento; clásico e instrumental
- El famoso experimento de Pavlov es un ejemplo de condicionamiento clásico, se asocia un estímulo a otro
- Paradigma clásico: Air puff conditioning
- Condicionamiento depende del cerebelo
- Trace conditioning depende del hipocampo y aparentemente de estar conciente de la relación
- En el condicionamiento instrumental se asocia un comportamiento a una recompensa o castigo, lo que modifica comportamiento subsiguiente (ej. rata aprende a apretar palanca por comida).
- Condicionamiento instrumental está relacionado al striatum

# Memoria no declarativa: Priming

- El priming es un efecto subconsciente que nos produce el encuentro con un estímulo, y afecta el procesamiento posterior de otros estímulos
- Por ejemplo, si en una tarea cognitiva debe hacerse una elección, el sujeto elegirá con más probabilidad algo que se le presentó subconscientemente en una etapa anterior del experimento
- Hay diferentes tipos de priming:
  - Perceptual
  - Semántico
  - Conceptual

# Memoria no declarativa: Priming

(A)

Time 1

**Read**  
*List A*

element  
corduroy  
pleasant  
technical

**Not read**  
*List B*

pendant  
crocodile  
pillow  
terrain



Time 2

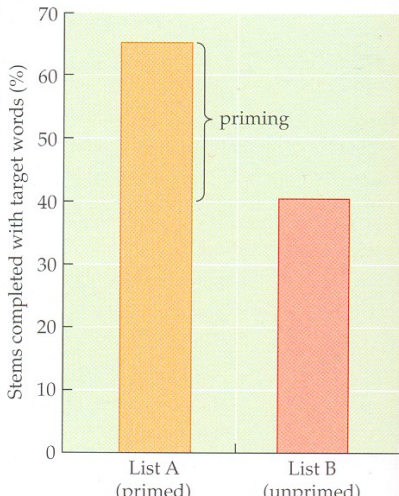
**Test**

ter \_\_\_\_\_  
pen \_\_\_\_\_  
cor \_\_\_\_\_  
tec \_\_\_\_\_  
cro \_\_\_\_\_  
ele \_\_\_\_\_  
pil \_\_\_\_\_  
ple \_\_\_\_\_

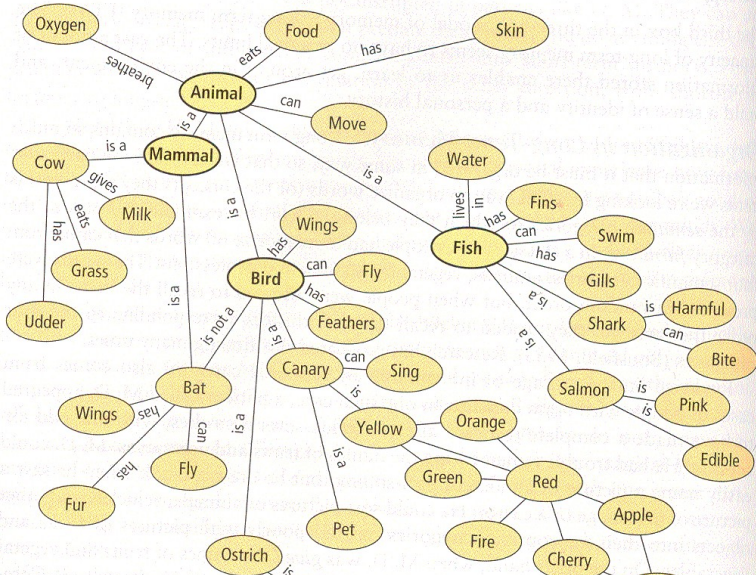
**Instruction:**  
Complete the stems with the first words that come to mind.

(B)

Completion rate

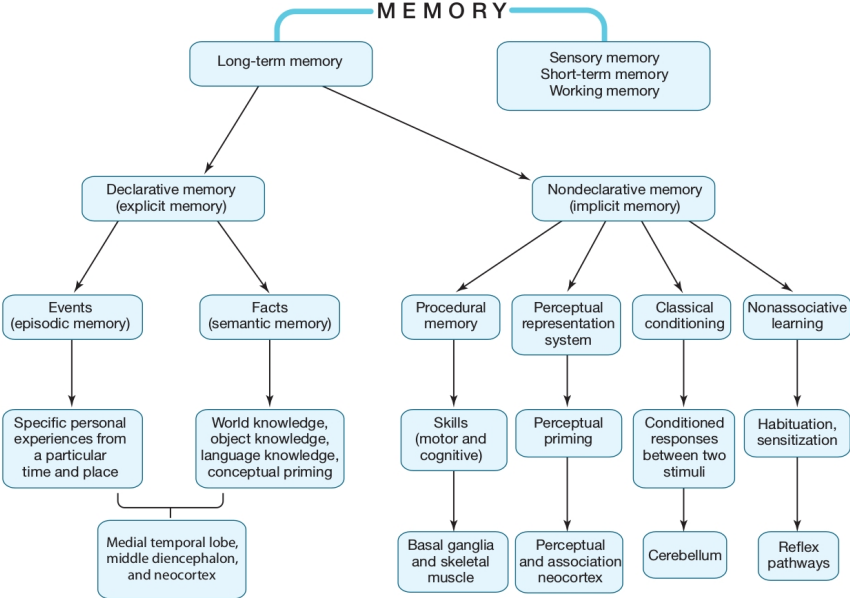


# Memoria no declarativa: Priming



- La memoria consiste de diferentes procesos actuando en conjunto
- Tenemos varios sistemas de memoria independientes, cada uno asociado con diferentes funciones y áreas cerebrales

# Conclusiones





*'Por consiguiente, observaré que, como la mente se halla dotada de la facultad de despertar la idea que le place, siempre que remite los espíritus a la región del cerebro en la que esta idea está colocada, los espíritus despiertan siempre esta idea cuando corren precisamente por las propias huellas y agitan la célula que corresponde a la idea. Mas como su movimiento es rara vez directo y se inclina, naturalmente, a un lado u otro, los espíritus animales van a dar por esta razón a las huellas contiguas y presentan otras ideas relacionadas en lugar de la que el espíritu deseaba considerar en un principio.'*

*'Por consiguiente, observaré que, como la mente se halla dotada de la facultad de despertar la idea que le place, siempre que remite los espíritus a la región del cerebro en la que esta idea está colocada, los espíritus despiertan siempre esta idea cuando corren precisamente por las propias huellas y agitan la célula que corresponde a la idea. Mas como su movimiento es rara vez directo y se inclina, naturalmente, a un lado u otro, los espíritus animales van a dar por esta razón a las huellas contiguas y presentan otras ideas relacionadas en lugar de la que el espíritu deseaba considerar en un principio.'*

*A treatise of human reason, David Hume 1749*