

 Dirección del Área Territorial de Madrid-Norte
CONSEJERÍA de EDUCACIÓN y EMPLEO

Comunidad de Madrid



El Cerebro en la escuela: El papel de la neurociencia en la práctica educativa

Francisco Rodríguez Santos

Eq Específ. Alteraciones Graves del Desarrollo

UAM

I. Plasticidad cerebral

Plasticidad neural

- Propiedad que poseen las células nerviosas de reorganizar sus conexiones sinápticas y modificar los mecanismos bioquímicos y fisiológicos implicados en su comunicación con otras células

Plasticidad neural (II)

- Como respuesta a:
 - Pérdida parcial de sus neuritas
 - Presencia mantenida de cambios en sus aferentes neurales
 - Actuación local sobre ellas de diferentes agentes humorales

Desarrollo del cerebro como andamiaje

- Procesos guiados por los genes
- Procesos expectantes de experiencia
- Procesos dependientes de experiencia

Black et als, 1998

Procesos guiados por los genes

- Sirve para guiar la migración de las neuronas, hacer diana en la mayoría de sus conexiones sinápticas y determinar sus funciones diferenciadas
- Proceso de Canalización en las primeras etapas del desarrollo como resistencia a las influencias del entorno

Procesos expectantes de experiencia

- Corresponde a los denominados periodos “críticos” o “sensibles” y tienen lugar en las edades tempranas del desarrollo del sistema sensorial
- Se prima recibir clases particulares de información del entorno
- Efecto de poda en la sobreabundancia de sinapsis

Procesos expectantes de experiencia (II)

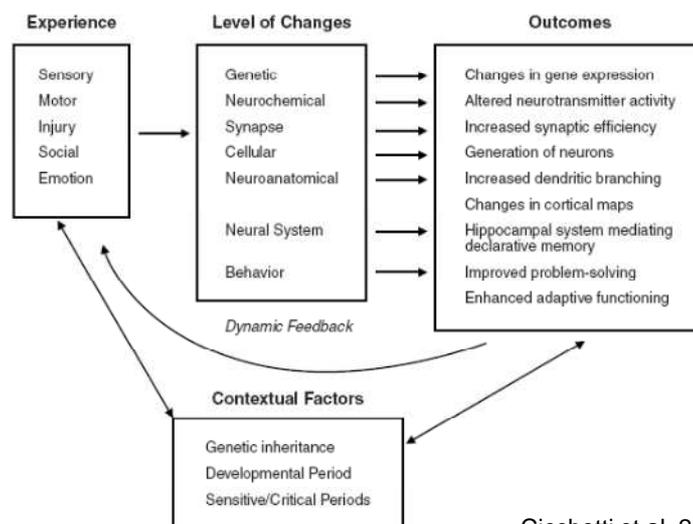
- Las variaciones en la plasticidad neuronal dependiente de experiencia tiene lugar como consecuencia de:
 - Diferencias en la expresión temporal de los receptores que son necesarios para la plasticidad sináptica
 - Diferencias en los factores moleculares que controlan el desarrollo de varias vías neurales
 - Diferencias en el grado de exuberancia o redundancia de las conexiones tempranas

Bavelier and Neville, 2002

Procesos dependiente de experiencia

- Sinaptogénesis generada como respuesta a eventos que provén información que ha de ser codificada en el SN
- Incluye adaptación del cerebro a la información, que es única para cada individuo
- Formación de nuevas conexiones neurales
- No tiene lugar en un intervalo de tiempo determinado sino que ocurre a lo largo de todo el ciclo vital

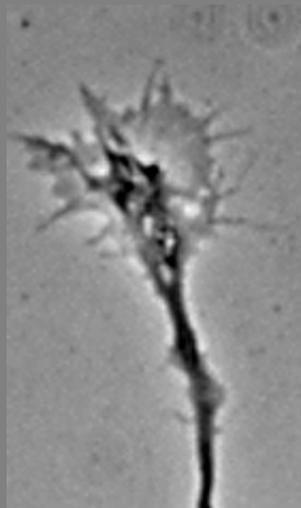
Esquema general plasticidad

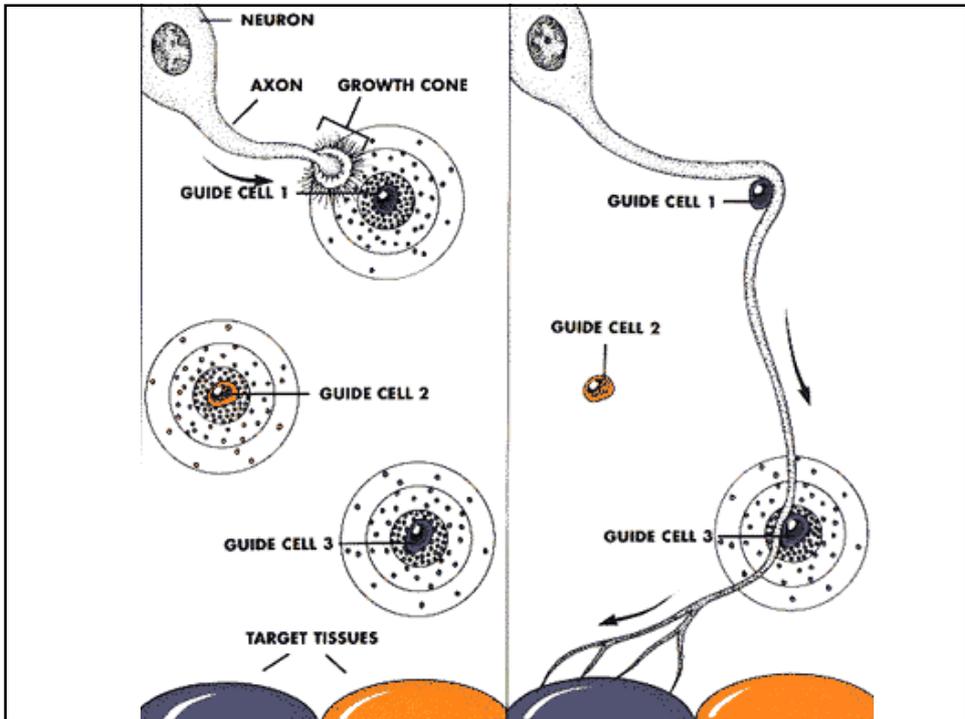
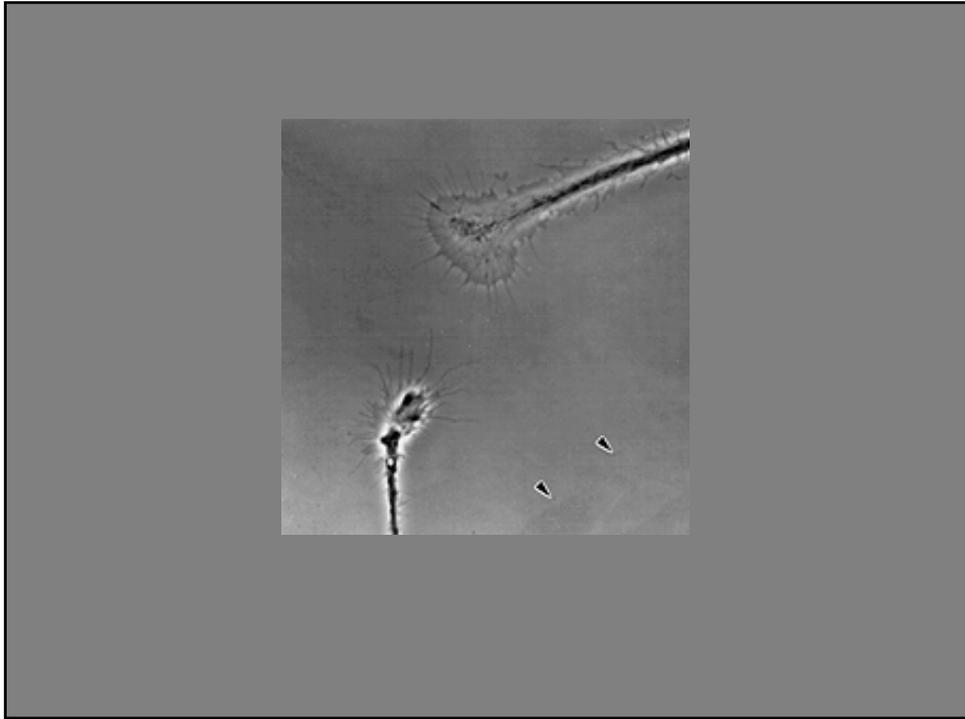


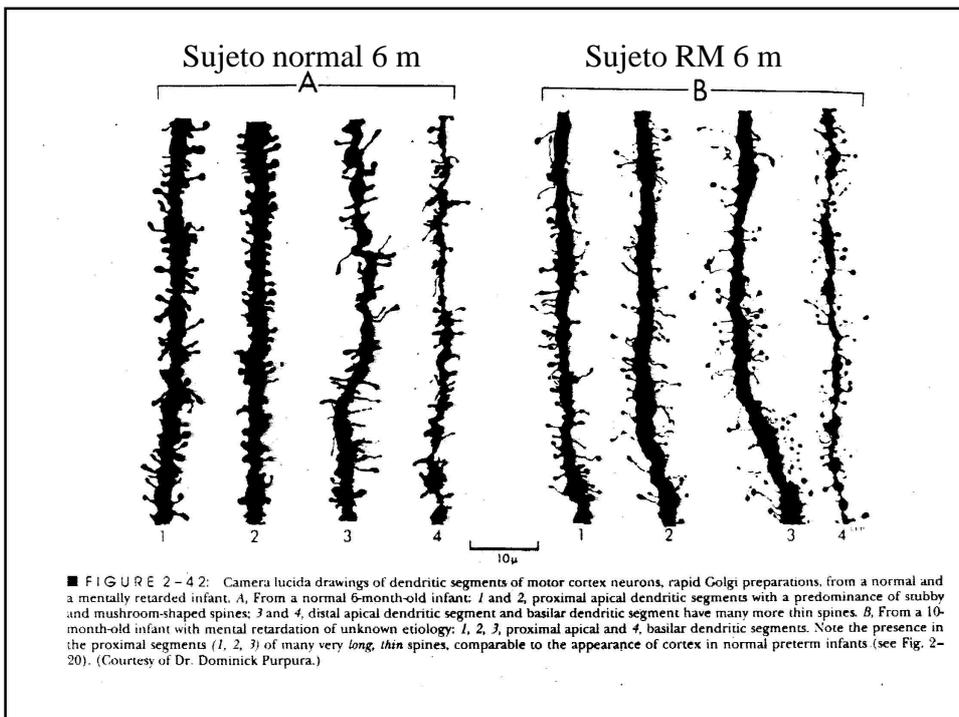
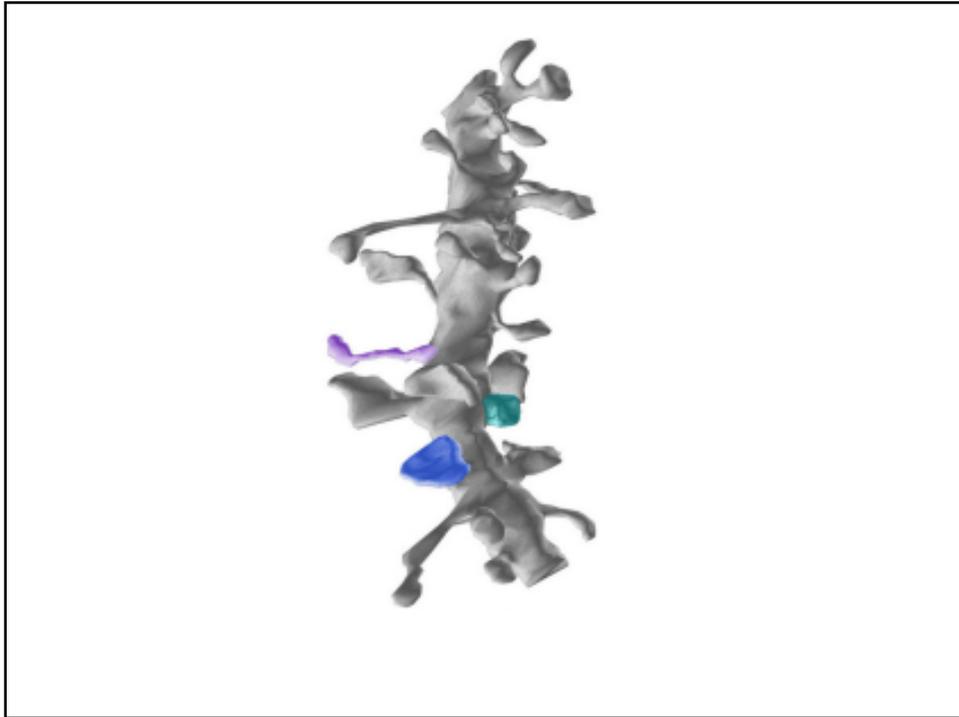
Cicchetti et al, 2006

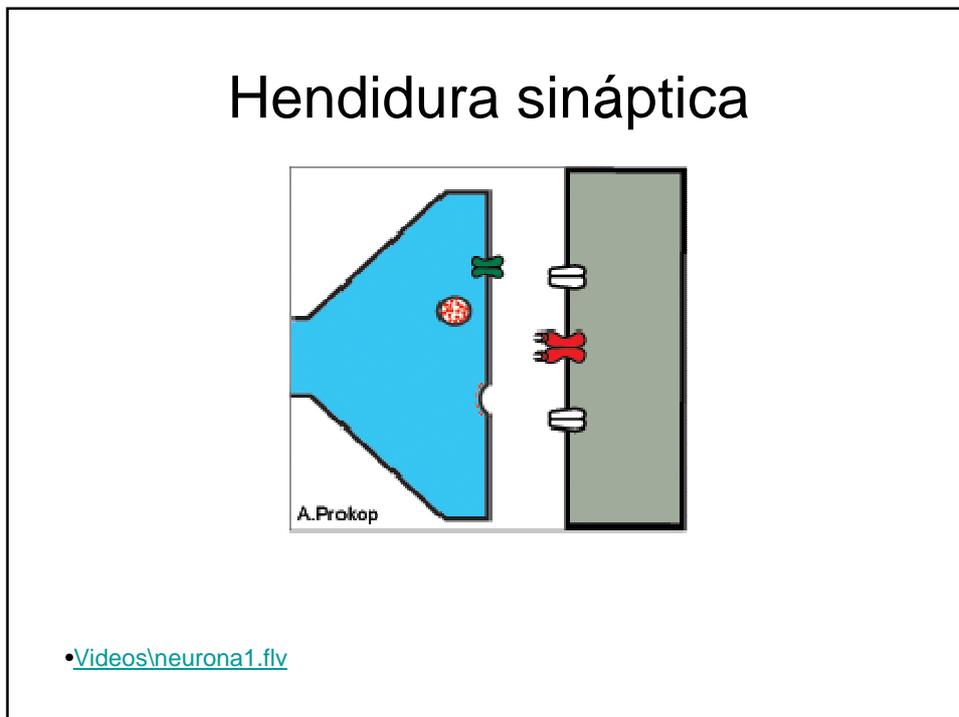
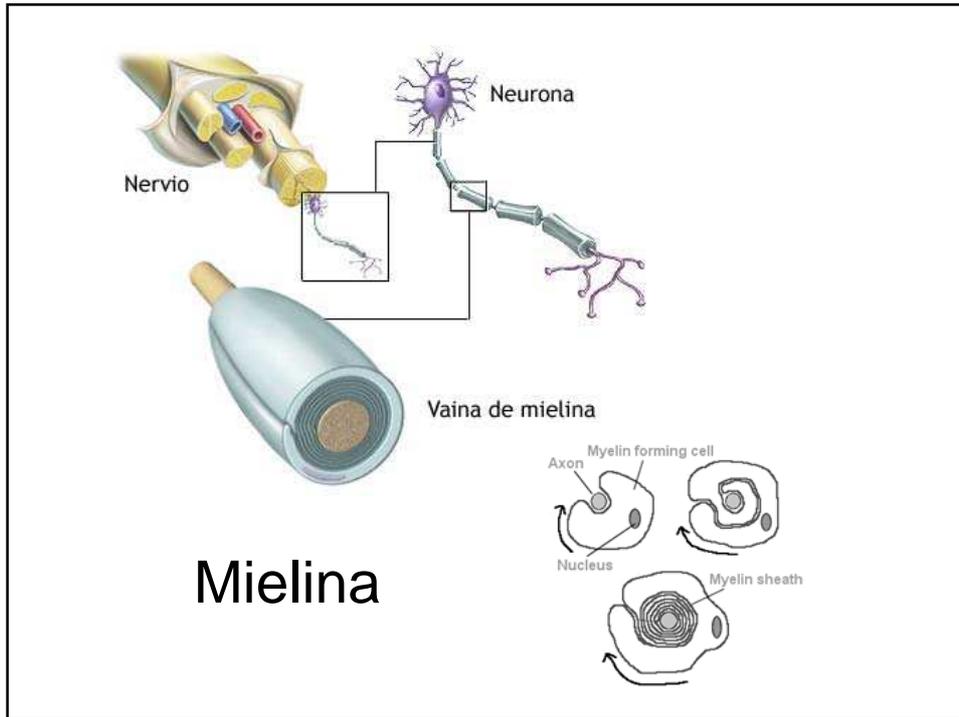
Conducta – plasticidad neural

1. Interacción física con el entorno puede ser importante para el desarrollo humano, autolocomoción componente cognitivo y emocional relevantes
2. Mecanismos:
 1. Modificaciones estructurales en las conexiones neuronales, por expresión génica en el núcleo de la célula, ARNm codifica proteínas necesarias para la formación de nuevas sinapsis y dendritas
 2. Si las neuronas tienen más sinapsis, tienen más oportunidades de participar en redes, siendo más rápidas y eficientes.





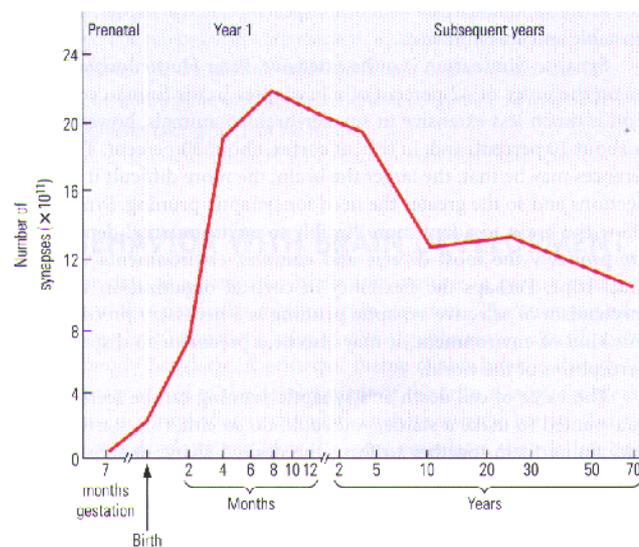


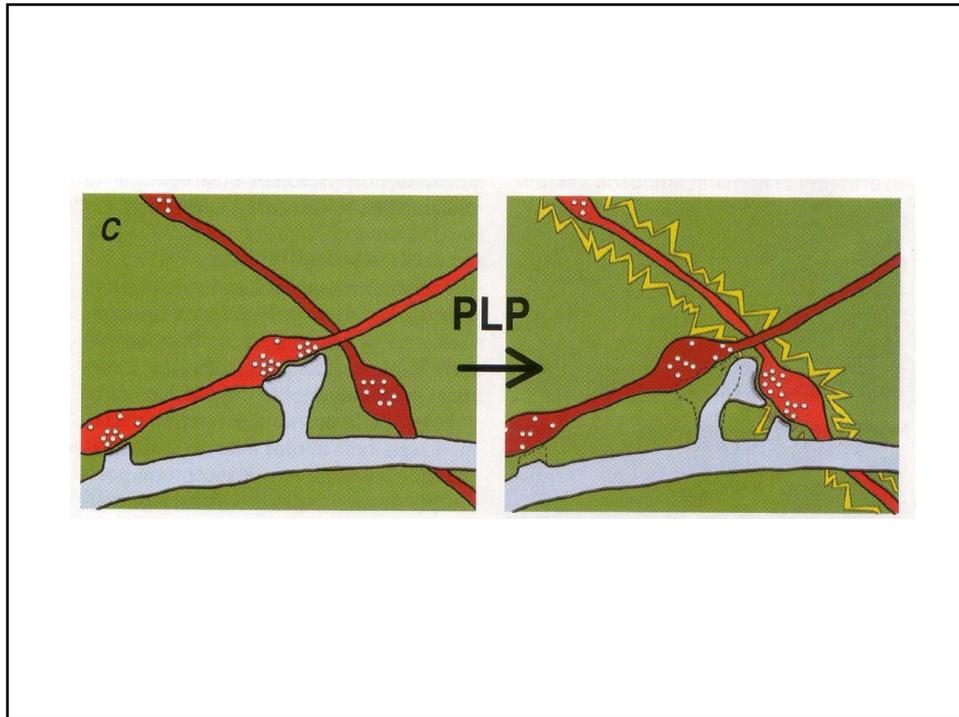


Poda dendrítica



Desarrollo sinapsis



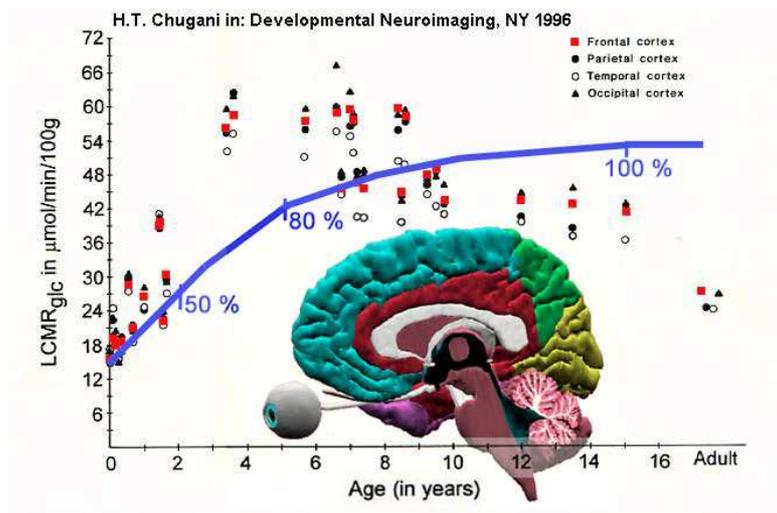


Metabolismo cerebral

- RN: mayor actividad en áreas sensomotoras primarias, núcleos talámicos, tronco del encéfalo y vermis
- 2-3 meses incremento que corresponde a la supresión de los reflejos subcorticales y a la maduración de la integración visuo-motora

Metabolismo cerebral (cont.)

- 8-9 meses incremento metabolismo glucosa en áreas frontales y de asociación
- 24 meses incremento semejante al adulto
- 3-9 años mayor metabolismo que en adulto por sobreproducción de sinapsis



Valores absolutos de glucosa, para diferentes regiones del cerebro por edades

Energía requerida por el cerebro

Body weight (kg)	Brain weight (g)	Brain's energy consumption (kcal/day)	Body's energy consumption (kcal/day)	Energy to brain (% of whole body)
3.5 (newborn, term)	400	118	161	74
5.5 (4-6 months)	650	192	300	64
11 (1-2 years)	1045	311	590	53
19 (5-6 years)	1235	367	830	44
31 (10-11 years)	1350	400	1160	34
50 (14-15 years)	1360	403	1480	27
70 (adult)	1400	414	1800	23

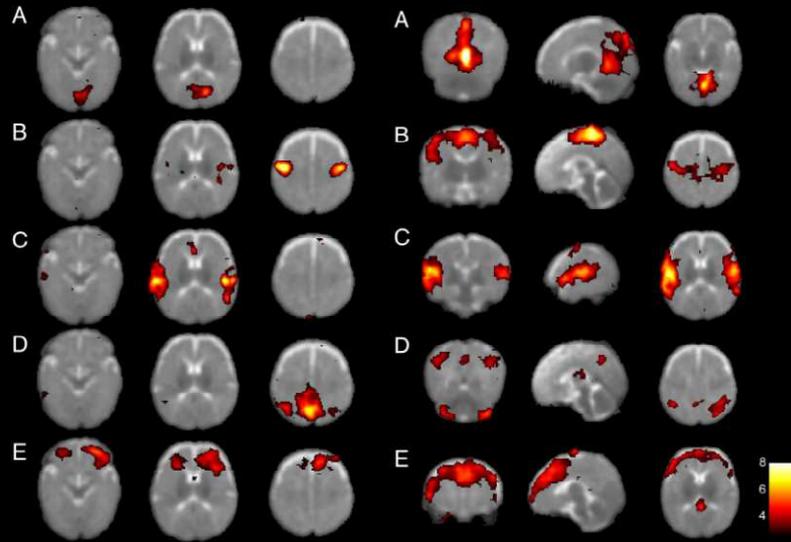
^a Modified from Holliday (1971).

Actividad cerebral en reposo (niños pretérminos)

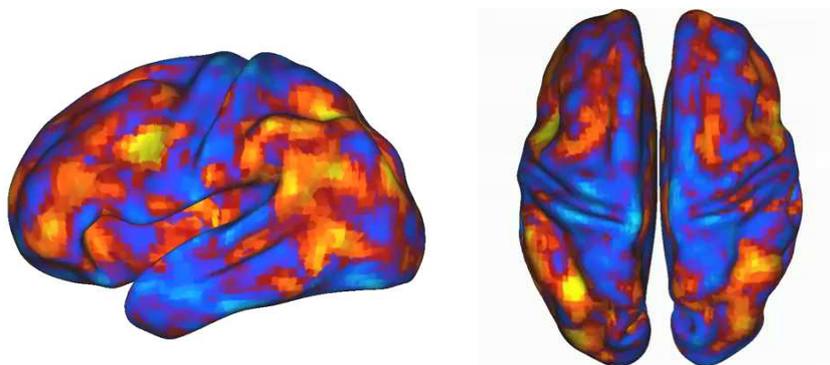
- Sección medial del lóbulo occipital
- Cortex somatomotor bilateral
- Cortex temporal posterior bilateral
- Parte medial posterior y lateral de cortex parietal
- Cortex prefrontal

Fransson et als. 2007

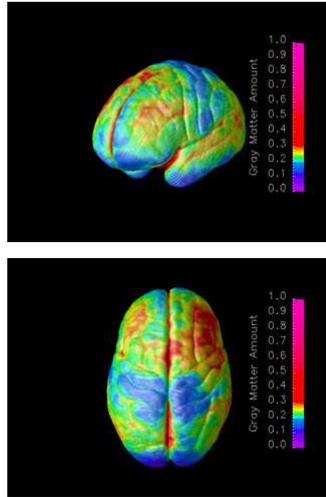
Actividad cerebral en reposo



Actividad espontánea adultos



Maduración cerebral



El proceso de maduración cerebral es de la mielinización progresiva de las vías nerviosas

II. Aprendizaje como plasticidad

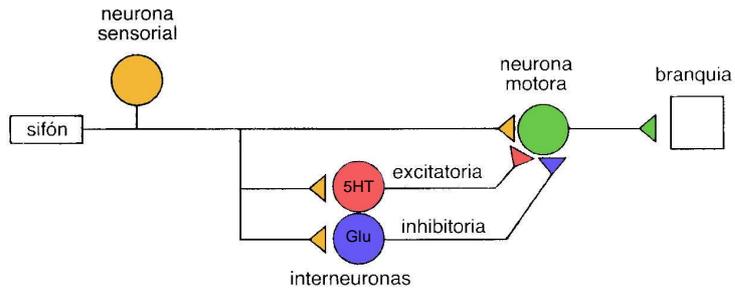
Aprendizaje

- Es el resultado de la integración de toda la información percibida y procesada
- Se manifiesta en modificaciones estructurales en el cerebro
- Concepto de construcción del conocimiento: aprendizaje a través de la acción.

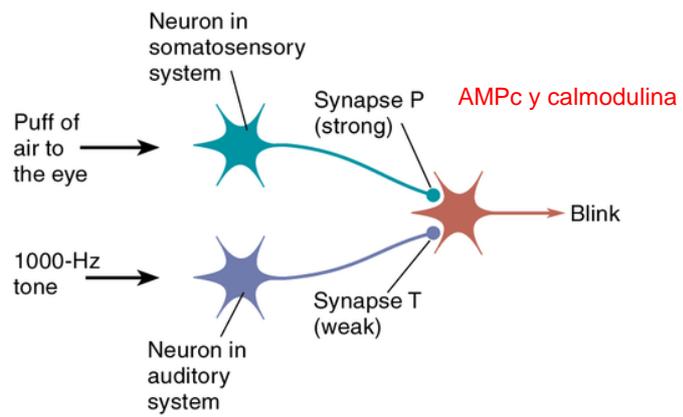
Tipos de Aprendizaje

- No asociativo:
 - Habitación
 - Sensibilización
- Asociativo:
 - Condicionamiento clásico
 - Condicionamiento instrumental
- Aprendizaje social o modelado

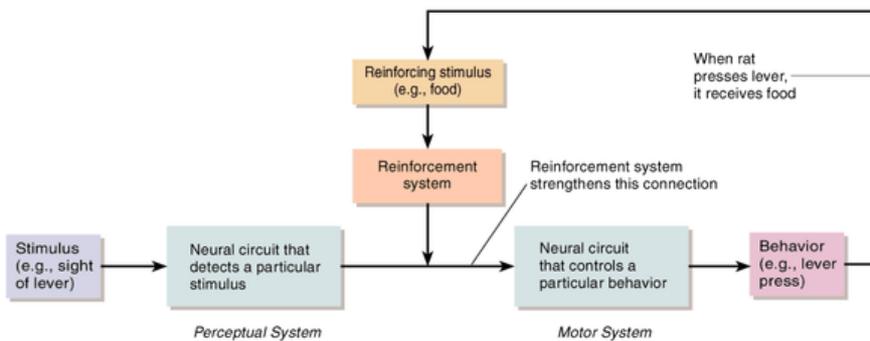
Habitación-sensibilización



Modelo neural condicionamiento clásico



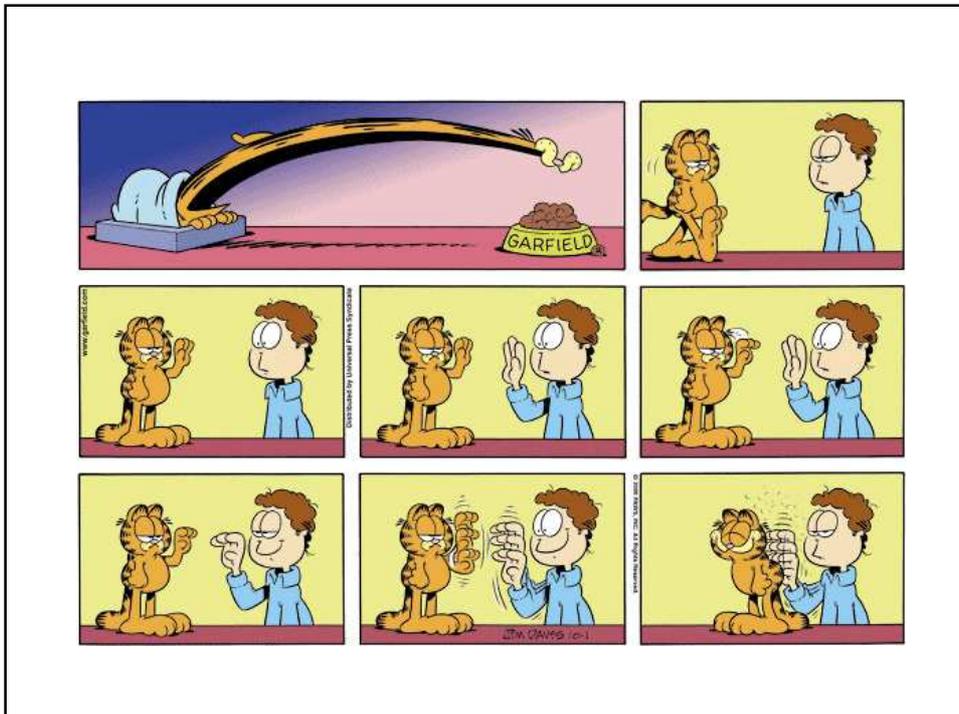
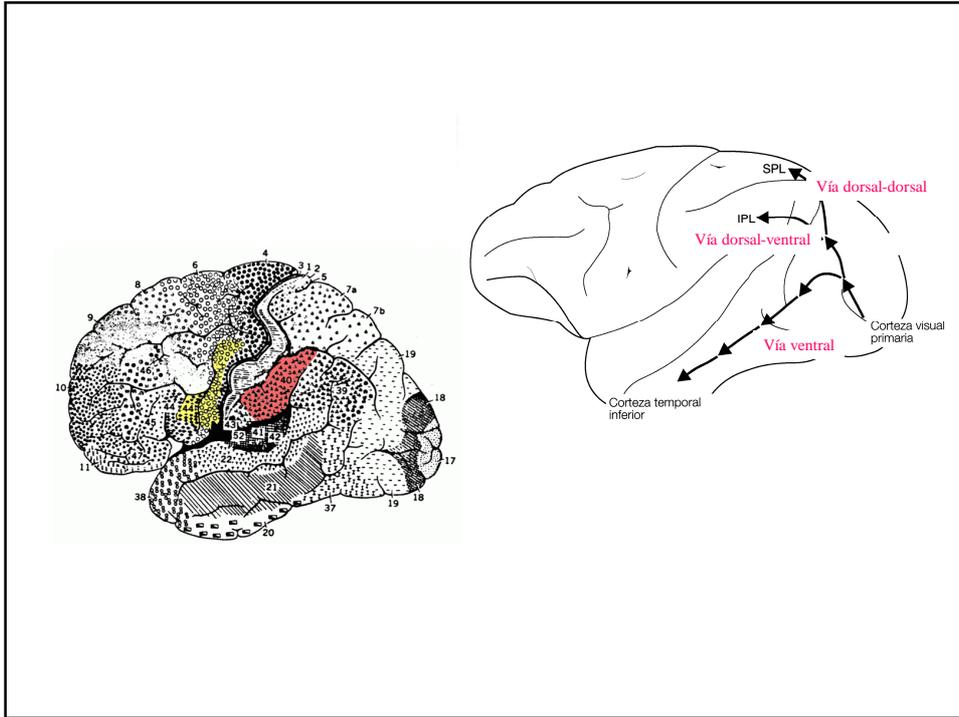
Modelo Neural de Condicionamiento Instrumental



PLP supone la activación simultánea de neuronas post y presinápticas y utiliza mensajeros retrógrados

Imitación y Neuronas espejo

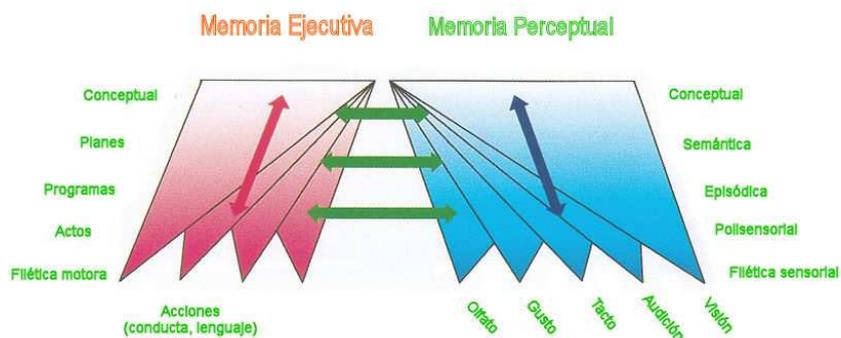
- Existen grupos de neuronas que se activan ante la realización de un movimiento y también ante la observación de ese movimiento por parte de otro individuo
- Las neuronas espejo permiten al sujeto experimentar internamente la conducta observada
- Grupo neuronal como base neurológica de las intenciones, imitación y la empatía



Cómo aprende el cerebro

	Infancia (3-10 años)	Adolescencia temprana (10-13 años)	Adolescencia (13-20 años)
Maduración cerebral	Región frontal del hemisferio izquierdo	<ul style="list-style-type: none"> •Estríado ventral derecho •Cerebelo •Cuerpo caloso •Glándula pineal 	<ul style="list-style-type: none"> •Córtex prefrontal •Cerebelo
Funciones asociadas	Lenguaje (gramática)	<ul style="list-style-type: none"> •Motivación por recompensa •Postura y recompensa •Lenguaje •Sueño 	<ul style="list-style-type: none"> •Funciones ejecutivas •Postura y movimiento
Tiempo óptimo para el aprendizaje	Lenguaje (gramática, acento), Música		

Redes perceptivas y ejecutivas



Fuster, 2003

Niño científico natural

- Psicólogo: qué piensa o siente la gente de su alrededor, y como se relaciona con su propio pensamiento y sentimiento
- Físico: cómo se mueven los objetos e interactúan
- Biólogo: cómo funcionan las cosas vivas, plantas y animales

Gopnik, 2000

Etapas

- 3-10 años
 - Importancia de la calidad de la experiencia en el desarrollo cognitivo, social y emocional a corto plazo
 - Niño no es una tabula rasa, ni siquiera en el nacimiento. (poner imagen de descanso y cerebro)
 - Niño como científico

- 10-20 años
 - a esta edad el cerebro ha de ser entendido como que está “en obras”
 - Mielinización continúa hasta los 20-30 años
 - Segunda ola de cambios estructurales: proliferación y poda, alterando el número de sinapsis entre neuronas
 - Áreas cambio:
 - Estriado ventral derecho (sistema recompensa, conductas de riesgo)
 - Cuerpo calloso
 - Glándula pineal (secrección melatonina (24hs al día durante la adolescencia)
 - Cerebelo (gestos, movimiento y balance)
 - Cortex prefrontal (funciones ejecutivas)
 - Mayor y más rápido crecimiento del hemisferio derecho
 - Activación amígdala compensa hipofunción cortex prefrontal

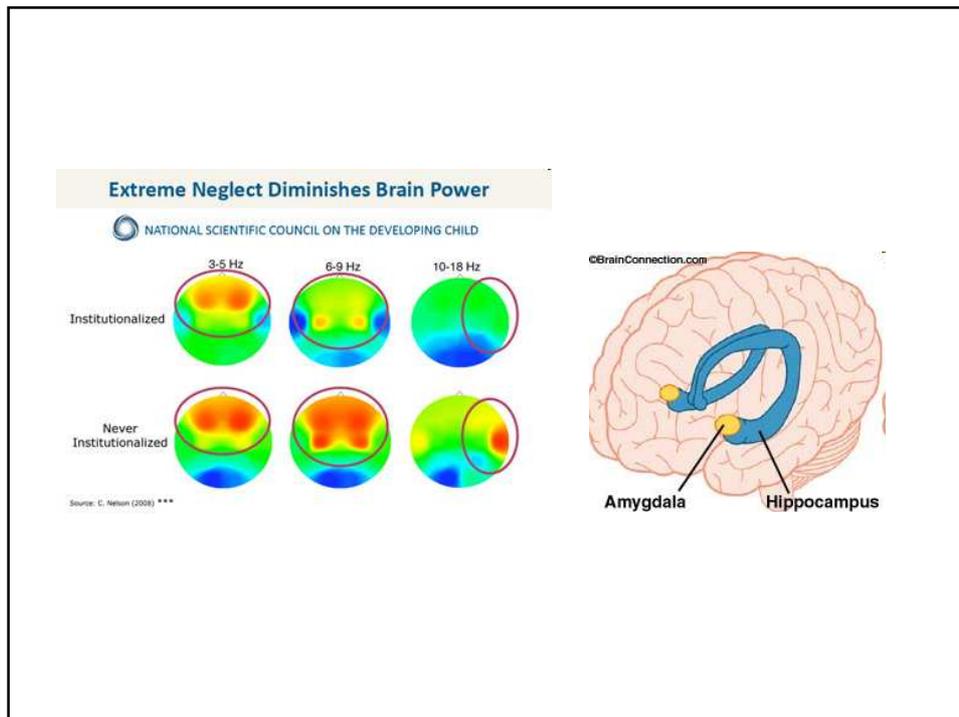
III. Factores que influyen en el aprendizaje

Nutrición

- Desayuno incrementa puntuaciones en test estandarizados y aumento en matemáticas, lectura y vocabulario (Meyers et al. 1989)
- Mejores puntuaciones con cereales que con azúcar o no desayuno (Wesnes et al. 2003)
- Suplemento ácidos grasos mejora rendimiento escolar y conductual en Dispraxia evolutiva (Richardson et al. 2005)

Interacciones sociales

- Trastorno por vinculación en orfanatos rumanos (O'Connor et als. 1999)
- Deprivación social produce reducción oxitocina
- Descubrimiento neuronas espejo (Fadiga et al. 1995)



Regulación de las emociones

- Estados de ansiedad o estrés afecta directamente al aprendizaje y la memoria: adrenalina, noradrenalina y cortisol
- Efecto crónico produce déficit cognitivo y en memoria (McEwen et al. 1995)

Ejercicio Físico

- Ejercicio aeróbico mejora salud cardiovascular
- Incremento puntuaciones en test estandarizados, mejora en funcionamiento áreas fronto-medial y parietal superior (Colcombe et al. 2004)
- Mejora de la ventilación es beneficiosos para la ejecución de los estudiantes

Música

- Incremento de coordinación motora bimanual (bihemisférica) (Winberger, 2004)
- Mayor extensión corteza auditiva

Motivación

- Flujo: estado mental en la que la persona es intrínsecamente motivada para aprender, caracterizado por focalización de la energía, total implicación y óptima realización (Cskszentmihalyi, 1990)

Video juegos

- Mejores habilidades visuales, mejor capacidad para prestar atención a estímulos complejos, atención dividida (Grenn et al, 2003)
- Juegos violentos puede incrementar conducta antisocial (Anderson, 2004)

Sueño

- Papel importante en la neuroplasticidad
- Restauración de las funciones corticales (Horne, 2000)
- Contribuye a la formación de memorias, :
 - sueño de ondas lentas: memoria explícita dependiente de hipocampo
 - Sueño REM: memoria procedimental

IV. Conclusiones para la práctica educativa

- Concienciarse de la importancia de **considerar el cerebro en la práctica educativa** y, que cuando estamos enseñando, modificamos literalmente sus estructuras.
- Tener en cuenta que las dificultades de aprendizaje pueden estar provocadas por **disfunciones cerebrales**, pero que ello no conlleva que no se pueda trabajar para mejorar las capacidades del alumno como así lo demuestran múltiples estudios.
- Considerar que la utilización del potencial de inteligencia del cerebro conlleva presentar **problemas complejos** a los que el alumno ha de dar una respuesta flexible considerando tanto las variables de la situación planteada como su experiencia previa.

- Valorar la importancia de **enseñar formas de responder alternativa** a distintas situaciones de aprendizaje, adquiriendo las capacidades tanto de creatividad como de inhibición de respuestas no adaptativas.
- Analizar la **interrelación percepción-acción** en el alumno para plantear actividades que requieran de retroalimentación constante entre ambos procesos para poder ser resueltas.

- Utilizar los **mapas conceptuales y las redes semánticas** como estrategia de organización del conocimiento y facilitador de su recuperación.
- Ofrecer actividades diversas, no basadas solamente en la rutina, que requieran “**pararse a pensar**” y que se pongan en marcha procesos emocionales y motivacionales como facilitador de la huella de memoria.
- Introducir contenidos educativos implícitos de las **capacidades de metarrepresentación** de los estados mentales de los demás, dentro del trabajo sobre habilidades sociales, no dar por supuesto que el alumno debe entender de forma natural las motivaciones de los otros.

- Cuidar **aspectos básicos** como la alimentación, el ejercicio físico, el sueño y otros, como facilitadores o, en caso contrario, barreras para el aprendizaje del alumno.
- Hacernos conscientes de que una buena competencia en el aprendizaje y la memoria funciona como **factor neuroprotector** para el deterioro cognitivo y que a largo plazo estamos trabajando para favorecer el desarrollo de la persona durante toda su vida.