

Centro de Estudios Públicos
Santiago de Chile
Lunes, 25 de Noviembre de 2013

Neurociencia y Libertad

Joaquín M. Fuster
Semel Institute for Neuroscience
and Human Behavior
University of California
Los Angeles



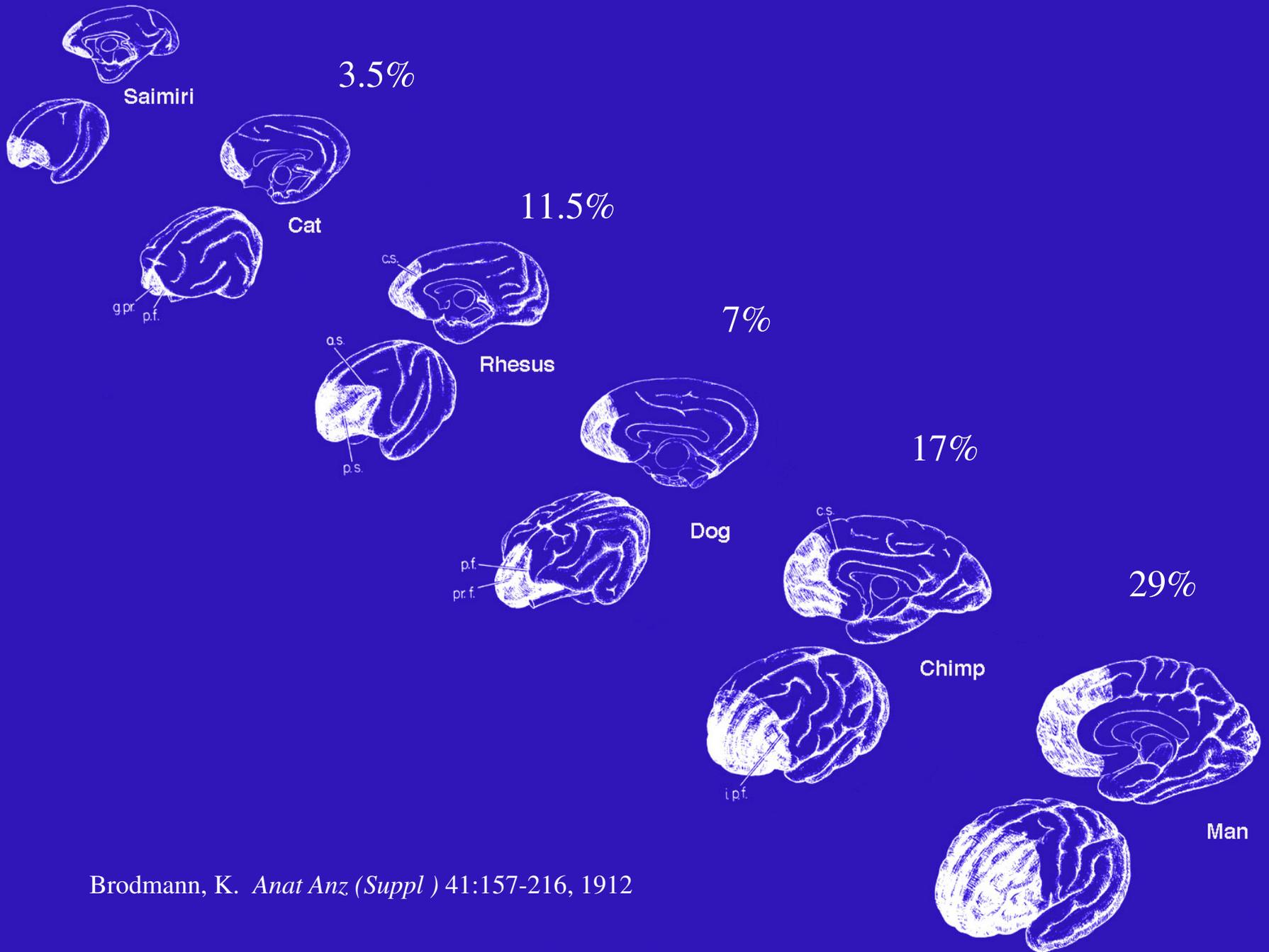
www.joaquinfuster.com

- 1. El cerebro es un sistema adaptativo complejo, el cual con la evolución de la corteza prefrontal se hace **pre-adaptativo**, capaz de anticipar el futuro y así abrir el organismo al propósito, la libertad y la creación.*
- 2. La corteza prefrontal aporta al ser humano dos atributos “liberadores” fundamentales: **(a) la predicción y (b) el lenguaje.***
- 3. Como sea que la evolución es un proceso de cambios a nivel de la población y el ser humano es un animal social, la corteza prefrontal, por medio de la predicción y del lenguaje, ha creado **las instituciones de la libertad.***

1. En sentido estricto libertad es la capacidad de elegir entre alternativas de acción.

2. En términos biológicos, la libertad solamente puede concebirse en el marco de la relación recíproca del organismo con el mundo que lo rodea.

3. A esta relación le damos el nombre de “el ciclo percepción-acción”, el cual es un proceso que circula por la corteza cerebral y por el medio ambiente.



Brodmann, K. *Anat Anz (Suppl)* 41:157-216, 1912

Los temas de hoy:

1. Cómo se forma en la corteza cerebral la infraestructura anatómica de la memoria y el conocimiento.

2. Cómo entran las redes cognitivas corticales el *ciclo percepción-acción* para integrar la conducta, el lenguaje y el razonamiento libres.

➤ **Para crear y elegir libremente, la corteza prefrontal coopera con el resto del neocortex, el cual en su conjunto constituye el caudal de la memoria y del conocimiento del individuo.**

- 1. Memoria “filética” o genética.**
- 2. Memoria personal, cognitiva y emocional.**
- 3. Memoria cultural, ética e histórica.**

Toda memoria individual es asociativa. Se genera por asociaciones entre neuronas corticales, las cuales se organizan a sí mismas (se auto-organizan) para formar amplias redes cognitivas (cógnitos), cada una de las cuales constituye una memoria o un objeto de conocimiento.

MODELOS MODULARES

Las funciones cognitivas y emocionales están localizadas en discretas regiones o módulos del cerebro, cada región dedicada a una función distinta.

Las memorias también están localizadas, cada módulo dedicado a un tipo o sistema de memoria distinto (episódica, semántica, a corto plazo, a largo plazo, espacial, emocional, memoria de trabajo...).

MODELO RETICULAR

1. La memoria y el conocimiento consisten en redes corticales ampliamente distribuidas, solapadas e interactivas entre sí, a las que llamamos *cógnitos*.

2. En virtud de sus relaciones mutuas, una neurona o grupo de neuronas prácticamente en cualquier lugar de la corteza puede formar parte de muchos *cógnitos*, a saber, de muchas memorias u objetos de conocimiento.

3. Todas las funciones cognitivas--atención, percepción, memoria, lenguaje e inteligencia--dependen de transacciones nerviosas entre *cógnitos*.

Neurobiología del Desarrollo
Psicología del Desarrollo
Neuropsicología Clínica
Neurobiología de Invertebrados
Neuroquímica
Electrofisiología Cortical
Neuro-Imagen (PET, fMRI)

J M Fuster *Cortex and Mind*, Oxford, 2003

J M Fuster “Cortex and Memory: Emergence of a New Paradigm”

Journal of Cognitive Neuroscience, 21:2047-2072, 2009.



Las memorias *son* redes ampliamente distribuidas de conexiones sinápticas entre neuronas moduladas por la experiencia

Memoria ejecutiva
en corteza frontal

Memoria perceptiva
en corteza posterior

Las redes se entrecruzan y solapan enter sí, de tal manera que una neurona puede formar parte de muchas redes y, por lo tanto, de muchas memorias



*“Quae simult sunt a phantasia comprehensa
si alterutrum occurrat, solet secum alterum
representare”*

(De dos cosas que han sido simultáneamente
aprehendidas, si una de ellas ocurre, usualmente
evoca la representación de la otra)

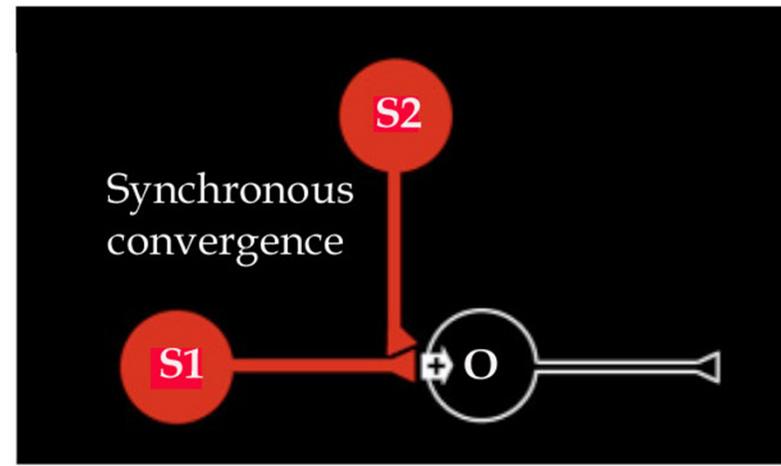
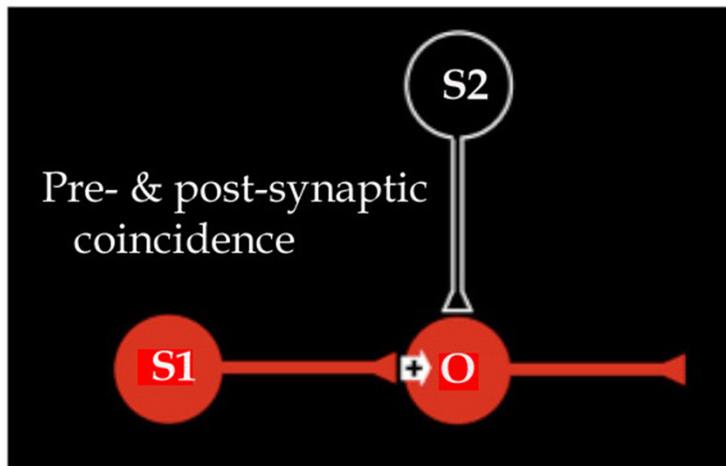
JUAN LUIS VIVES, 1538

“ El perfeccionamiento funcional acarreado por el ejercicio (educación física, operaciones de hablar, escribir, tocar el piano, maestría en la esgrima, etc.) ... [se debe a] ... la creación de nuevos apéndices celulares ... susceptibles de mejorar el ajuste y la extensión de los contactos, y aun de organizar relaciones absolutamente nuevas entre neuronas primitivamente inconexas.”

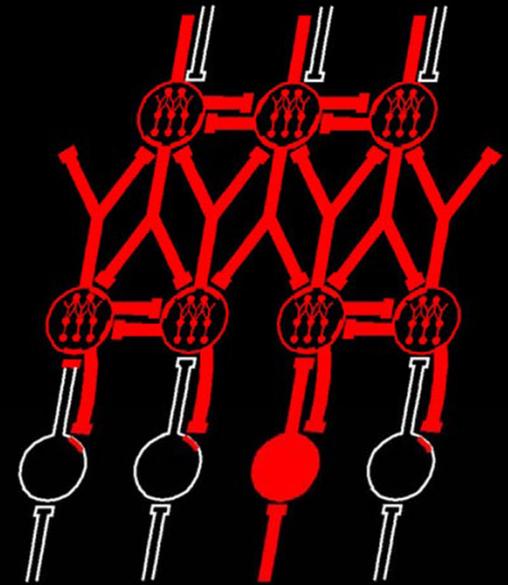
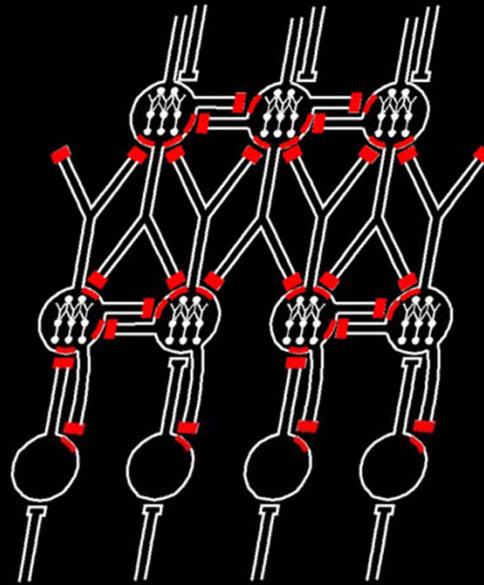
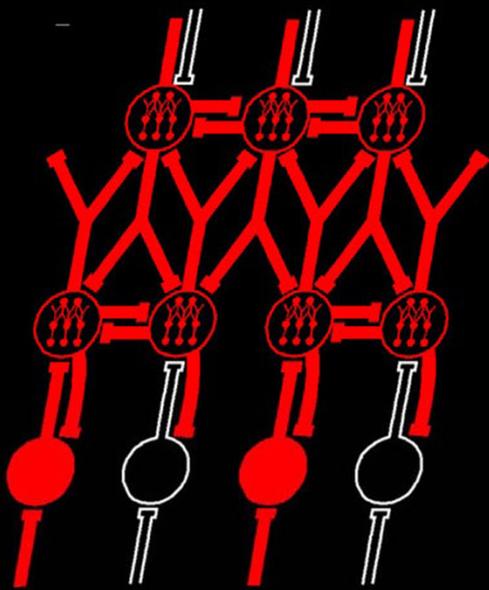
(CAJAL, en *Recuerdos de mi Vida*, Pueyo, Madrid, 1923, p.288, resumiendo su labor teórica en 1894.

Donald O. Hebb. *The Organization of Behavior*
New York: John Wiley & Sons, 1949.

Friedrich A. Hayek. *The Sensory Order*
Chicago: University of Chicago Press, 1952.



“Cells that fire together wire together”



View key

Touch key

Latent cognit “Key”

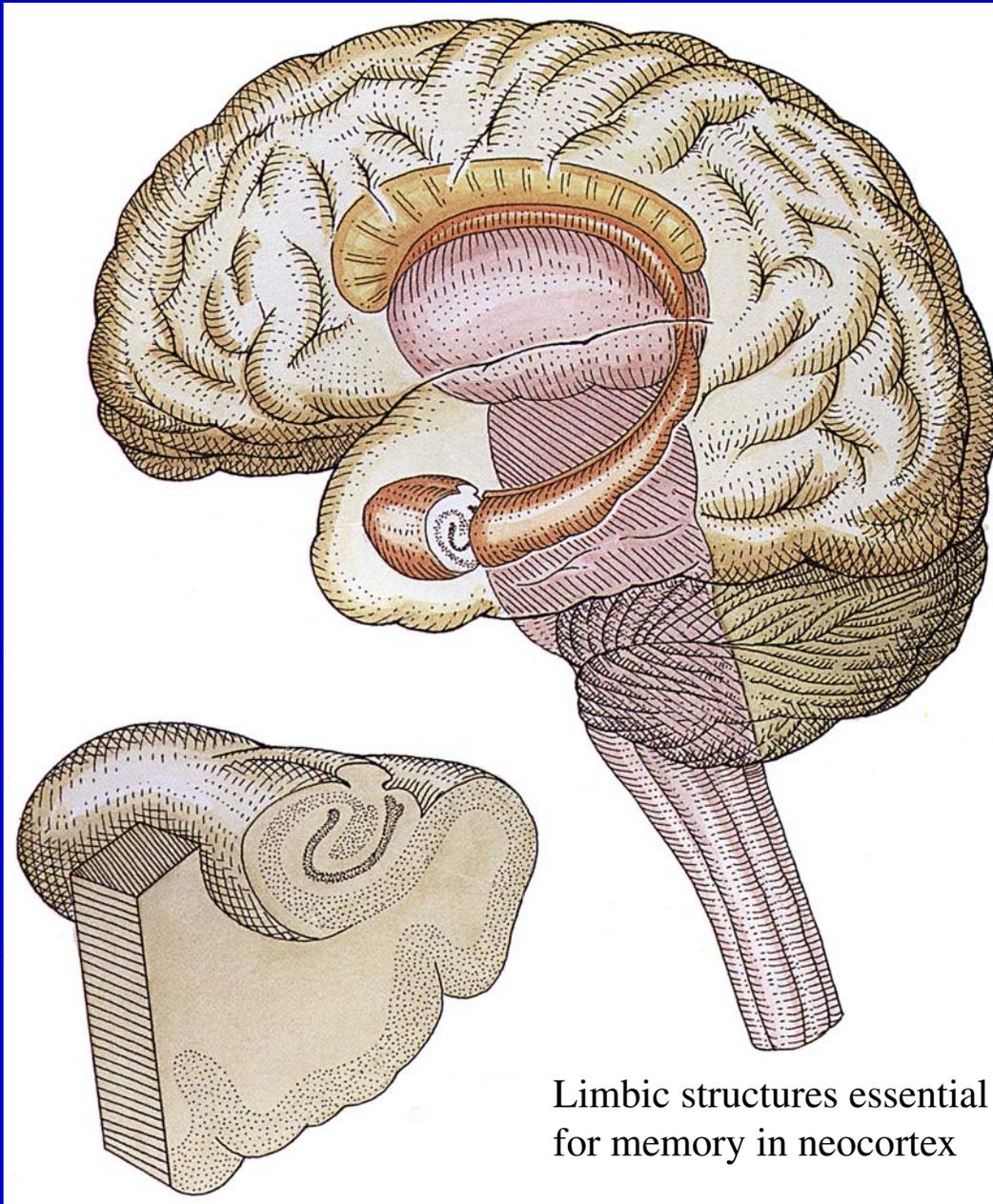
Touching key ignites entire cognit “Key”

***“Caminante, son tus huellas
el camino, y nada más ;
caminante, no hay camino.
Se hace camino al andar.”***

***“Wanderer, your footprints
are the trail, and nothing else;
wanderer, there is no trail.
Trail is made by walking.”***

**Antonio Machado: Campos de
Castilla**

(SELF-ORGANIZATION)



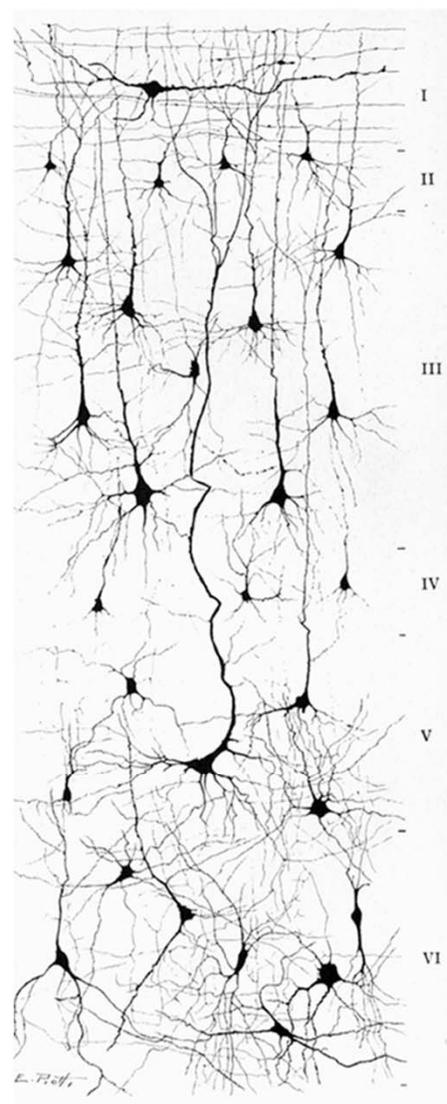
Scoville & Milner 1957
Corkin 1984
Squire 1987
Cohen & Eichenbaum 1993

Limbic structures essential
for memory in neocortex

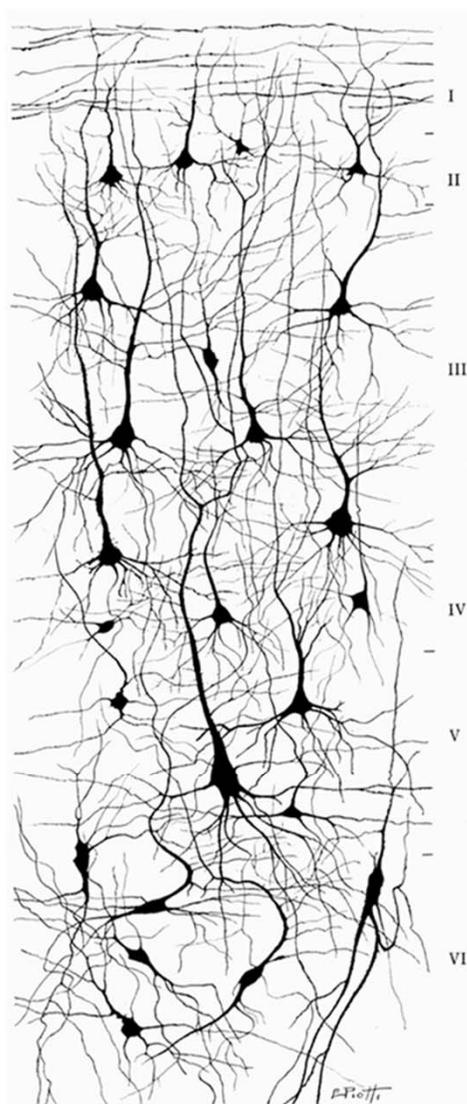
A medida que se adquieren con la experiencia, las memorias y el conocimiento siguen en la corteza tres gradientes estructurales, desde la corteza primaria sensorial o motora hacia la corteza de asociación superior. Los tres gradientes son tangenciales a la superficie de la corteza y están definidos anatómicamente por:

- a) La evolución*
- b) La conectividad innata del individuo*
- b) El desarrollo post-natal de fibras conectivas (mielinización, etc.)*

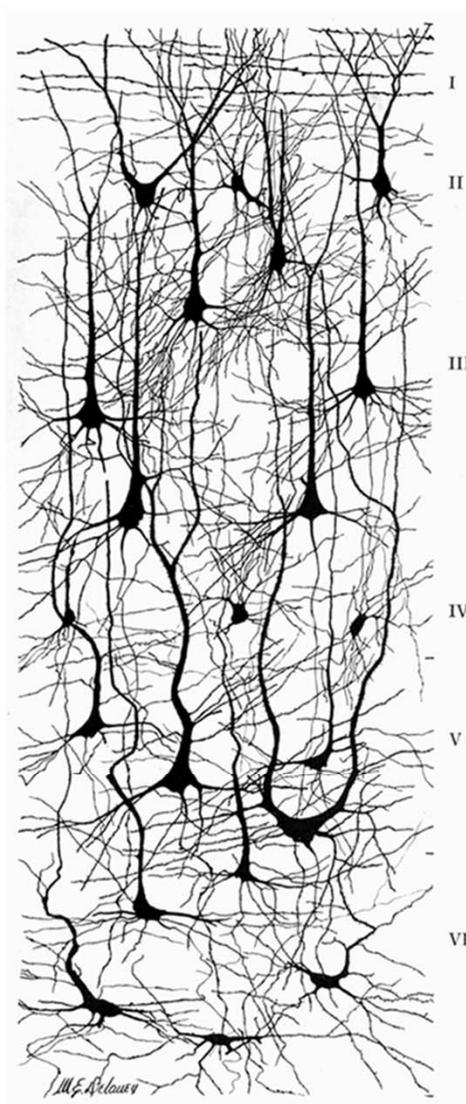
Cada nueva memoria sigue estos gradientes, asociando a niveles bajos sensaciones o movimientos simultáneos y asociándose a niveles altos con memorias y conocimientos preexistentes.



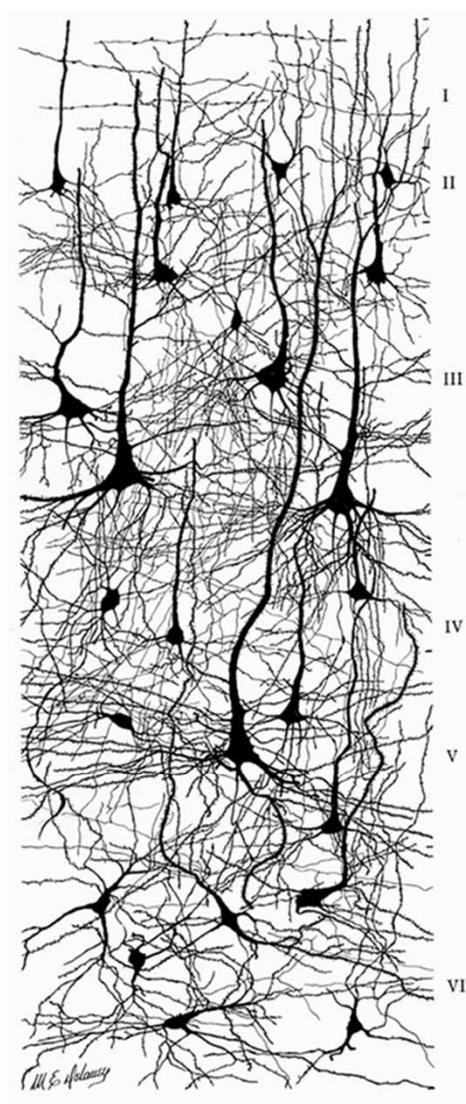
3 mo.



6 mo.

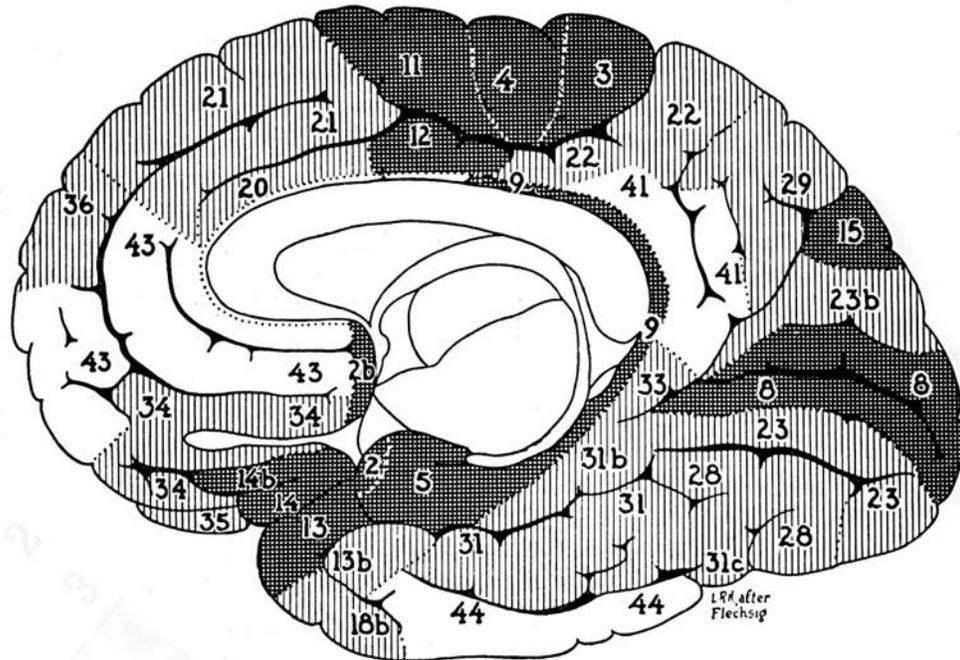
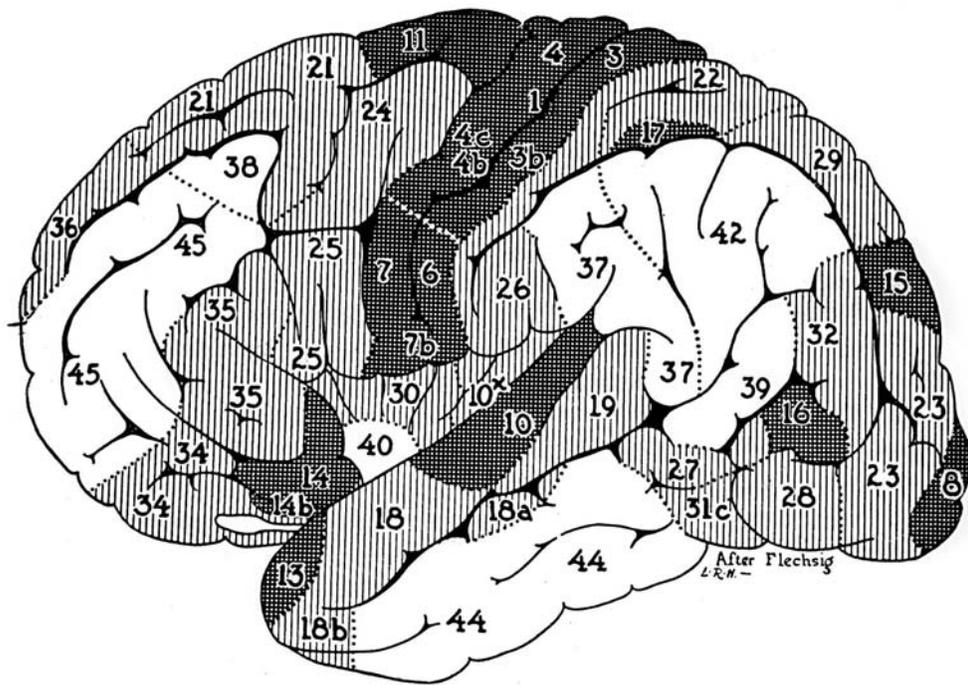


15 mo.



24 mo.

Order of maturation of cortical areas



Gibson 1991
Sowell et al 1999
Bartzokis 2003
Gillery 2005

Bonin, G. von, *Essay on the Cerebral Cortex*, C.C. Thomas, 1950

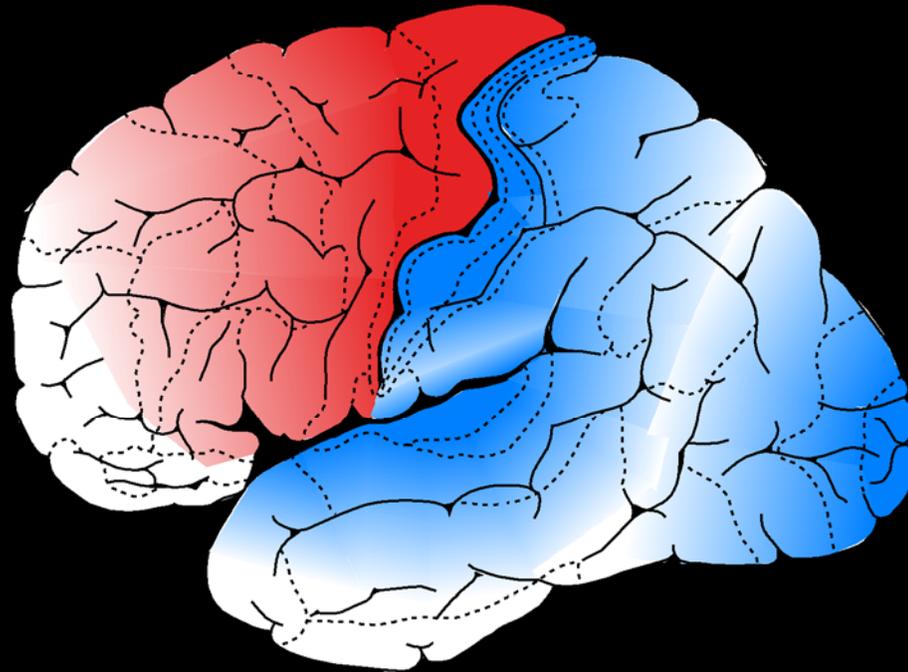
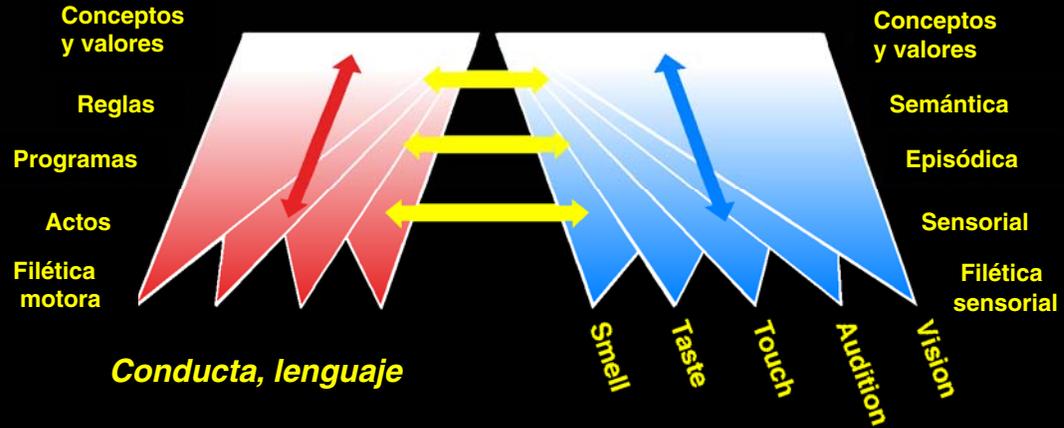
☞ A medida que se forman, las redes de memoria o cognitos se van depositando a distintos niveles de una jerarquía de memoria perceptiva en corteza posterior y una jerarquía de memoria ejecutiva en corteza frontal.

☞ En niveles bajos se depositan las memorias y conocimientos perceptivos o ejecutivos concretos; a niveles más altos, las memorias episódicas y semánticas. En los niveles más altos, en corteza asociativa superior, se depositan los conceptos, los esquemas de acción y los valores elevados.

*Organización de la Memoria y del
Conocimiento
en la Corteza Cerebral*

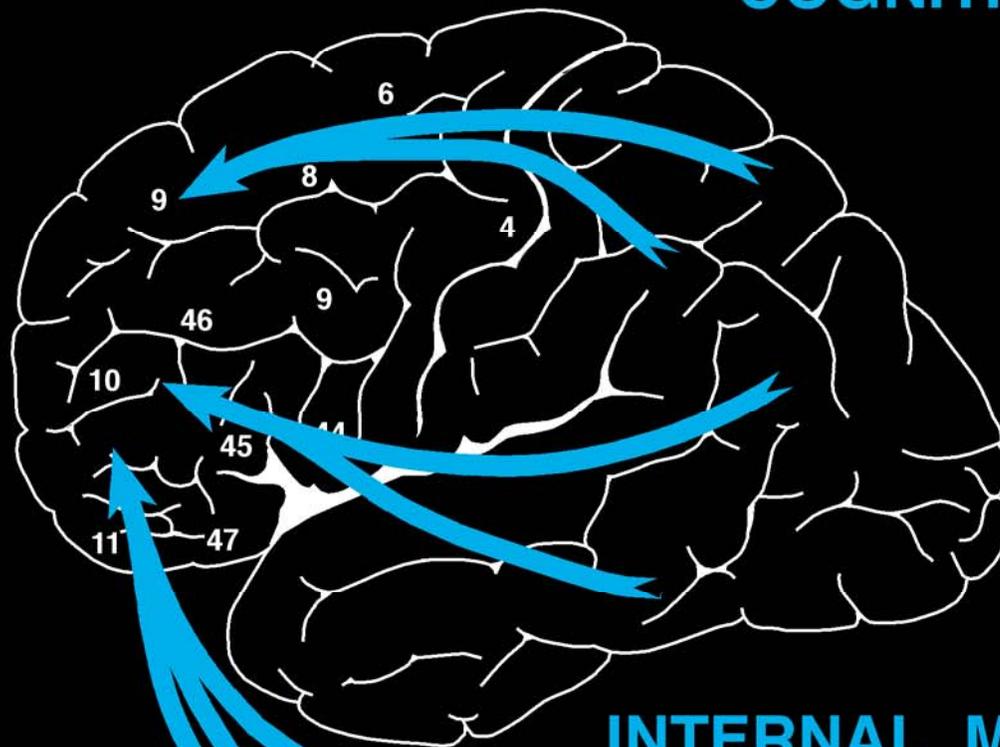
Memoria ejecutiva

Memoria Perceptiva



*Inputs to frontal executive networks at
the top of the Perception-Action Cycle*

COGNITION



INTERNAL MILIEU

Amygdala - Hippocampus

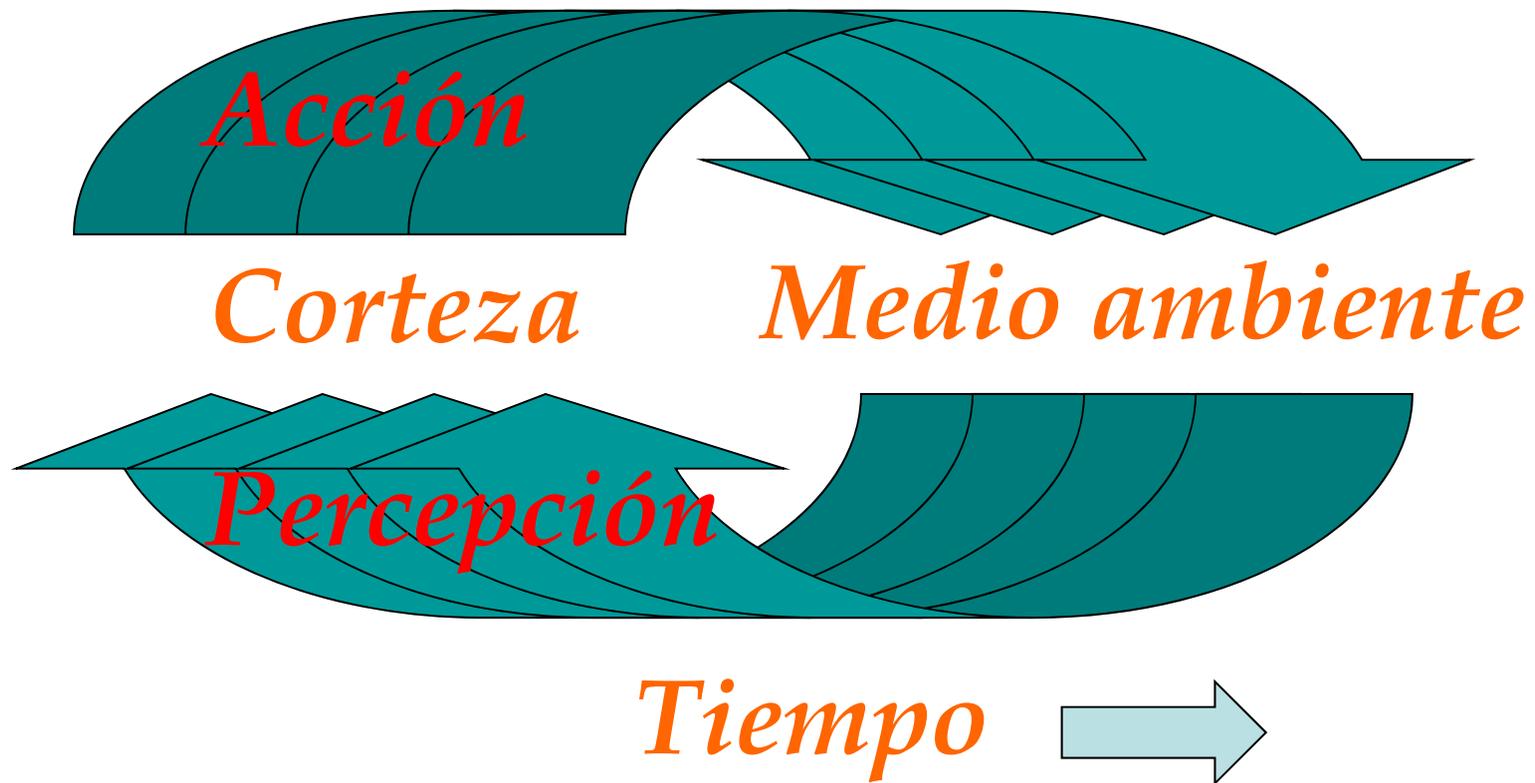
Thalamus - Hypothalamus

Mesencephalon

El substrato biológico de la libertad:

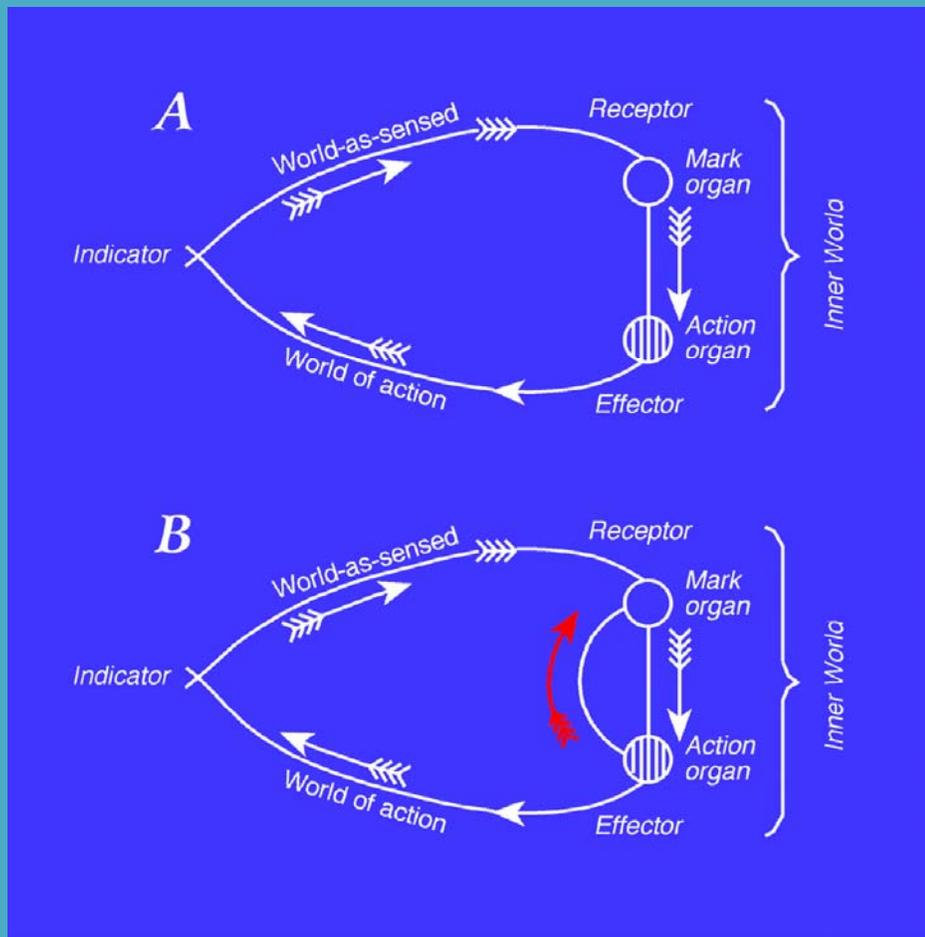
El Ciclo Percepción-Acción

El ciclo percepción-acción es el ciclo dinámico cibernético que enlaza el organismo con el medio ambiente en la conducta y el lenguaje dirigidos a su objetivo.

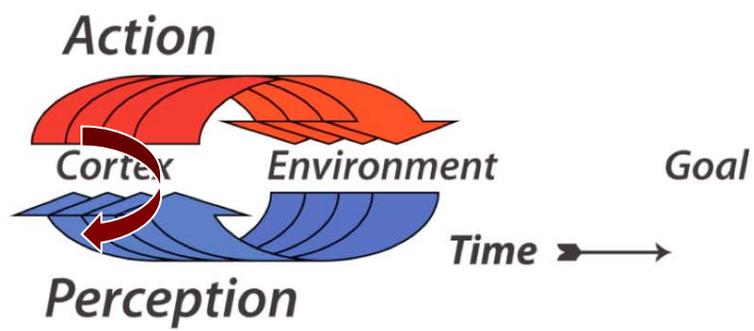


➤ En el humano, el ciclo percepción-acción es más largo que en especies inferiores, porque el ciclo de adaptación es más largo: **sus objetivos están en un futuro lejano.**

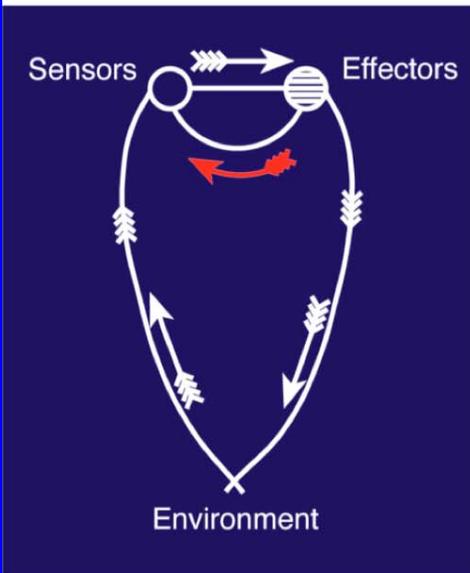
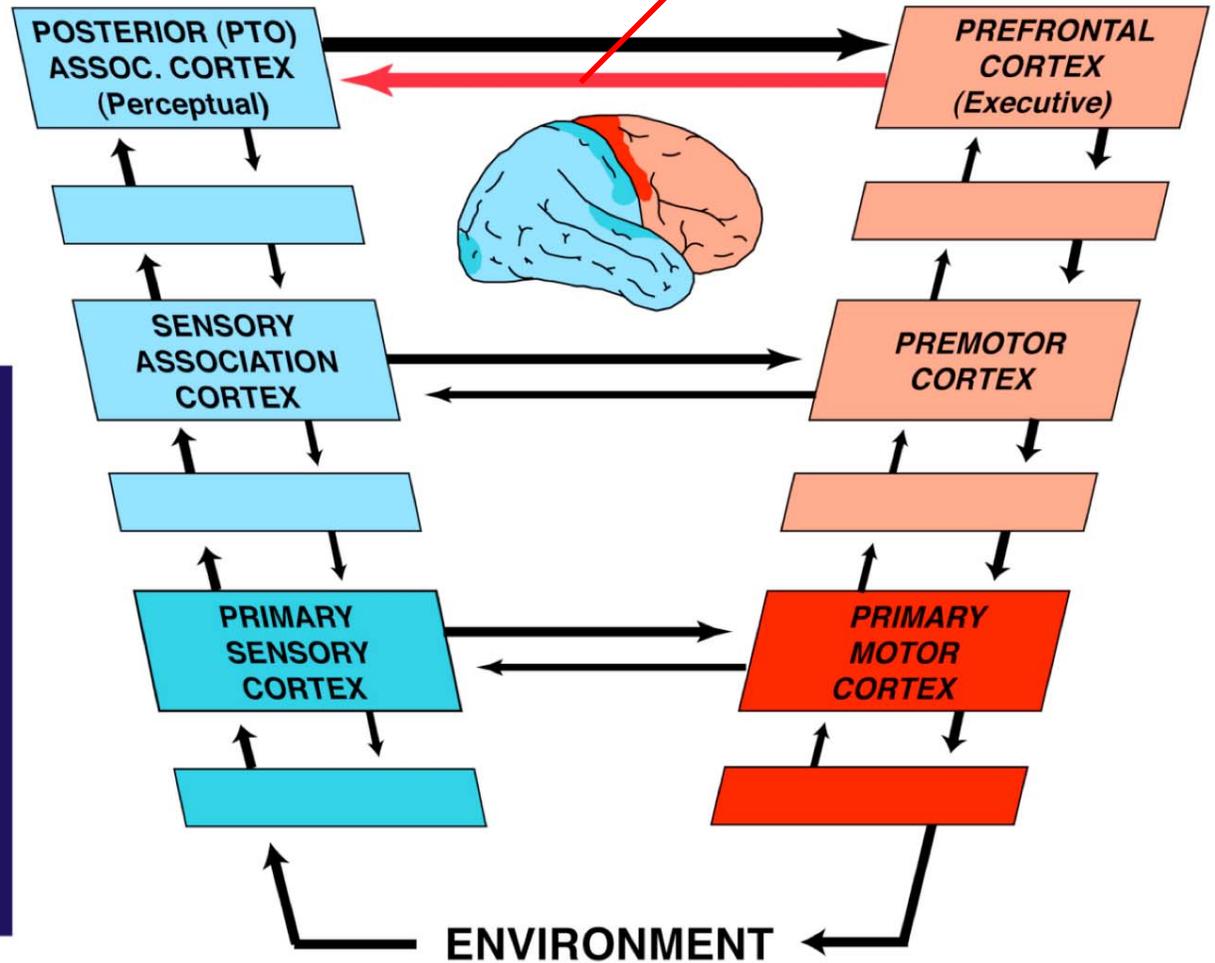
➤ En el humano, el ciclo involucra en el medio ambiente a otros seres humanos y está fuertemente modulado por dos atributos de la memoria evolutiva: **confianza y afiliación.**



Uexküll's diagram of the organism's adaptive relationship with its environment. In his own words: (A) "The inner world is divided into two parts; one, that receives the impressions, faces the world-as-sensed, and the other, that distributes the effects, faces the world of action." (B) "In the highest animals, however, the creature's own action-rule penetrates further into the world-as-sensed, and *there, assumes direction and control* (my italics) . . . A new circle (red arrow) is introduced within the animal's own central organ for the support of the external function-circle, and this connects the action organ with the mark-organ." (From von Uexküll, 1926, pp. 155-157).



Control Cognitivo



Control Cognitivo

Atención Ejecutiva

Decisión

Memoria de Trabajo

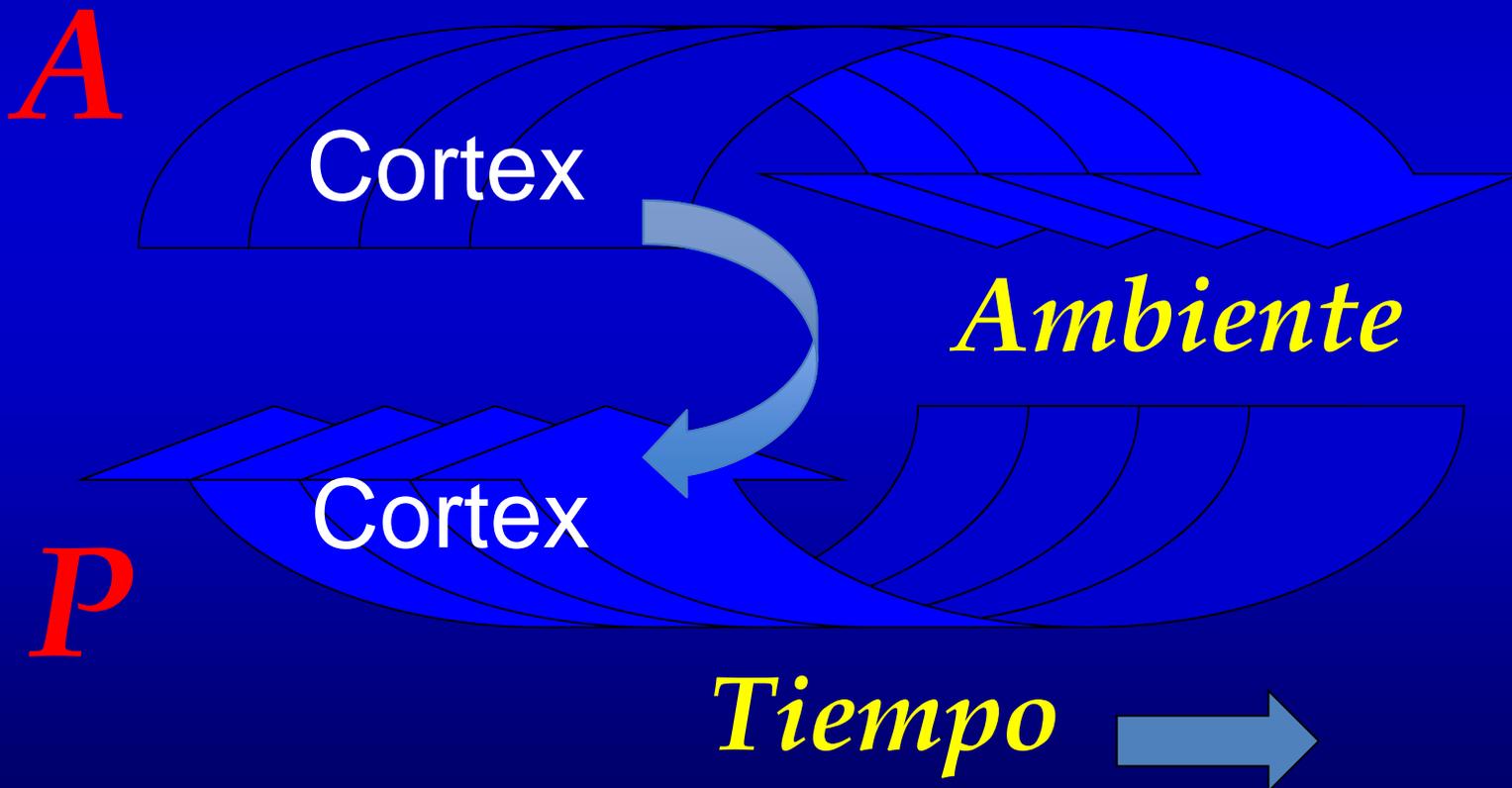
Planificación

Control Inhibitorio

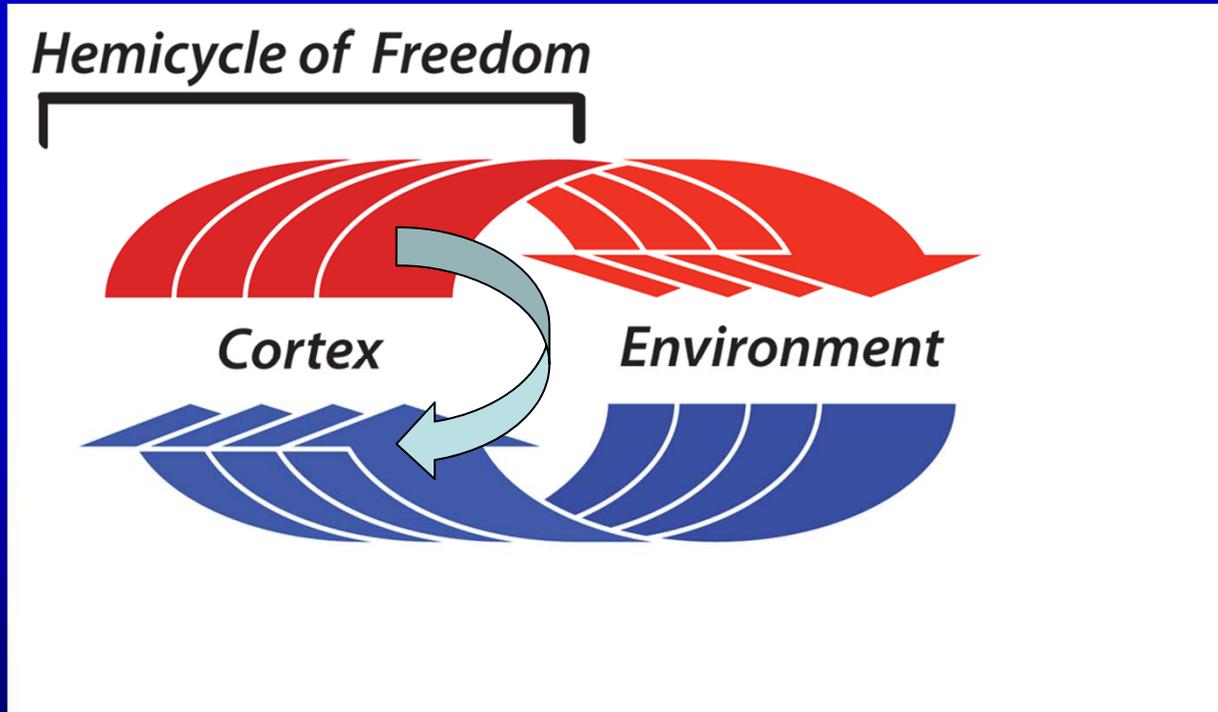
**(Las 5 funciones tienen una
dimensión futura, son predictivas
en el sentido de que anticipan
sus efectos)**

“Yo soy yo y mi circunstancia”

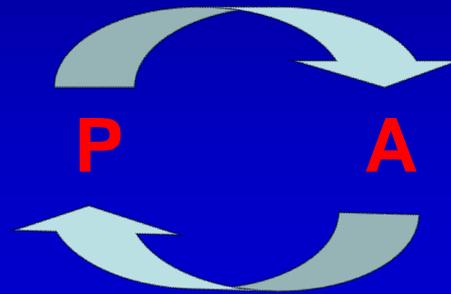
José Ortega y Gasset



- **LIBERTAD ES LA CAPACIDAD DE ELEGIR NO SOLO UN CURSO DE ACCION, SINO TAMBIEN LA INFORMACION QUE HA DE GUIARLO A SU OBJETIVO.**



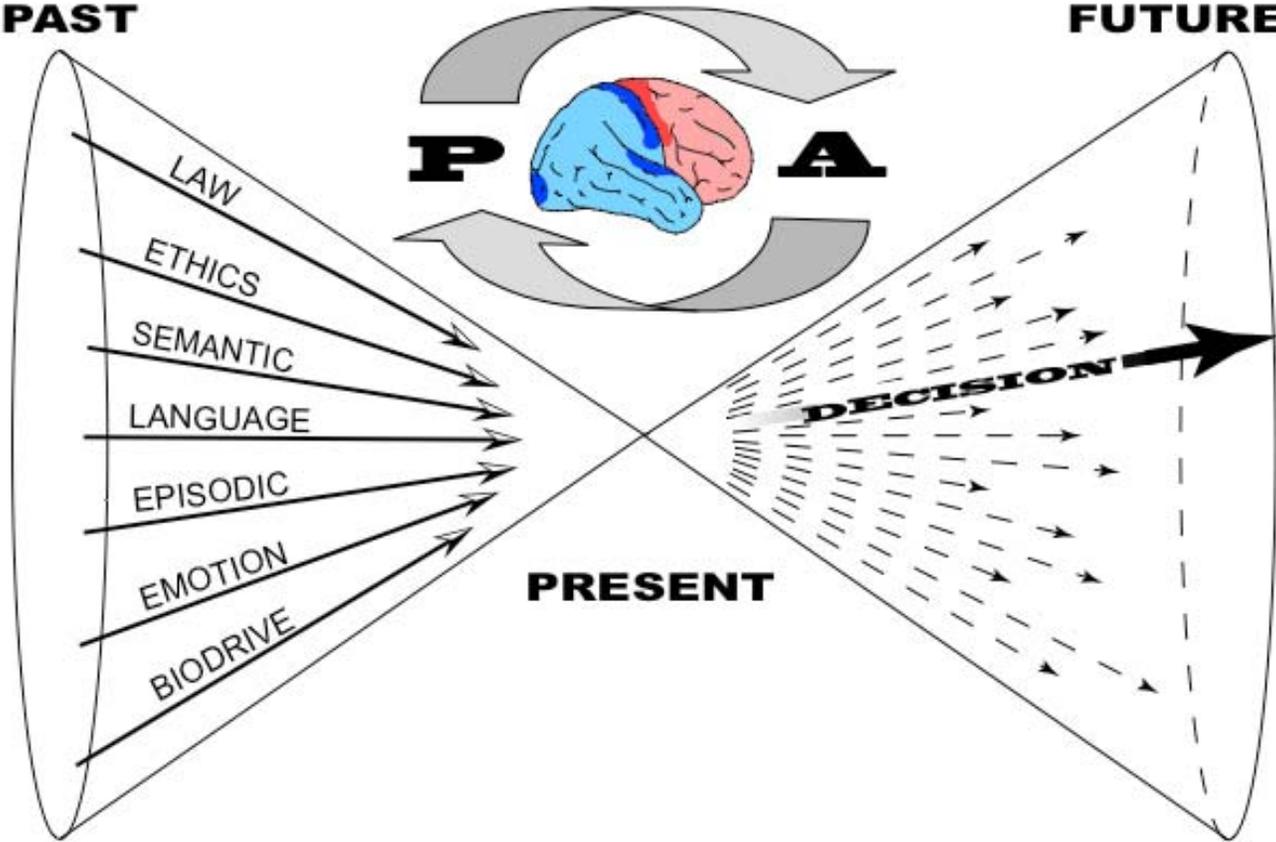
Control Cognitivo en la Libertad: Funciones Ejecutivas de la Corteza Prefrontal



Atención Ejecutiva
Decisión
Memoria de Trabajo
Planificación
Control Inhibitorio

PAST

FUTURE



PRESENT

- **Memoria de trabajo** es la retención activa de información *para una acción más o menos inminente con objeto de resolver un problema o alcanzar una meta.*
- Aquella información es única para el presente contexto y para el futuro inmediato, pero inseparable de contenido y contexto pasados: *Es en realidad memoria a largo plazo puesta al día para uso presente.*
- La memoria de trabajo y la memoria a largo plazo comparten *la misma estructura cortical*, en la cima del ciclo percepción-acción.
- Memoria de trabajo es imprescindible para la reconciliación de *contingencias trans-temporales* en el ciclo percepción-acción.

Cortical Working Memory (A meta-analysis of imaging studies)

Art work:

Amanda Hammond

Kim Hager

UCLA Brain Mapping

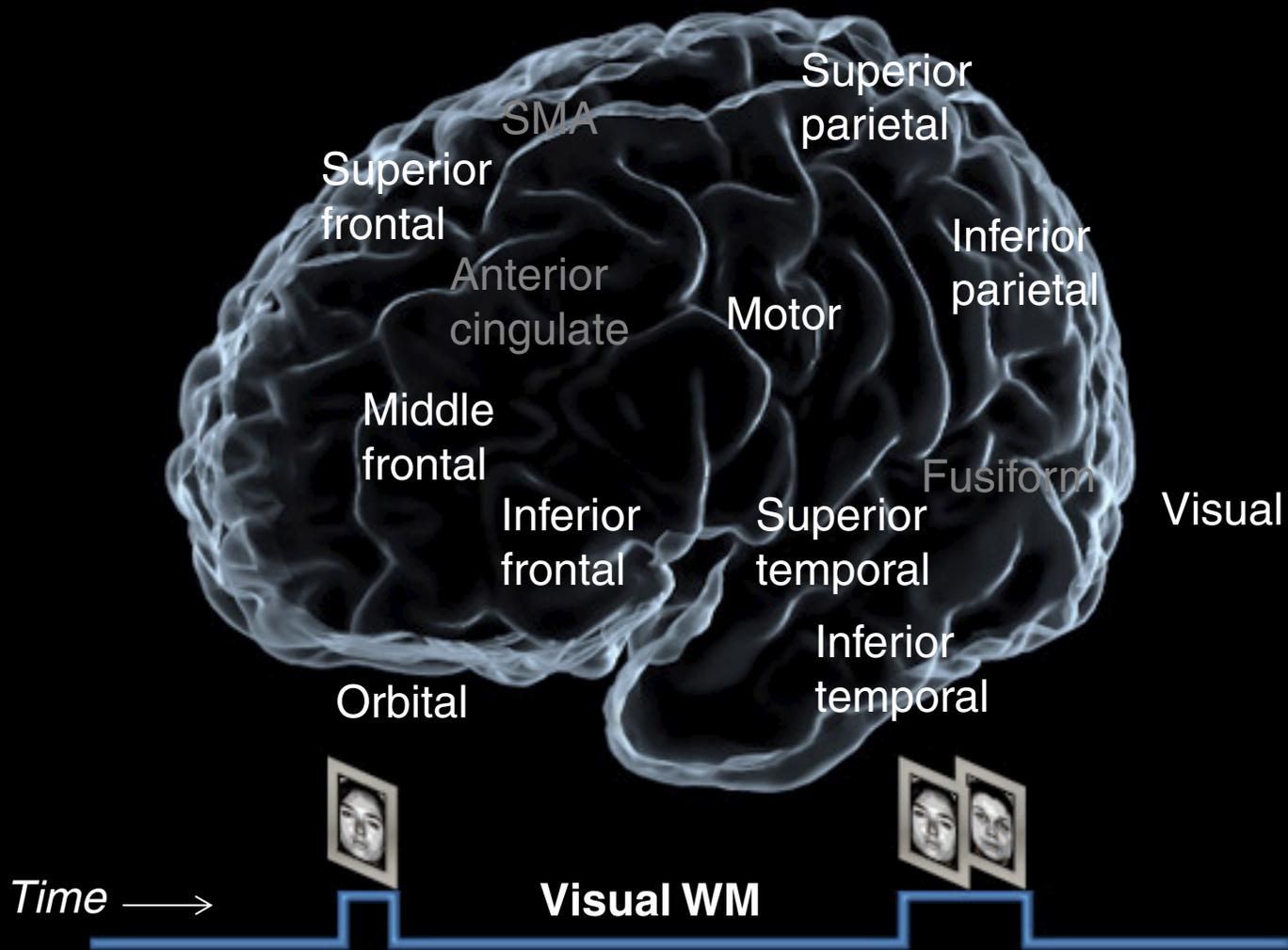
Consultants:

Joaquín Fuster

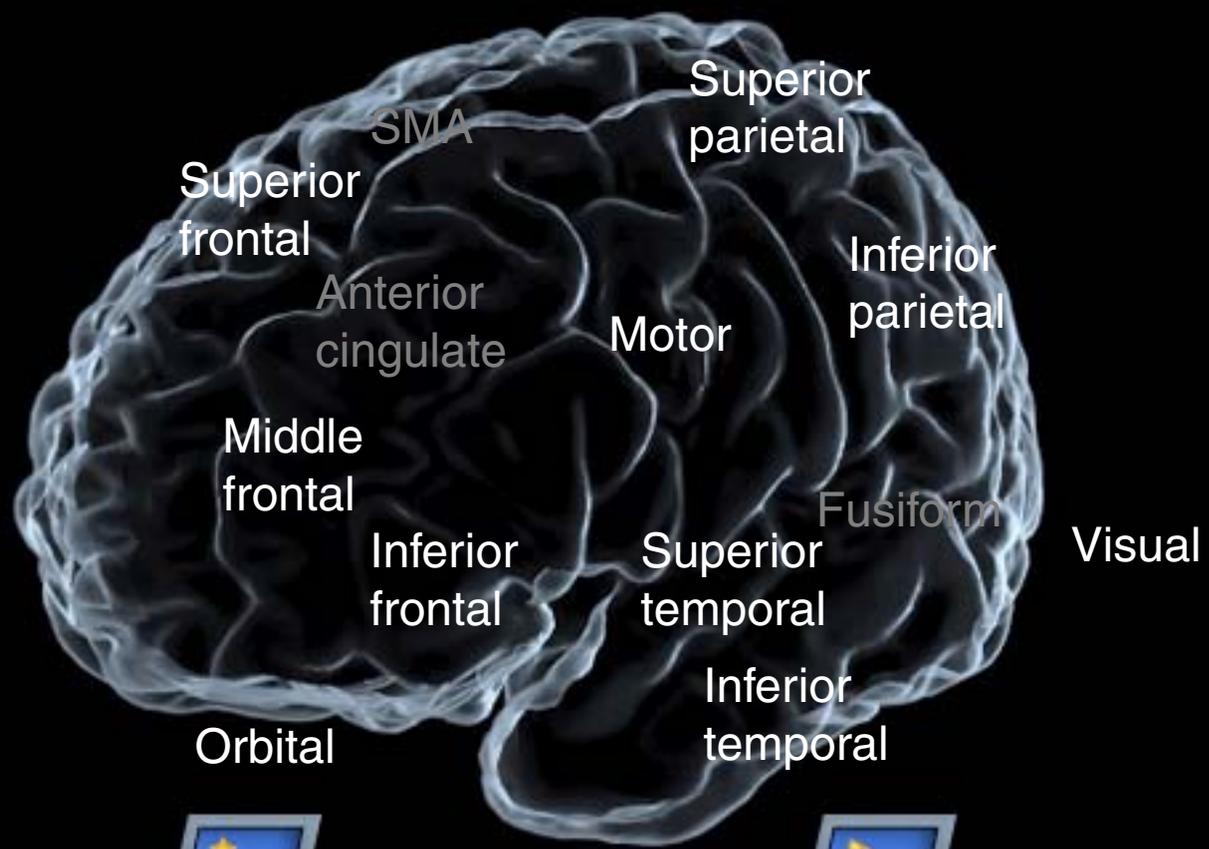
Allen Ardestani

UCLA Semel Institute

Cognitive Neuroscience







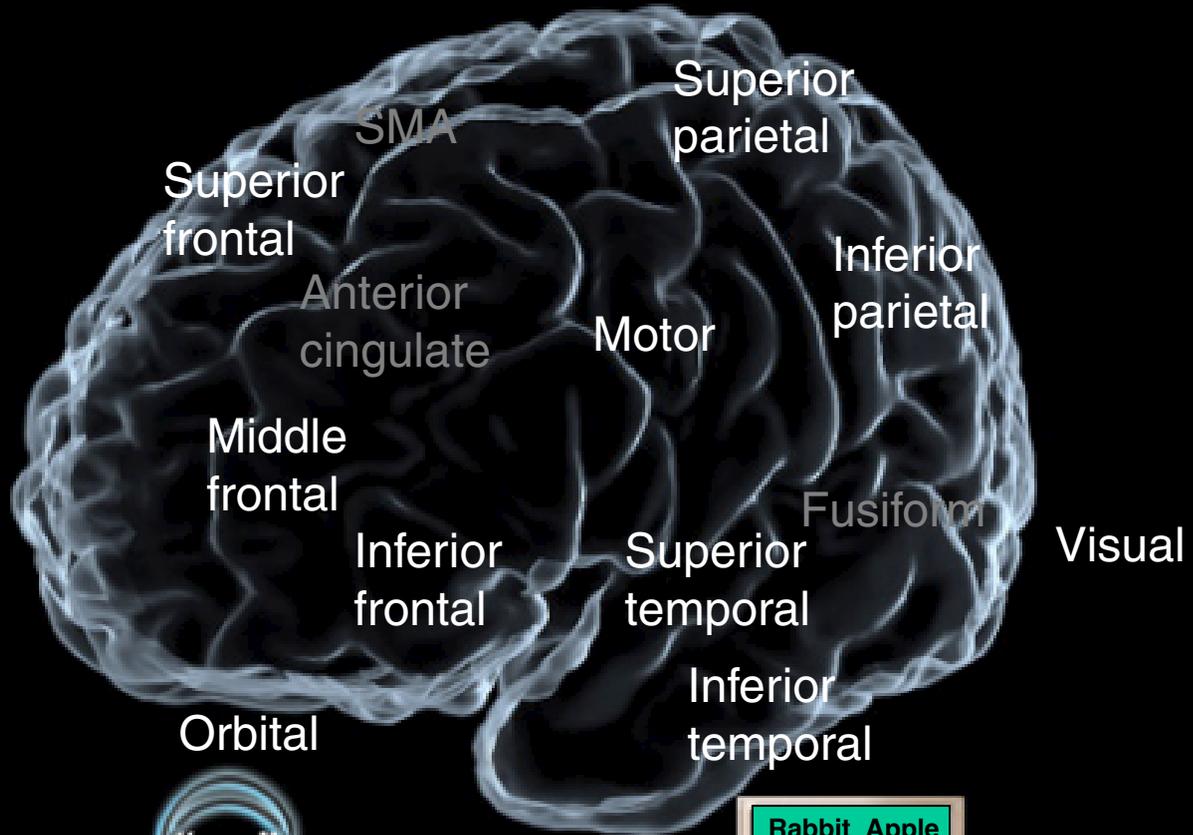
Time →



SPATIAL WM





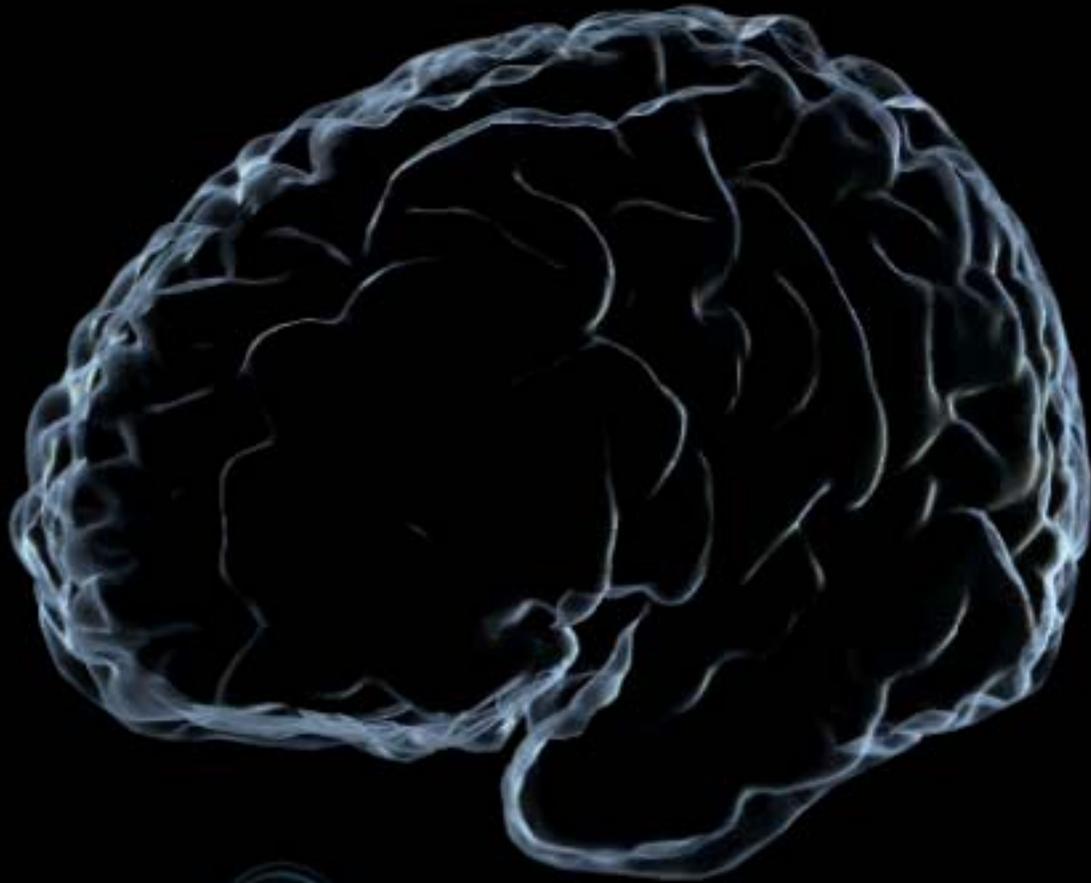


Rabbit	Apple
Virtue	Pen
Bread	Music

Time →

VERBAL WM





CONCLUSIONES

- **La libertad o libre albedrío es la habilidad de nuestra corteza cerebral, bajo el control de su región prefrontal, de elegir memorias y datos de conocimiento para iniciar y llevar a cabo opciones de conducta, razonamiento y lenguaje.**
- **Las redes corticales (o cógicos) de memoria y conocimiento al servicio de la libertad están organizadas jerárquicamente, desde la memoria filética sensorial y motora en la base hasta los principios más elevados de conducta ética y social en la corteza asociativa superior.**
- **Somos y nos sentimos libres en cuanto nuestras elecciones corticales son libres, si bien éstas están limitadas por la anatomía y la fisiología por abajo y la responsabilidad social por arriba.**