

# **Cervell i Consciència**

*Curs Informació i Ciència*

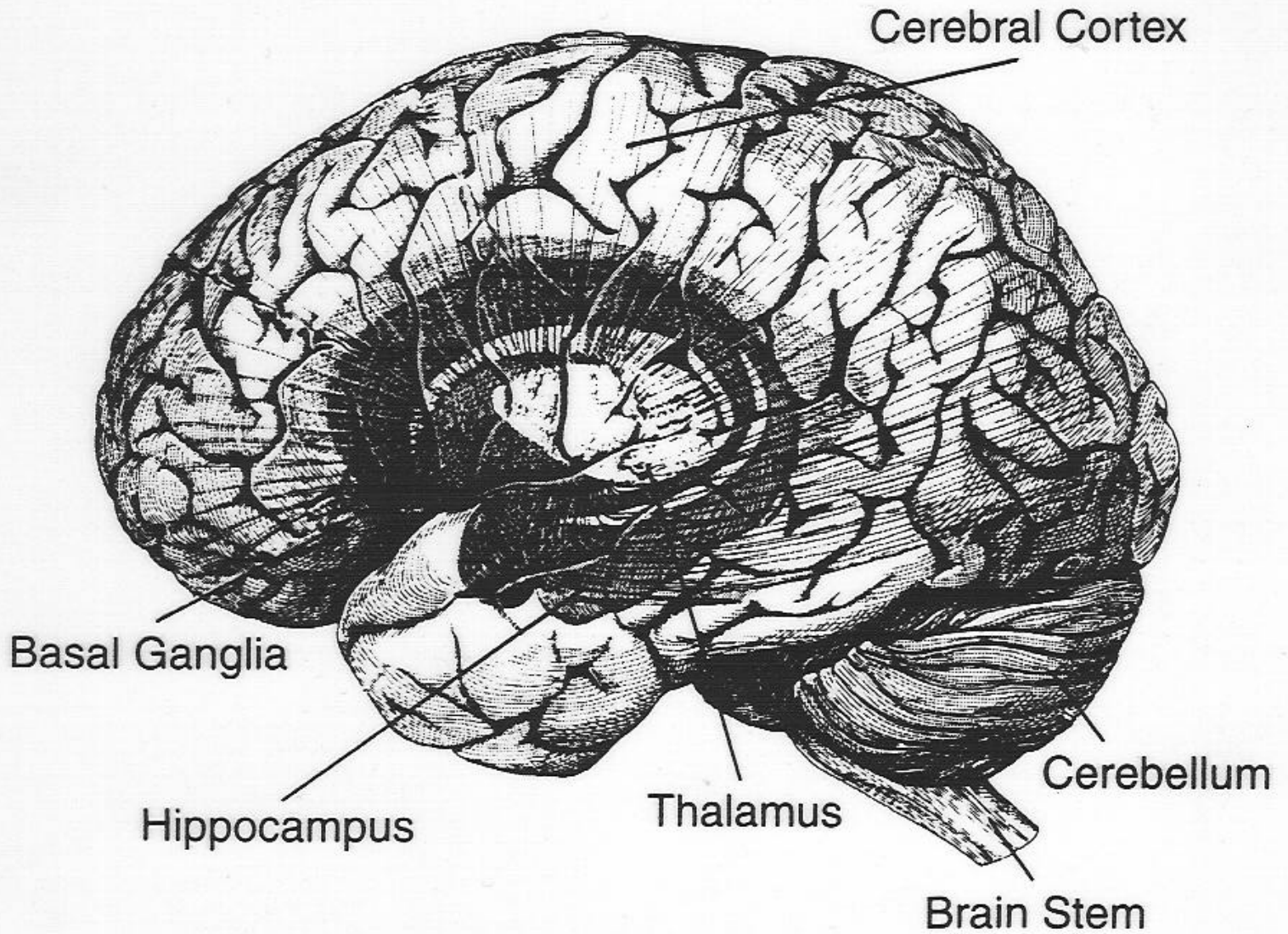
Miquel Feixas

# Què és el cervell?

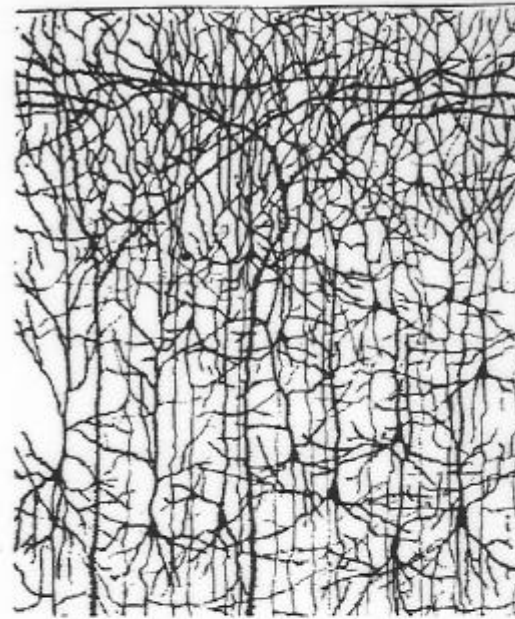
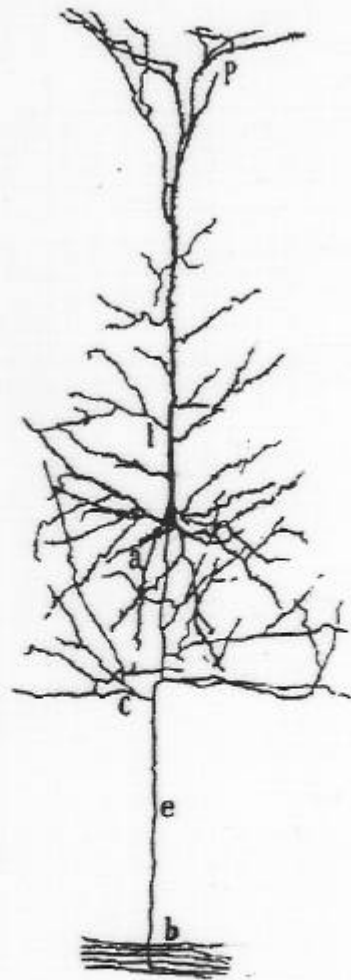
---

---

- Sistema complex
- $10^{11}$  neurones
- Neurona: nucli, llarg conducte (axó), ramificacions (dendrites), contacte amb una altra neurona (sinapsi)
  - Fins a 10000 ramificacions, cada neurona pot tenir milers de companyes
  - Gegantina xarxa, extrema complicació de la xarxa
  - Possibilitat d'establir connexions diferents amb les seves companyes, el cervell humà no es pot veure com una xarxa de cables ja formada
  - Capacitat de la memòria: deu mil bilions de bits
  - Nombre possible de circuits neuronals:  $10^{10^6}$  (nombre de partícules de l'univers:  $10^{79}$ )
- Consum energètic, el cervell com a refrigerador del cos
  - adult: 2% pes, 20% energia
  - nadó: 10% pes, 60% energia



GROSS ANATOMY OF THE BRAIN.



TWO ILLUSTRATIONS FROM THE GREATEST NEUROHISTOLOGIST OF MODERN TIMES, SANTIAGO RAMON Y CAJAL. The left-hand drawing shows a cortical neuron with an apical dendritic tree ascending and an axon descending from a small cell body. The right-hand drawing is a depiction of a meshwork of neurons in the cerebral cortex. The mesh that is stained with the so-called Golgi stain actually appears sparse because only a small proportion of the cells are impregnated by the stain.

# Casos prodigiosos

---

---

- Oliver Sacks: “els bessons”
  - La raresa, l’incomprensible
  - La computabilitat, Gödel
- Alexandre R. Luria: “el periodista Veniamin” (44, 59)
  - Una gran capacitat de memòria
  - El problema no és sempre poder memoritzar més coses, sinó també eliminar les que ja no necessitem o bé saber utilitzar les que conservem
  - Física de la informació?
- El somni és creatiu! (75)
- El cervell d’un taxista o d’un japonès (49, 80, 66)

# Física de la informació

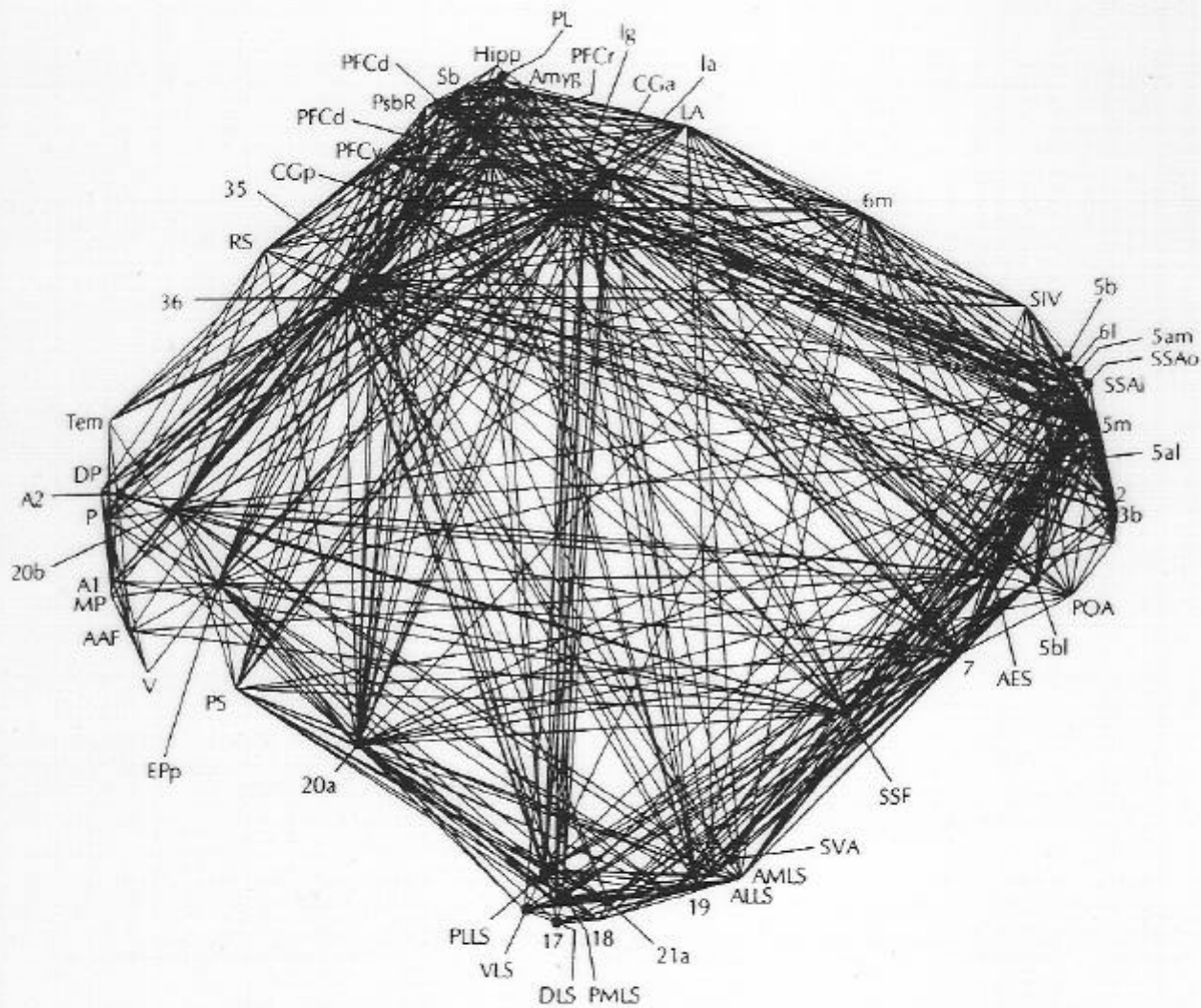
- La informació està emmagatzemada en sistemes físics com cadenes d'ADN, neurones o memòries d'ordinador i, al mateix temps, les maneres com les cèl·lules, els cervells o els ordinadors processen la informació és governada per les lleis de la física. Així, qualsevol informació és codificada, processada i transmesa per mitjans físics, i no és un concepte purament matemàtic o psicològic, sinó que està fonamentat en les lleis de la física
- Tots els processos de còmput són físics!
- Oblidar és costós! Esborrar un bit augmenta l'entropia de l'univers en  $k \ln 2$
- **Computació reversible i irreversible**
- No hi ha una quantitat mínima d'energia que s'hagi de gastar per fer un còmput
- Limitacions físiques de la computació
- *“No es pensa en la informació com una restricció! Paguem per comprar els diaris, no per llançar-los. ... Potser la creixent consciència de contaminació ambiental i explosió de la informació ha fet que la idea que la informació es pugui convertir en un valor negatiu ens sembla ara més natural que abans.”  
(Darrer paràgraf de l'article d'en Bennett!)*

# Consciència

---

---

- Estat conscients: imatges, pensaments, discursos interiors, emocions, sentiments, ...
- Conjunt d'interrelacions estretament entrelligades que no es poden separar completament en components independents: INTEGRACIÓ, coherència. Un estat conscient no és la suma de les parts. Ex: 17, sistema perceptual únic; fusió de les imatges captades per cada ull
- No podem tenir present més d'una cosa al mateix temps
- Informatiu: quan succeeix es discrimina entre billions d'estats possibles
- Podem discriminar entre ells: DIFERENCIACIÓ
- Entropia: variabilitat entre els patrons d'activitat
- Integració: dependència estadística entre els elements
- Informació mútua: dependència entre un subconjunt i la resta del sistema
- Índex d'agrupament
- Complexitat: mesura global del grau de diferenciació del sistema neuronal sencer



WHAT IS CONNECTED TO WHAT. The diagram represents 64 areas from the cerebral cortex of the cat with 1,134 connection paths between them.

# Els límits

---

---

- Teoria del caos: la impredictibilitat
- Teoria quàntica: l'indeterminisme, què és la realitat?
- Gödel: la indecidibilitat
- El cervell i la intel·ligència artificial
  - La comprensió, el coneixement: més enllà de la computació?, no es pot explicar com realitzem realment totes aquelles tasques que són resultat d'una activitat mental conscient (Penrose)
- ...