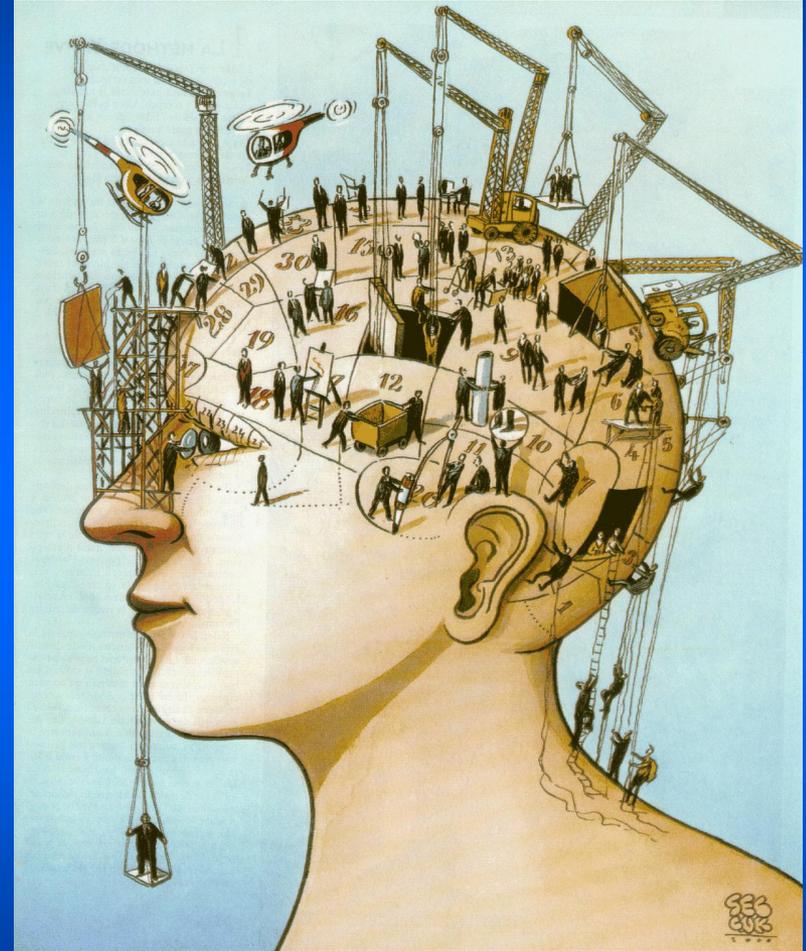


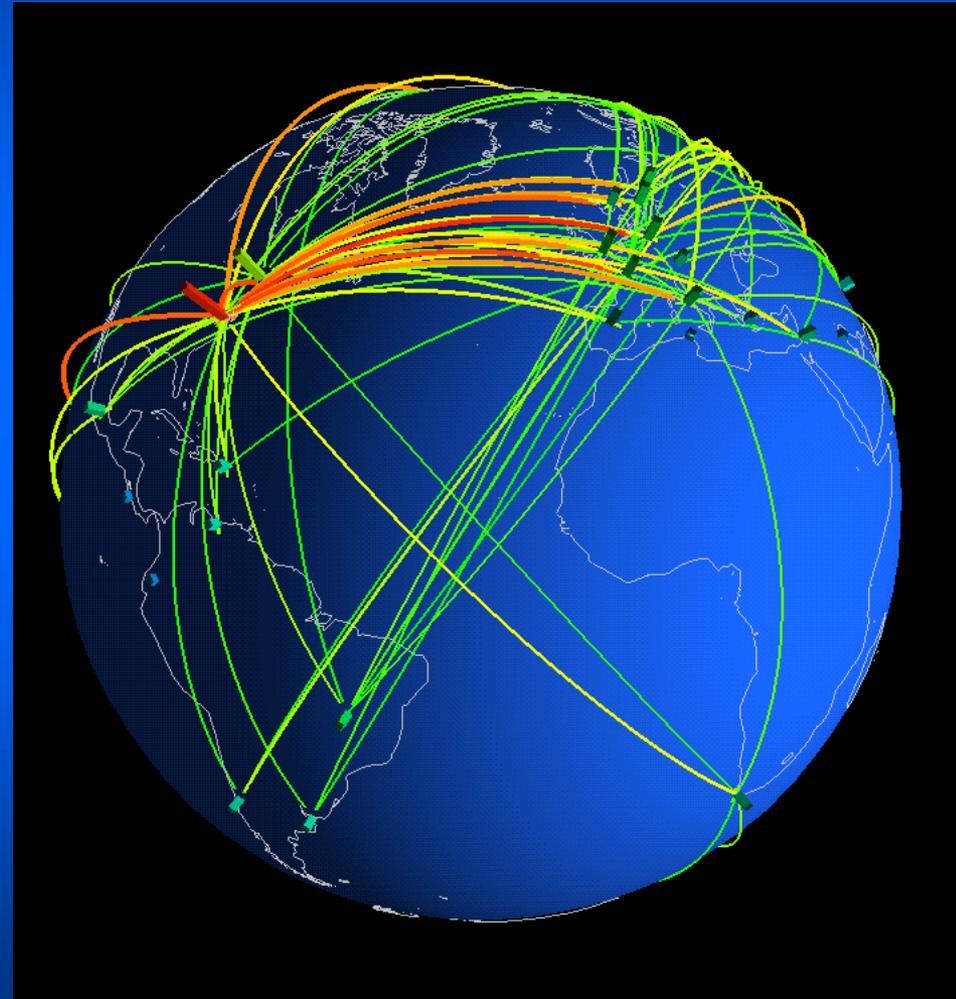
Control Central de Movimientos y Sensaciones

P Rudomin
Colegio Nacional
CINVESTAV
Sept 5 2008



La revolución de la Información

El desarrollo de la biología, la nanotecnología, la computación, internet y la comunicación satelital han sido la base de la revolución de la información



**Esto ha sido posible, cuando
menos en parte, gracias a la
disponibilidad de energía barata**



**Esta revolución, probablemente
de mayor impacto que la
revolución industrial, abarca tres
vertientes**





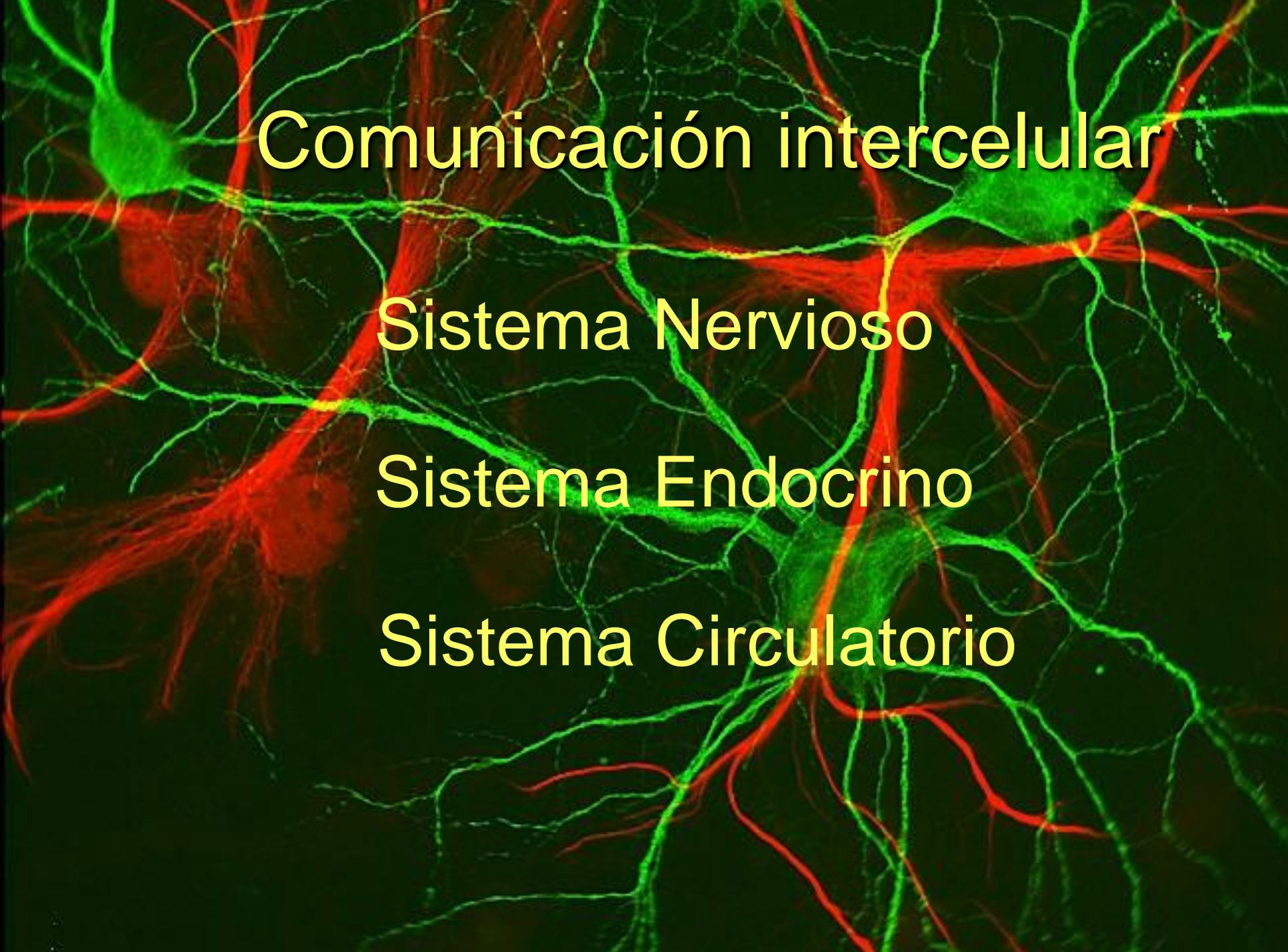
Comunicación intermolecular

El código Genético

Ingeniería Genética

Medicina Genómica

Sistema Inmune

A fluorescence microscopy image showing a dense network of neurons. The cell bodies (soma) are stained in a bright green color, while the extensive network of dendrites and axons is stained in a bright red color. The background is dark, making the glowing structures stand out. The neurons are interconnected, forming a complex web of biological structures.

Comunicación intercelular

Sistema Nervioso

Sistema Endocrino

Sistema Circulatorio

Comunicación entre individuos

- MADRE-HIJO
- FAMILIA
- GRUPO
- COMUNIDAD

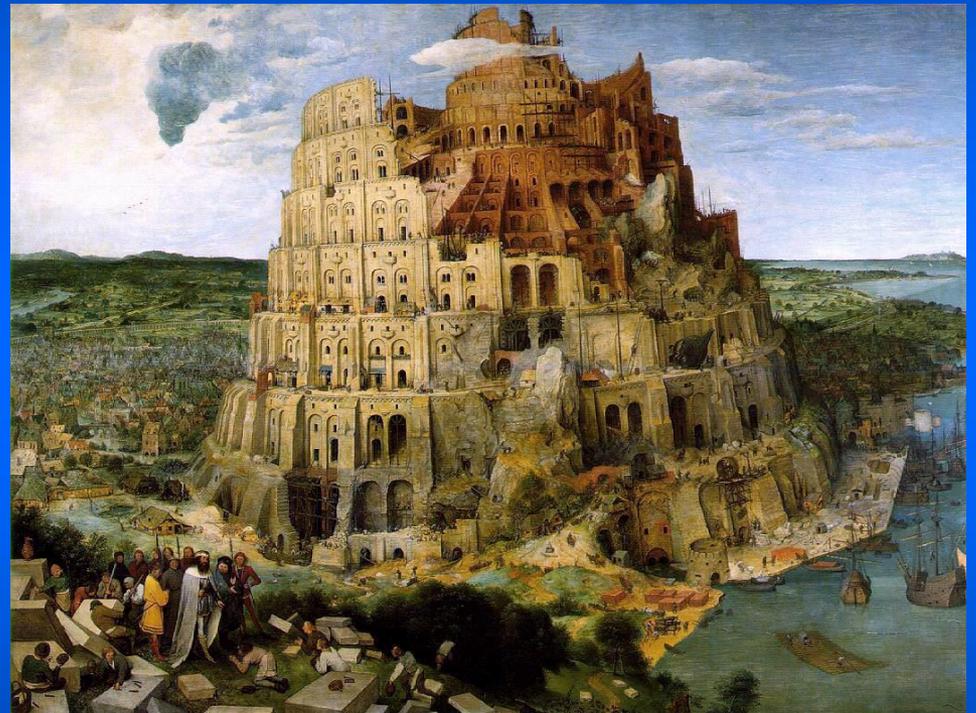


La Explosión de la Información

- La información generada por la investigación científica y tecnológica crece exponencialmente
- El aumento en la información no necesariamente implica aumento en conocimiento

Síndrome de la Torre de Babel

La acumulación de
Información sin
conocimiento
conduce a la
confusión

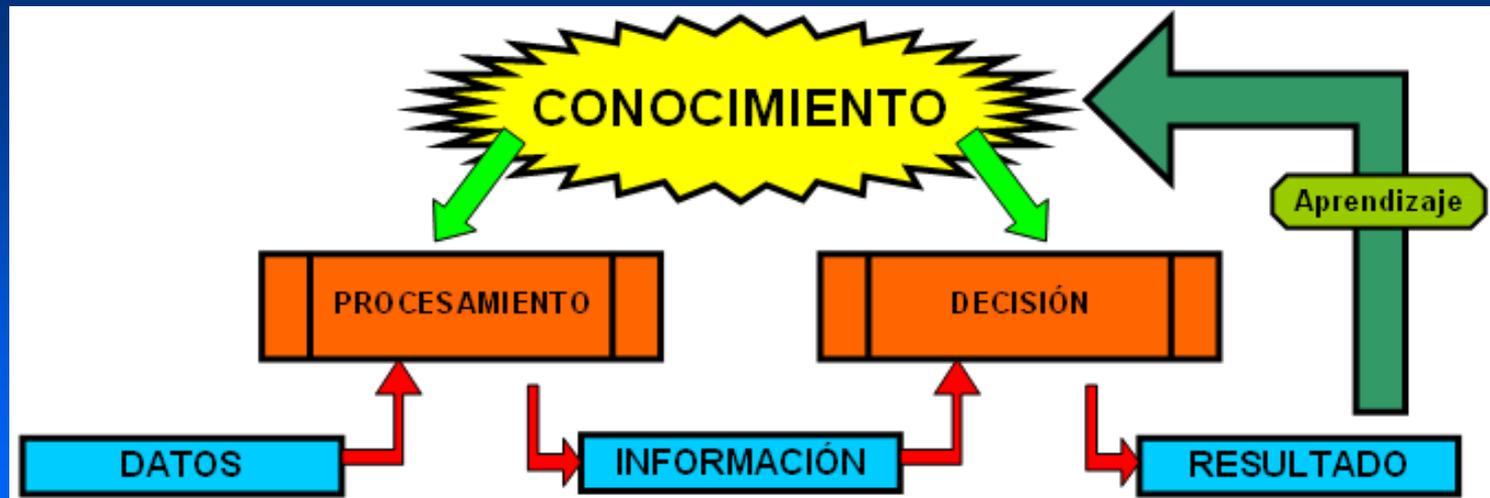


Cuál es la diferencia entre información y conocimiento?

Información: conjunto de datos procesados que constituyen un mensaje

Conocimiento:

- Representación interna de un proceso cognoscitivo
- Conjunto organizado de datos e información destinados a resolver un determinado problema



El Conocimiento requiere

- De información
- De procesamiento e integración de la información
- De aprendizaje
- De formulación de hipótesis (modelos)
- De validación de las hipótesis

Reacciones anticipadas

El conocimiento permite tomar decisiones, lo que a su vez permite a los individuos (y a las sociedades) reaccionar en forma **anticipada** a los retos del entorno aumentando con ello sus probabilidades de sobrevivencia

En los vertebrados la posibilidad de reaccionar anticipadamente a situaciones externas requiere

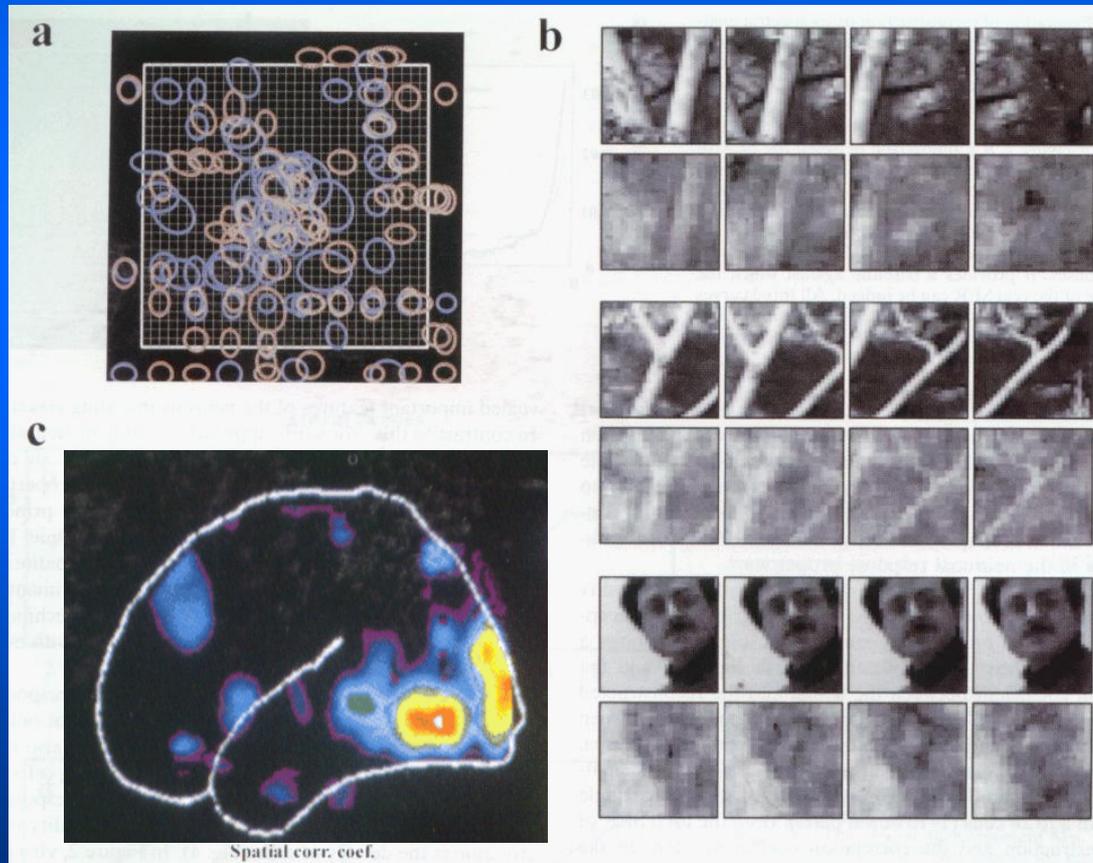
- De **mapas** cognoscitivos y motores
- De **memoria** a corto y largo plazo

Los mapas sensoriales no son una representación isomórfica del entorno.

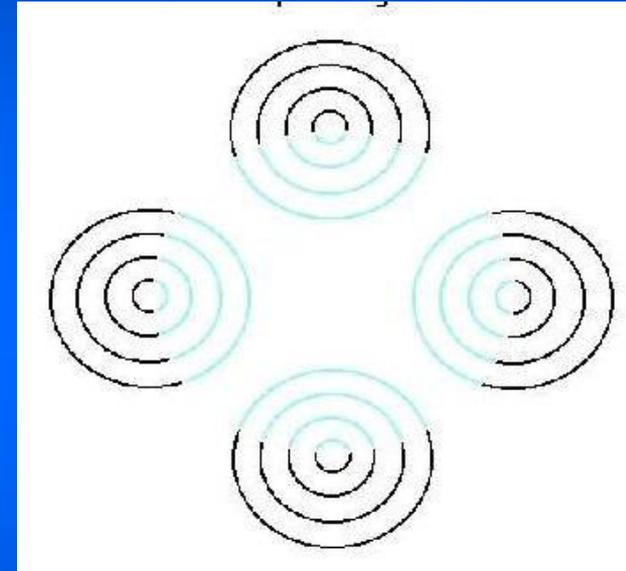
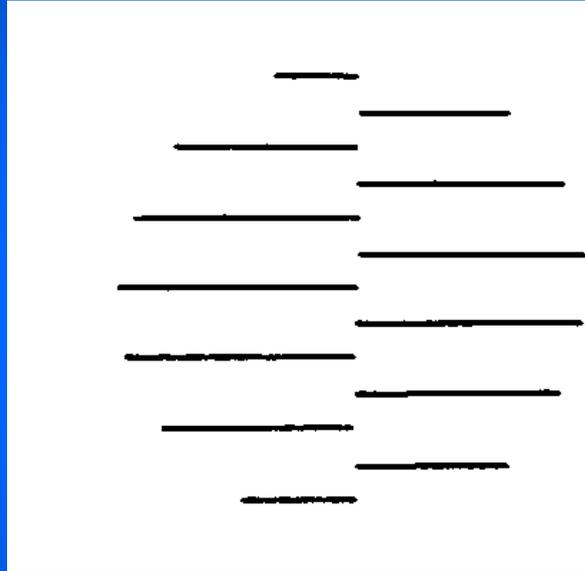
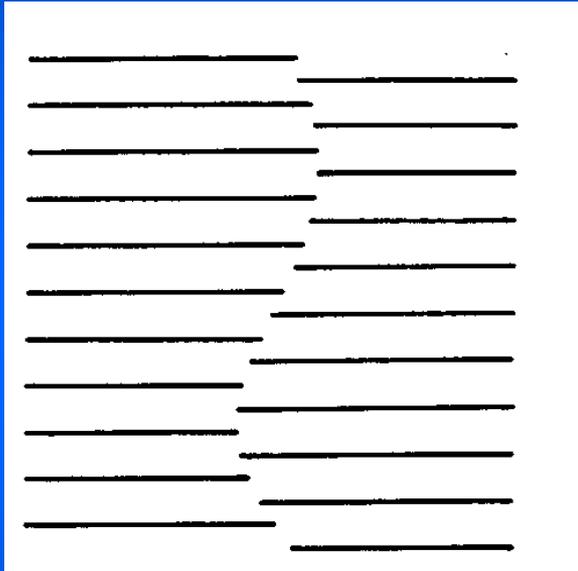
Son una construcción del propio Sistema Nervioso basada en modelos (hipótesis), heredados o aprendidos con base a la experiencia individual y/o colectiva.

Mapas visuales

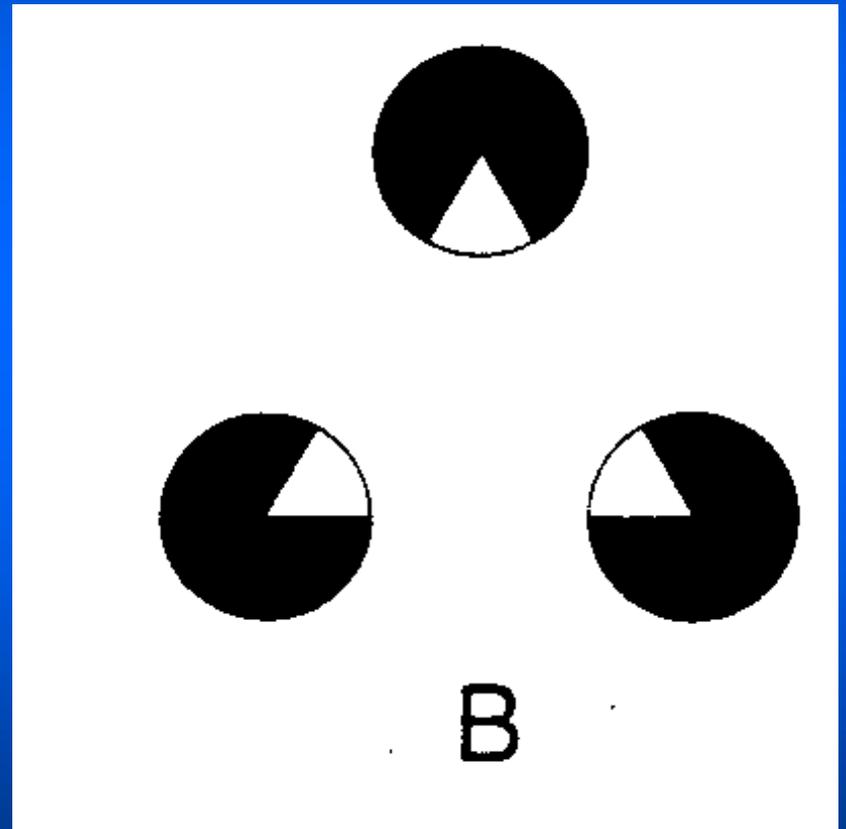
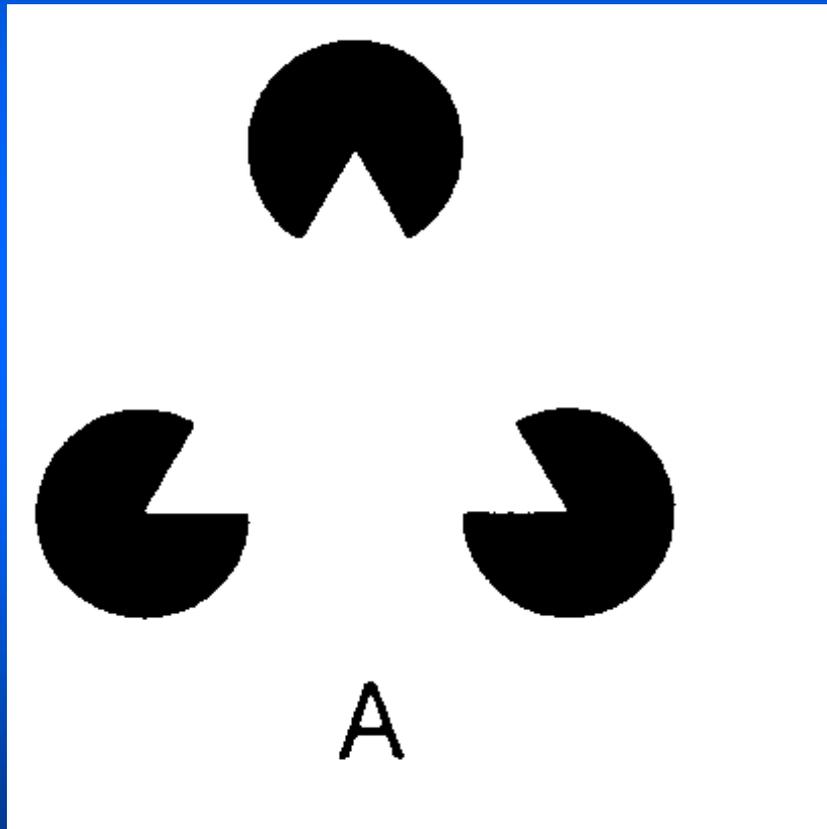
La representación de imágenes visuales ocurre a nivel poblacional



La corteza cerebral crea imágenes de objetos inexistentes



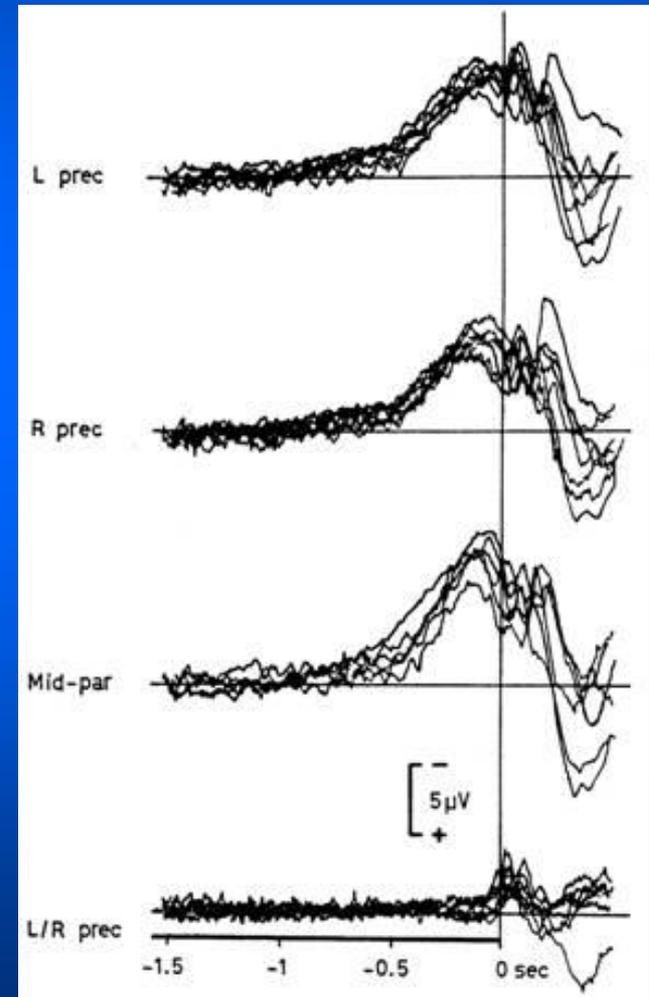
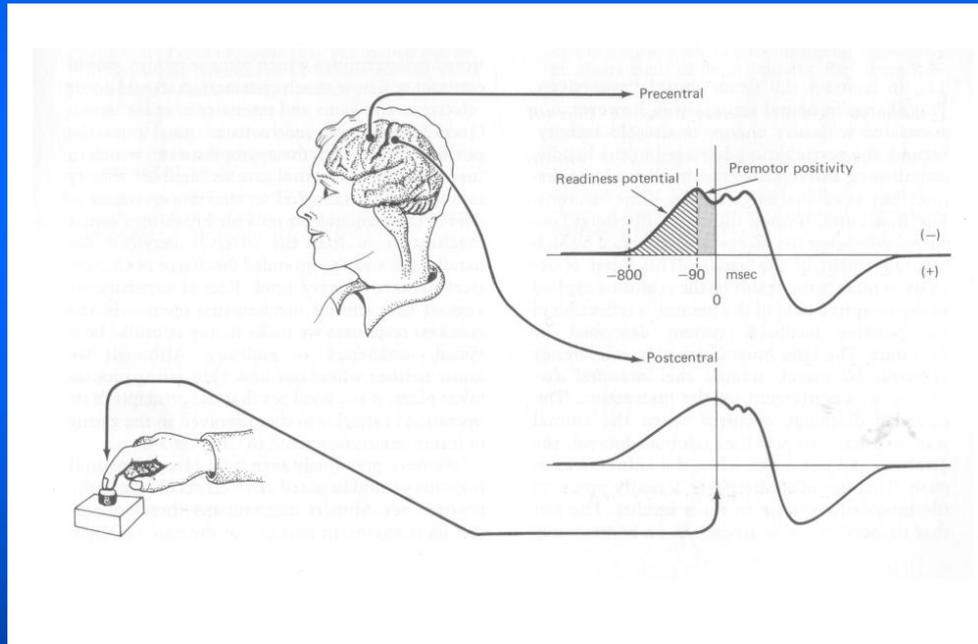
La creación de imágenes depende del contexto,
lo que le confiere un valor adaptativo



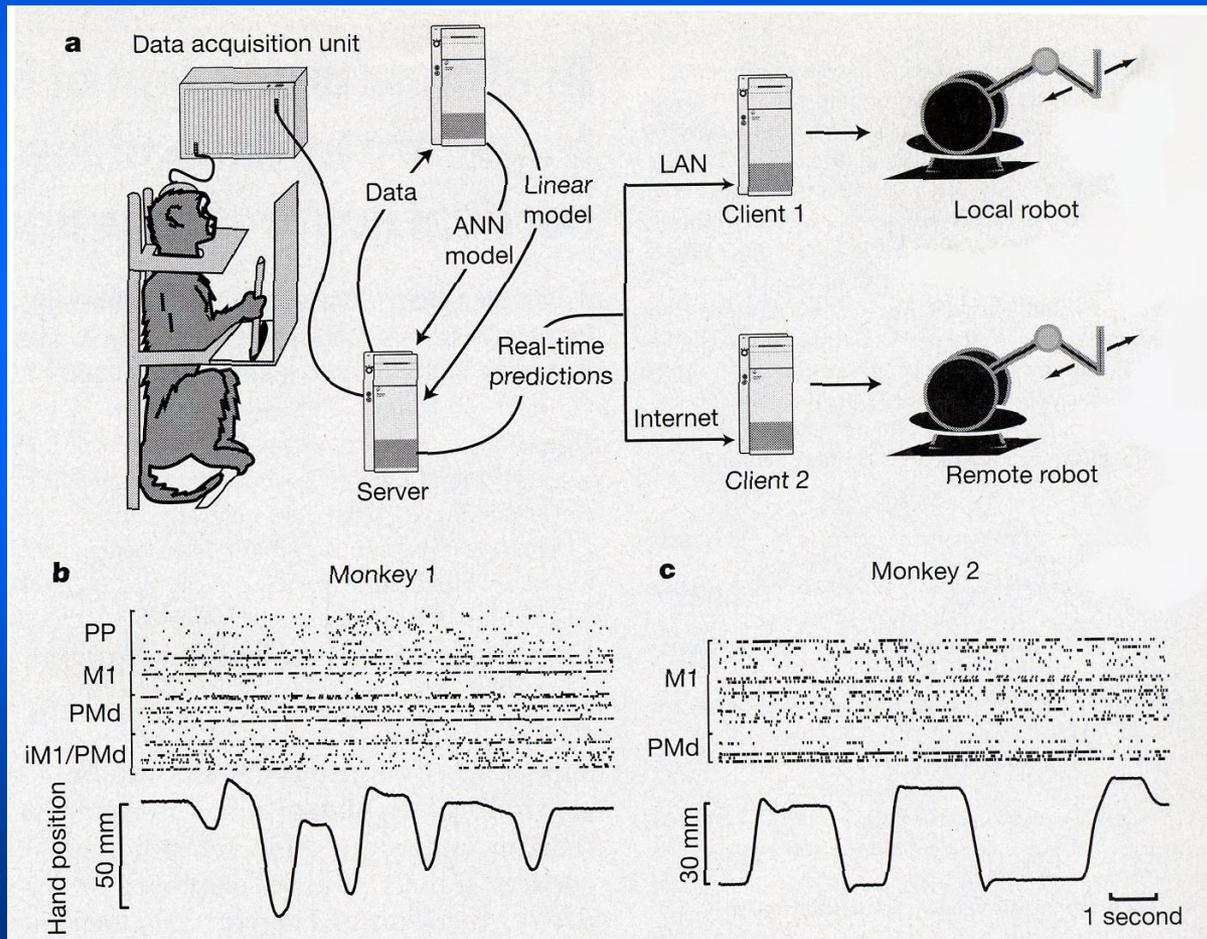
Ejecución de movimientos voluntarios

- La ejecución de movimientos voluntarios requiere de una *planeación anticipada* (conocimiento) de los movimientos por realizar
- Esta planeación involucra varias regiones de la corteza cerebral, entre ellas la corteza motora en donde se genera un *mapa* (modelo) de estos movimientos

La instrucción consciente de realizar un movimiento voluntario está precedida por actividad cortical



La actividad de las neuronas corticales se modifica durante la ejecución de movimientos voluntarios



Modelo lineal

$$Y(t) = b + \sum_{u=-m}^n a(u)X(t-u) + \varepsilon(t)$$

$Y(t)$ posición de la mano

$X(t-u)$ descargas neuronales en función del tiempo

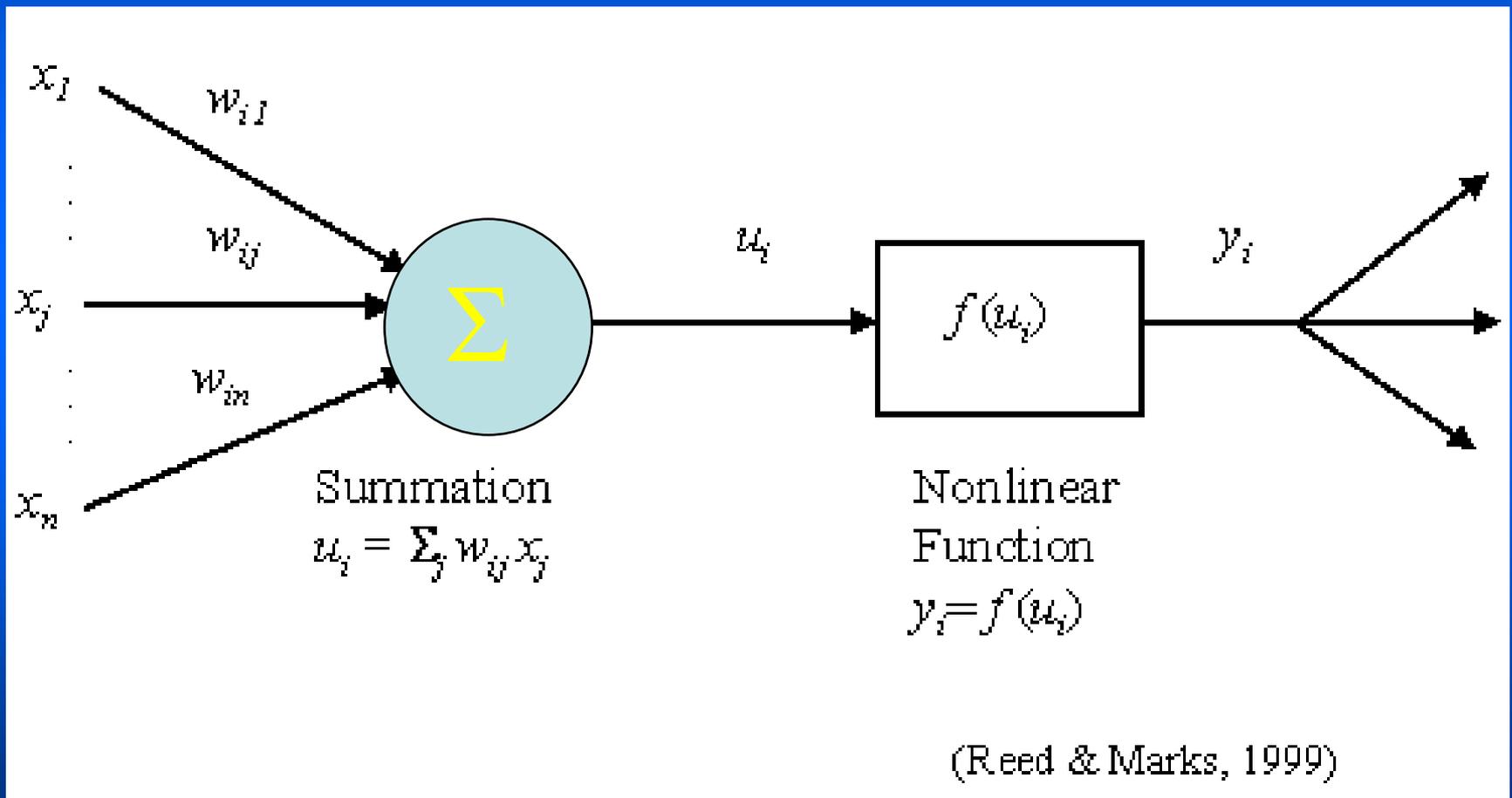
$a(u)$ función que describe los pesos

Requeridos para el mejor ajuste

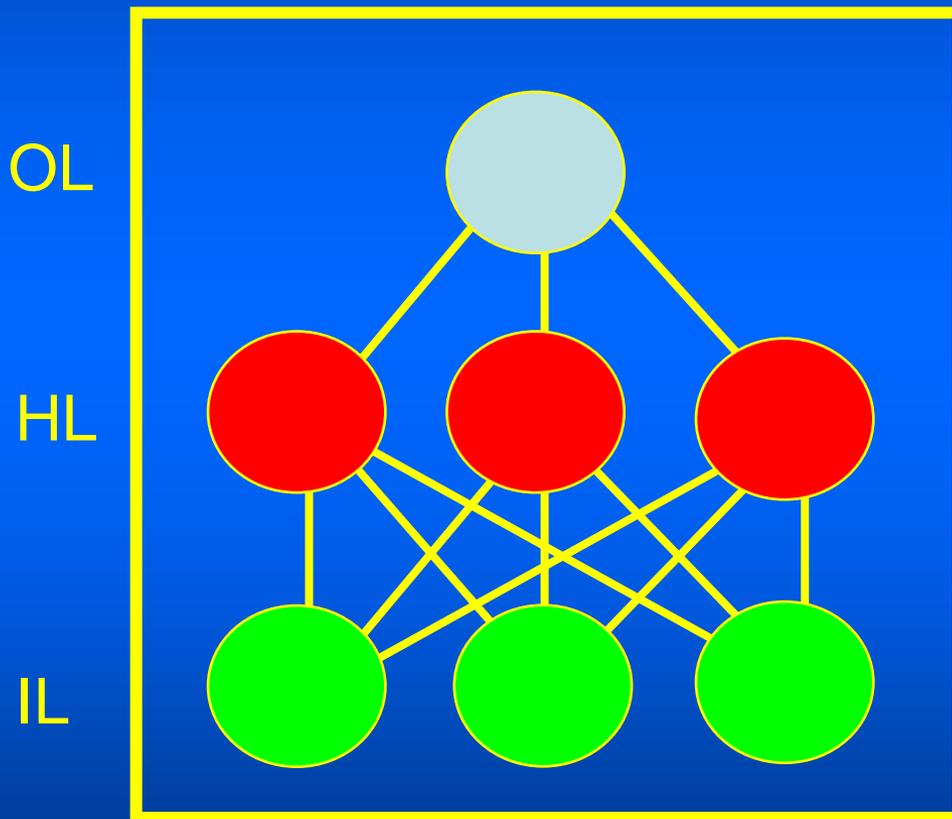
b intersección de la regresión lineal

$\varepsilon(t)$ errores residuales

Neurona artificial

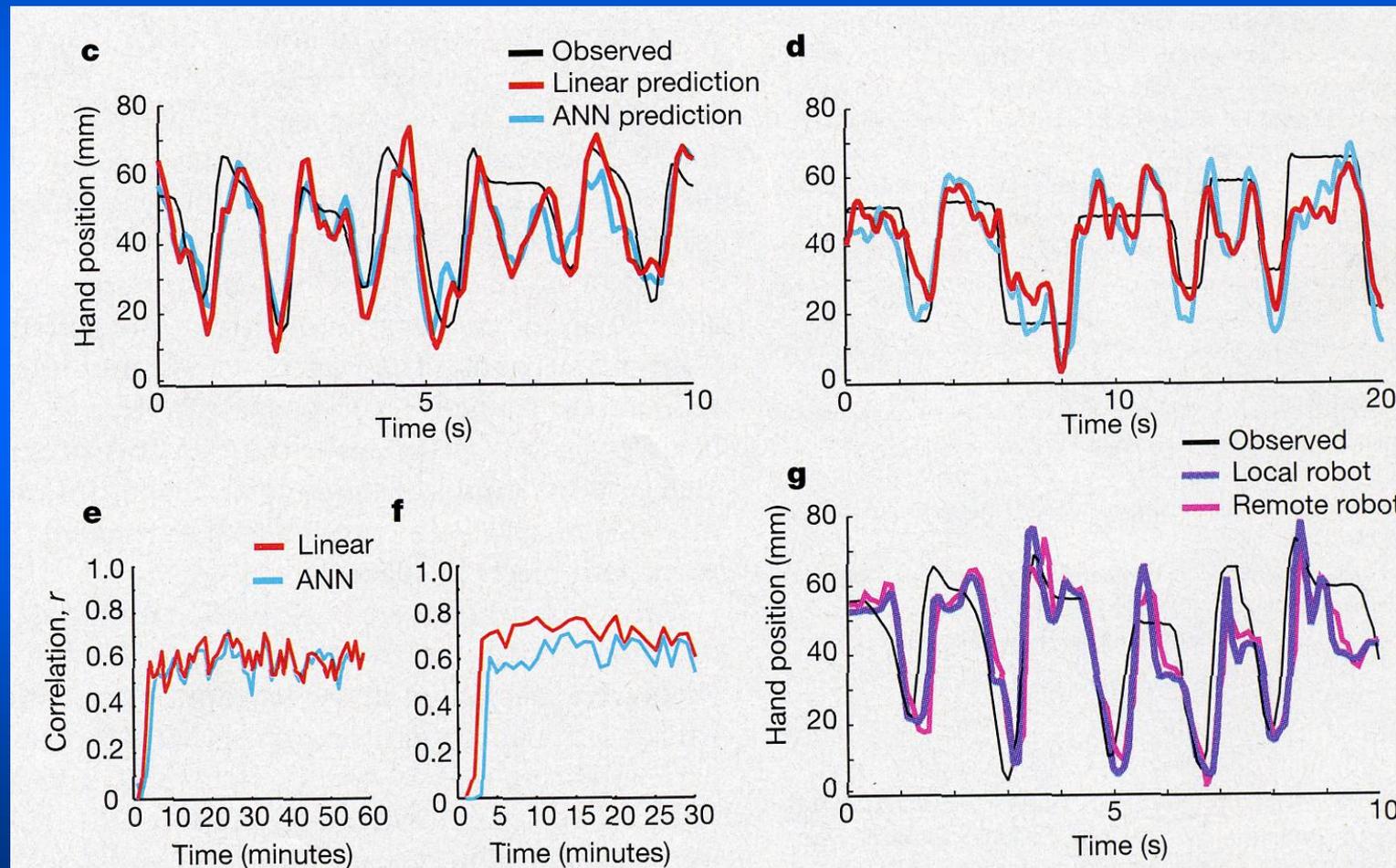


Modelo con redes neuronales artificiales

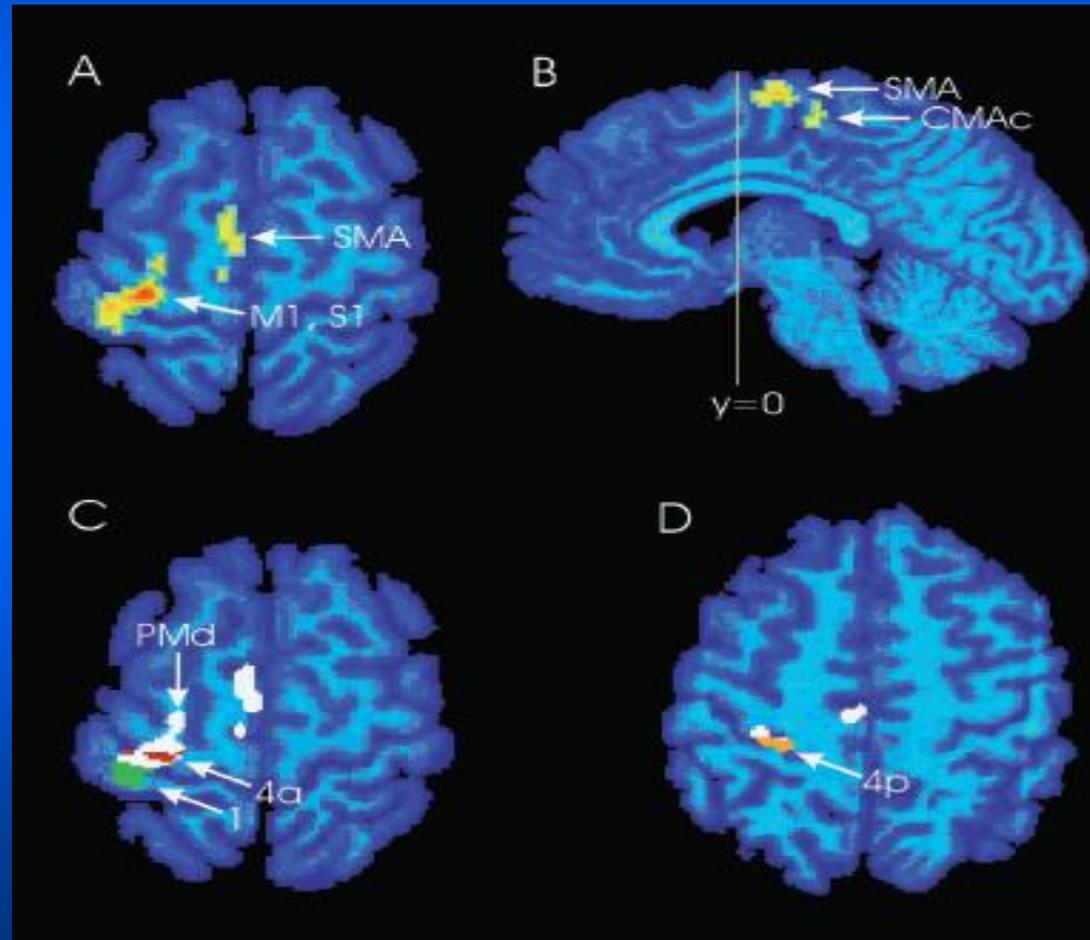


- Feed-forward
- Una capa oculta con 10-15 unidades
- Unidades de salida lineal
- Entrenadas usando el algoritmo de gradiente conjugado de Powell-Beale
- Con reglas para terminación temprana

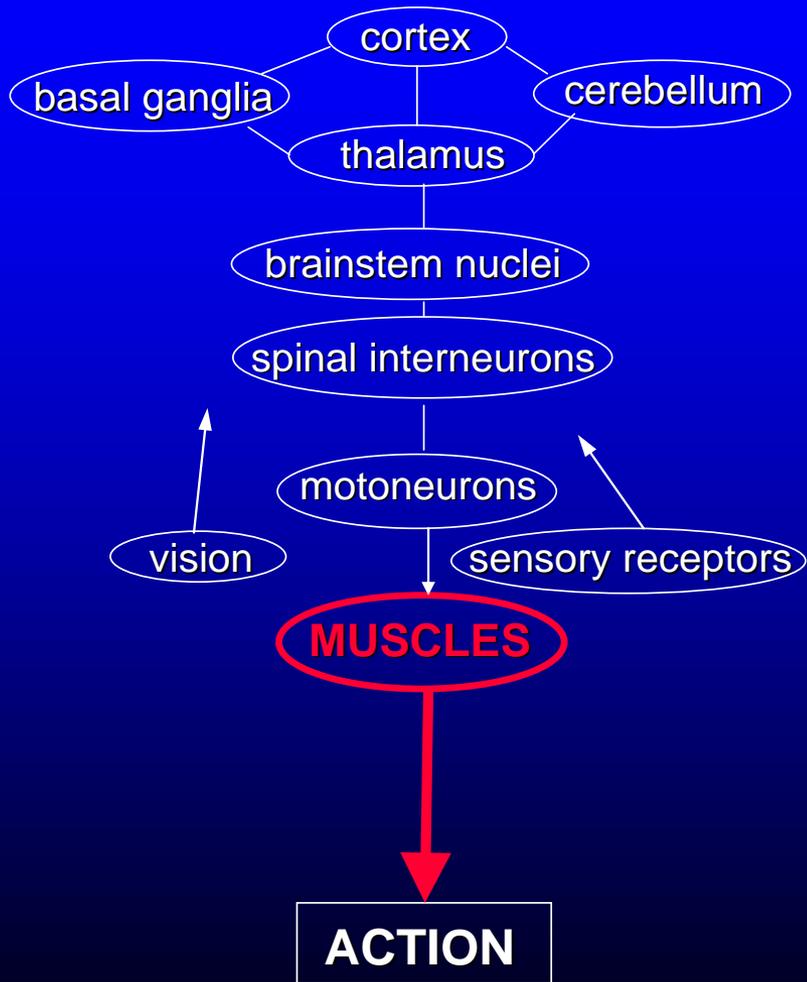
La actividad *global* de las neuronas corticales muestra una alta correlación con los movimientos ejecutados



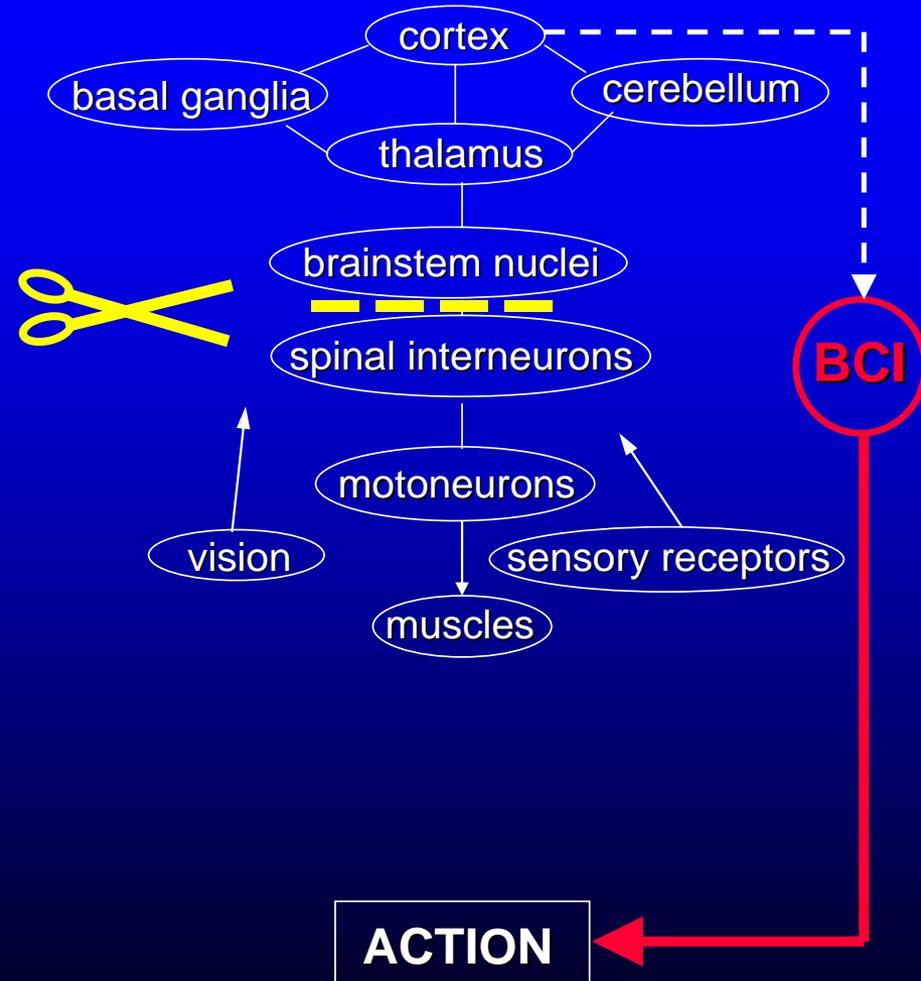
Al “pensar” un movimiento, aún sin ejecutarlo (movimientos ilusorios) se activan las áreas motoras y sensoriales de la corteza cerebral



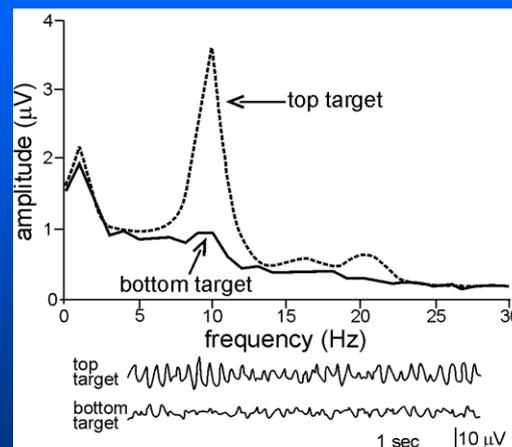
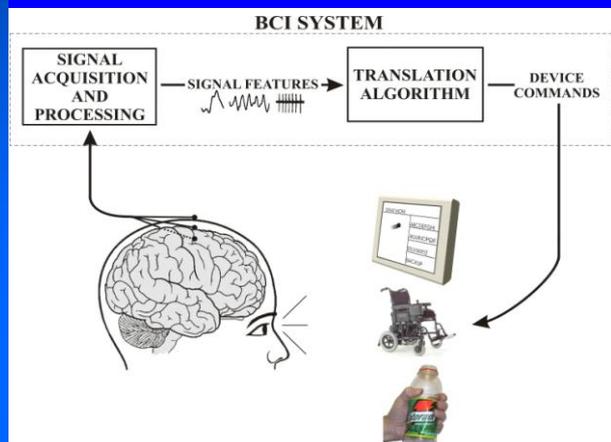
Normal CNS



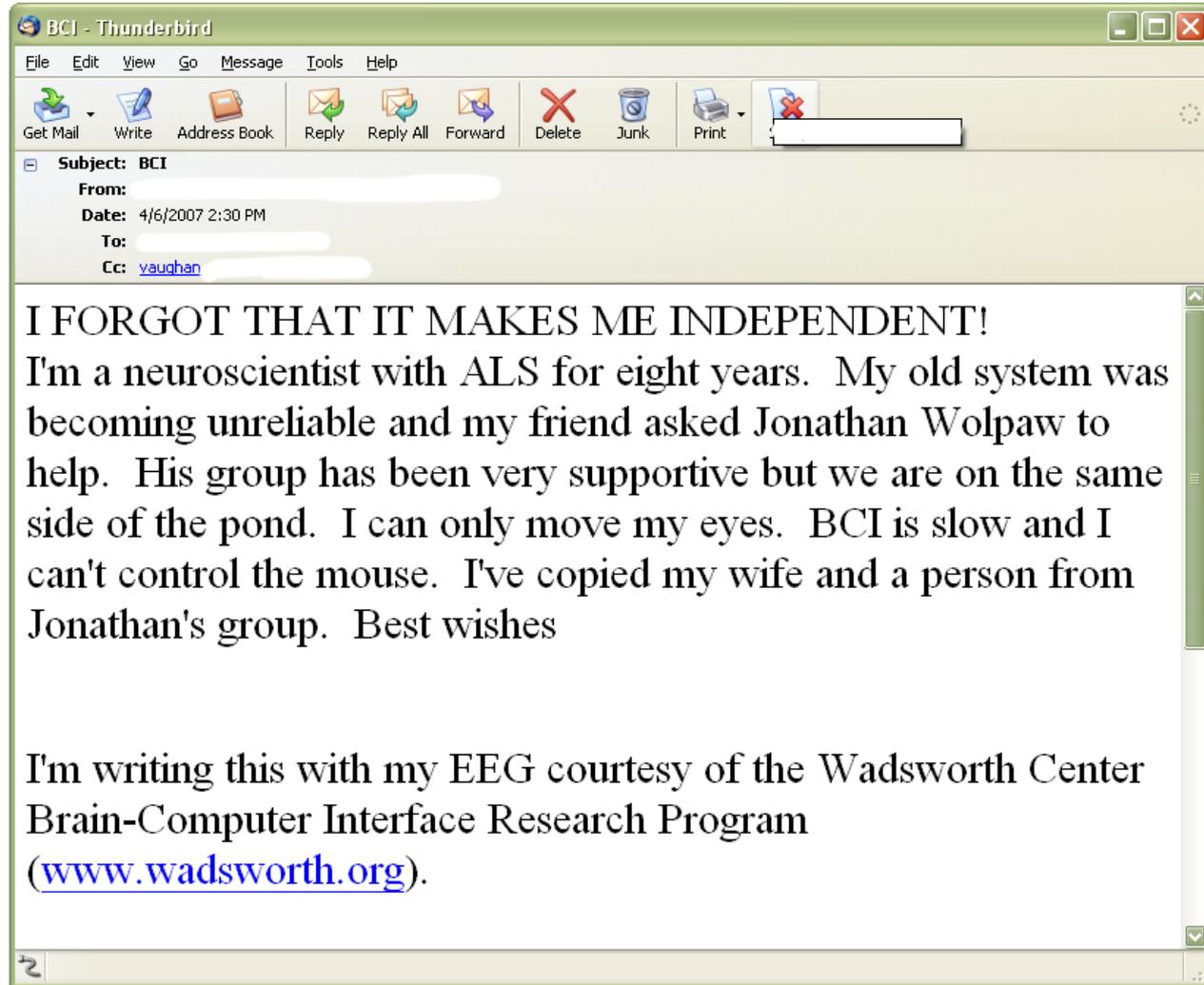
CNS/BCI System



La actividad cortical producida al “pensar” un movimiento puede ser utilizada para activar prótesis y robots



J. Wolpaw et al



I FORGOT THAT IT MAKES ME INDEPENDENT!

I'm a neuroscientist with ALS for eight years. My old system was becoming unreliable and my friend asked Jonathan Wolpaw to help. His group has been very supportive but we are on the same side of the pond. I can only move my eyes. BCI is slow and I can't control the mouse. I've copied my wife and a person from Jonathan's group. Best wishes

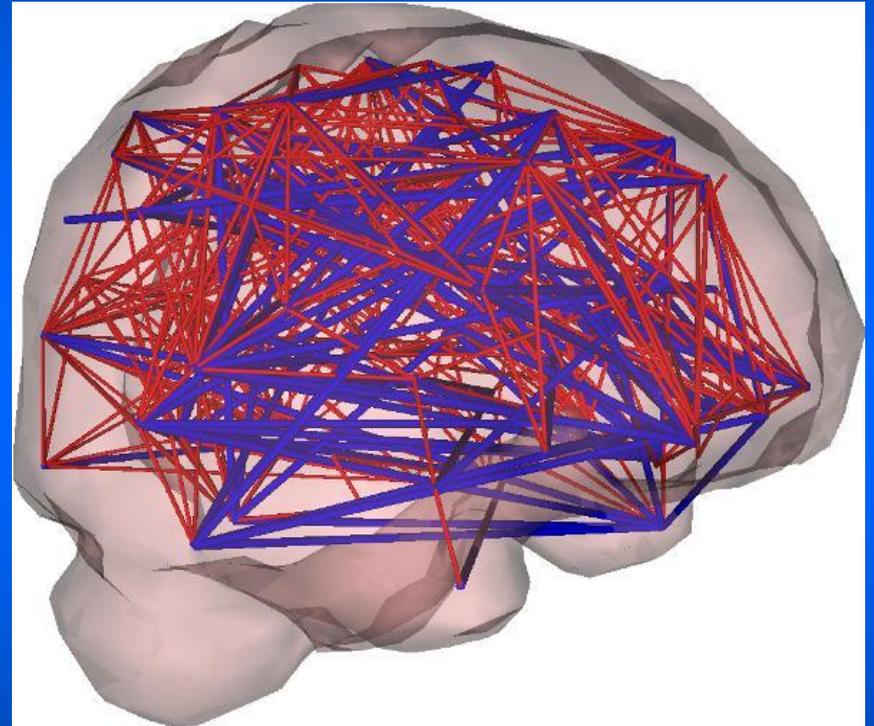
I'm writing this with my EEG courtesy of the Wadsworth Center Brain-Computer Interface Research Program (www.wadsworth.org).

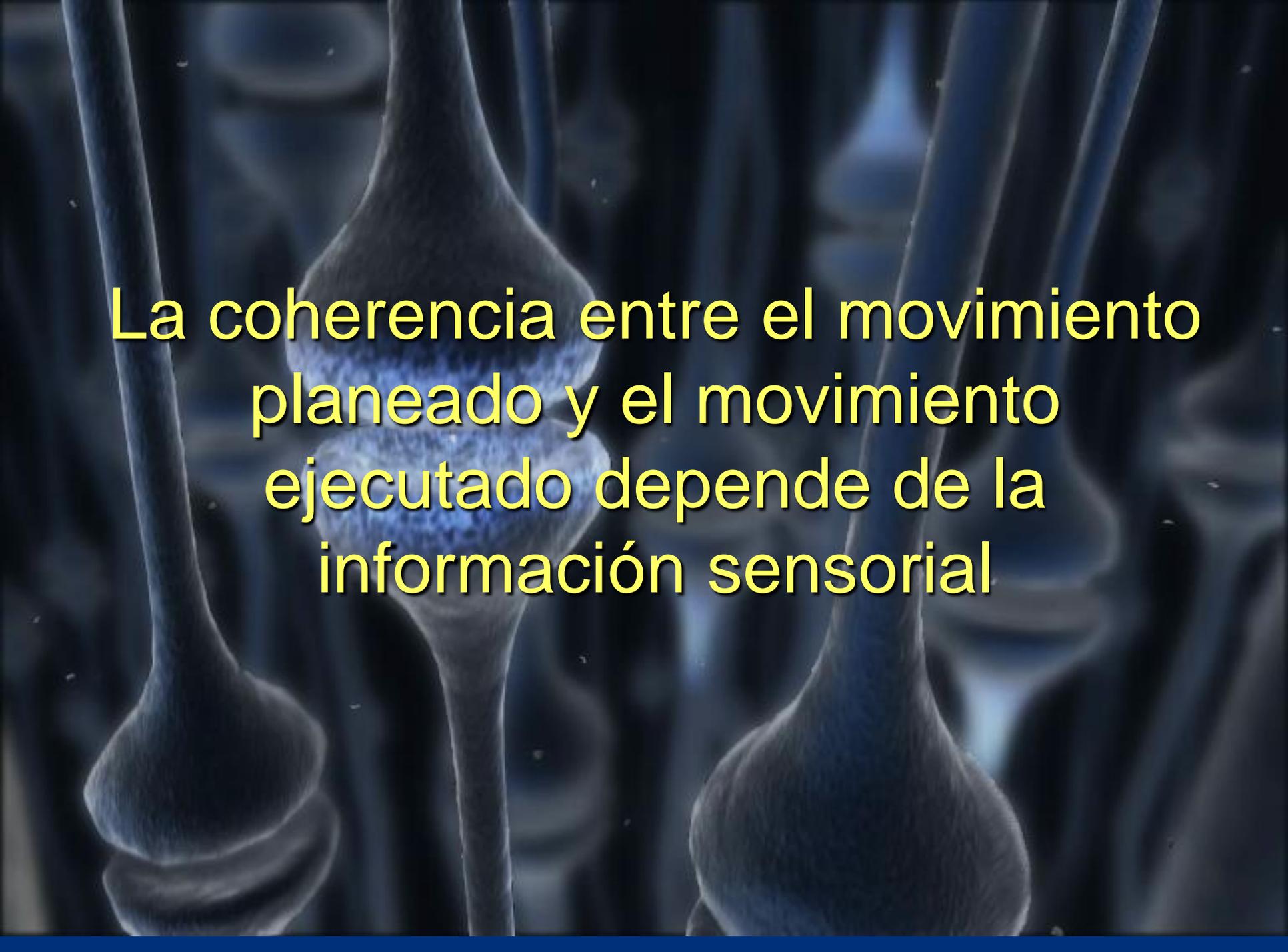


A. Schwartz

Coherencia sensorial y motora

El cerebro, *enlaza*, en una forma mutua y coherente, a todas aquellas neuronas que responden activamente a los diferentes aspectos del objeto que se percibe con las neuronas corticales involucradas en la planeación y ejecución del movimiento.

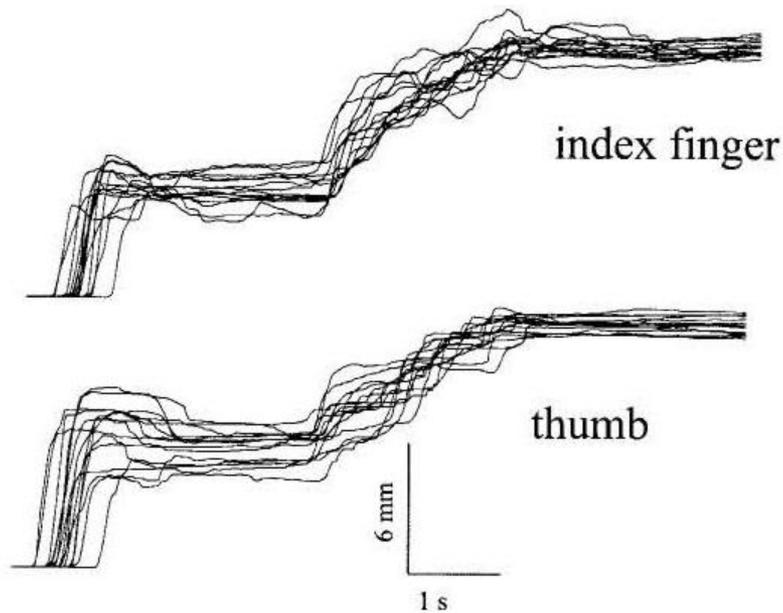




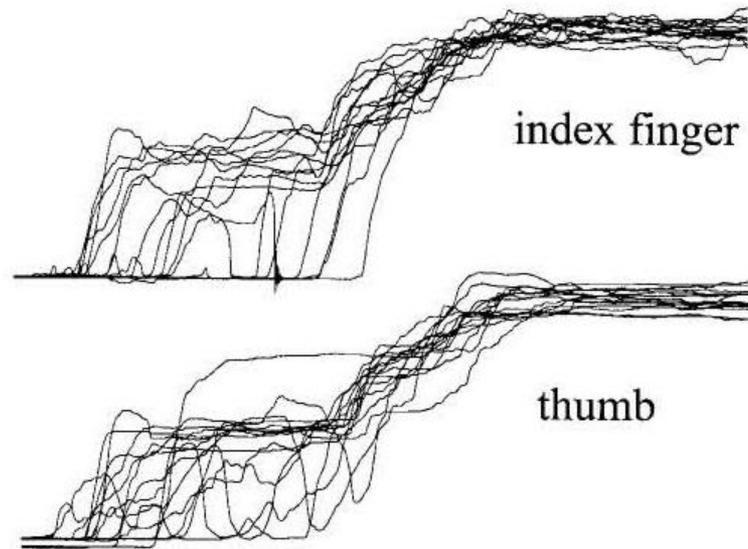
La coherencia entre el movimiento planeado y el movimiento ejecutado depende de la información sensorial

La supresión de información sensorial aumenta la variabilidad de movimientos voluntarios

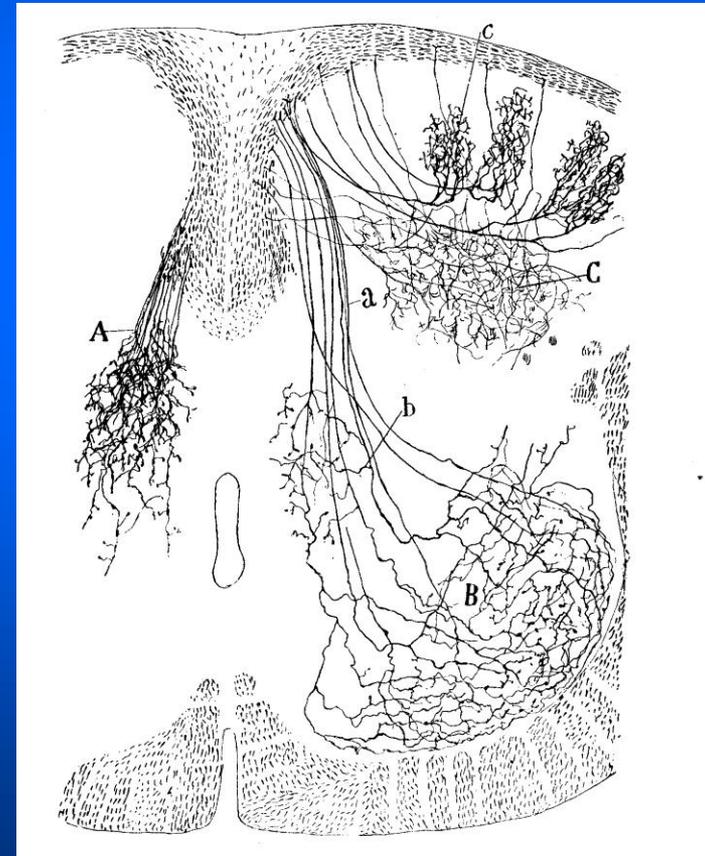
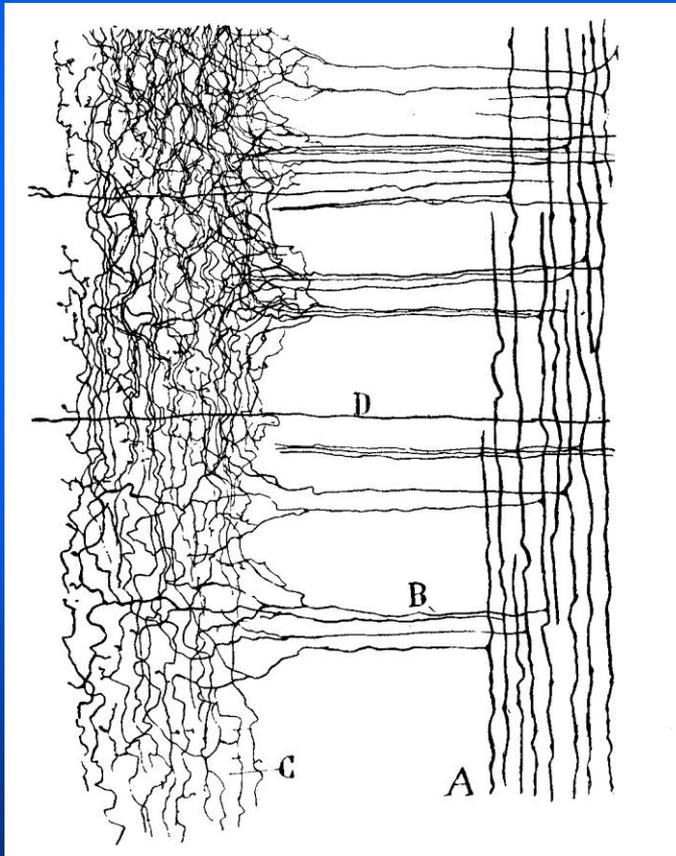
A Pre-anaesthesia



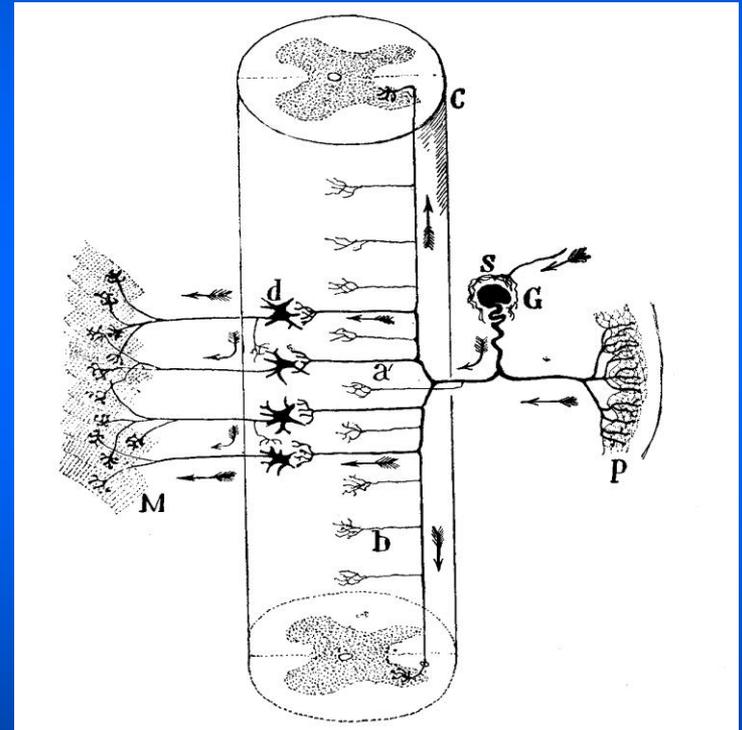
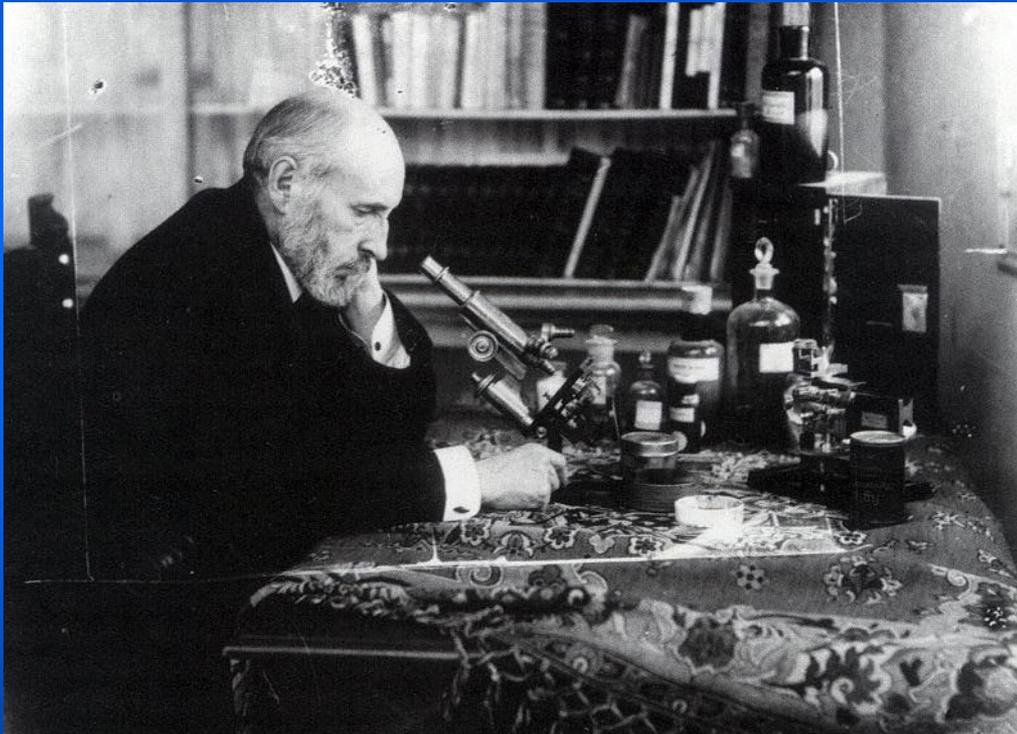
B Anaesthesia



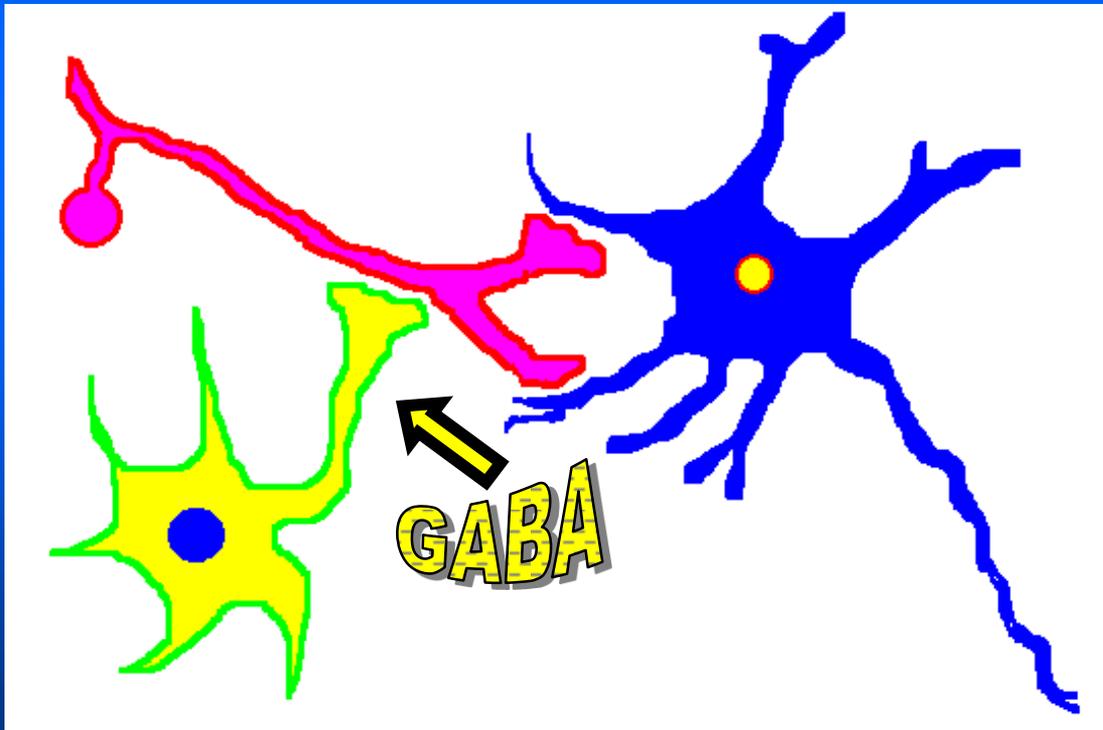
Al entrar a la médula espinal las fibras sensoriales se dividen en ramas ascendentes y descendentes que se ramifican profusamente



La excitación es transmitida en forma “fatalmente determinada” por las fibras sensoriales

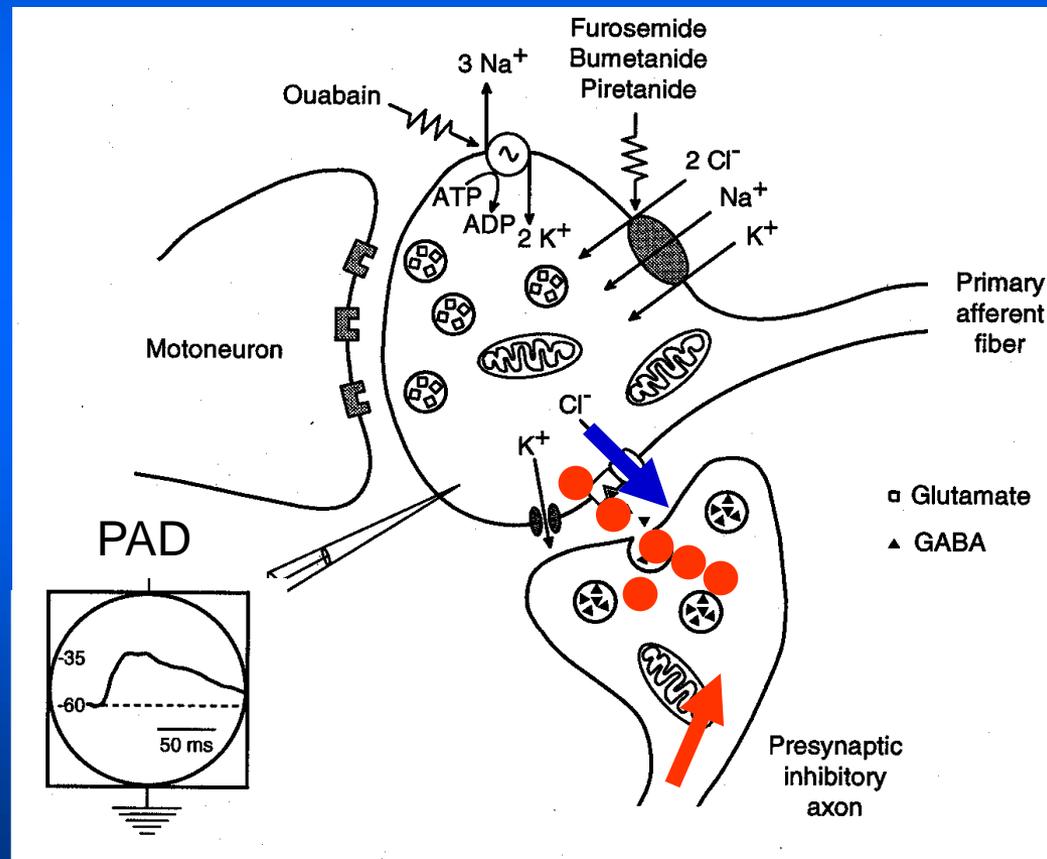


La información que proviene de los receptores periféricos puede ser modificada por mecanismos centrales



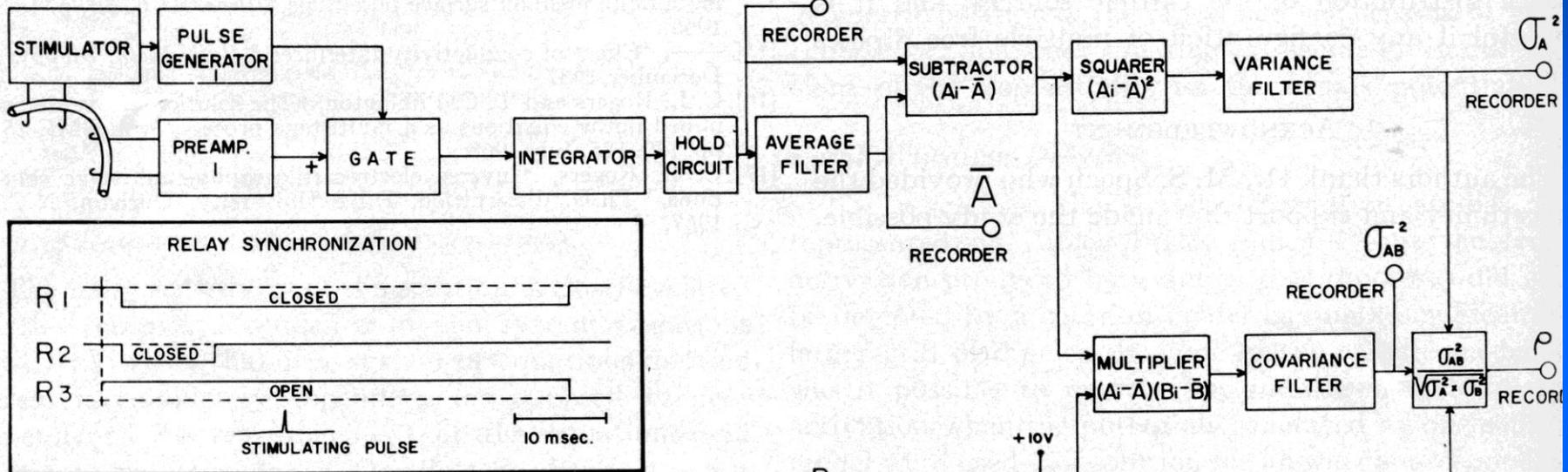
Parte de este control es mediado por interneuronas GABAérgicas

La activación de los receptores GABA_A en las fibras sensoriales aumenta su permeabilidad a los iones cloro, que al fluir del interior al exterior, producen una despolarización (PAD)

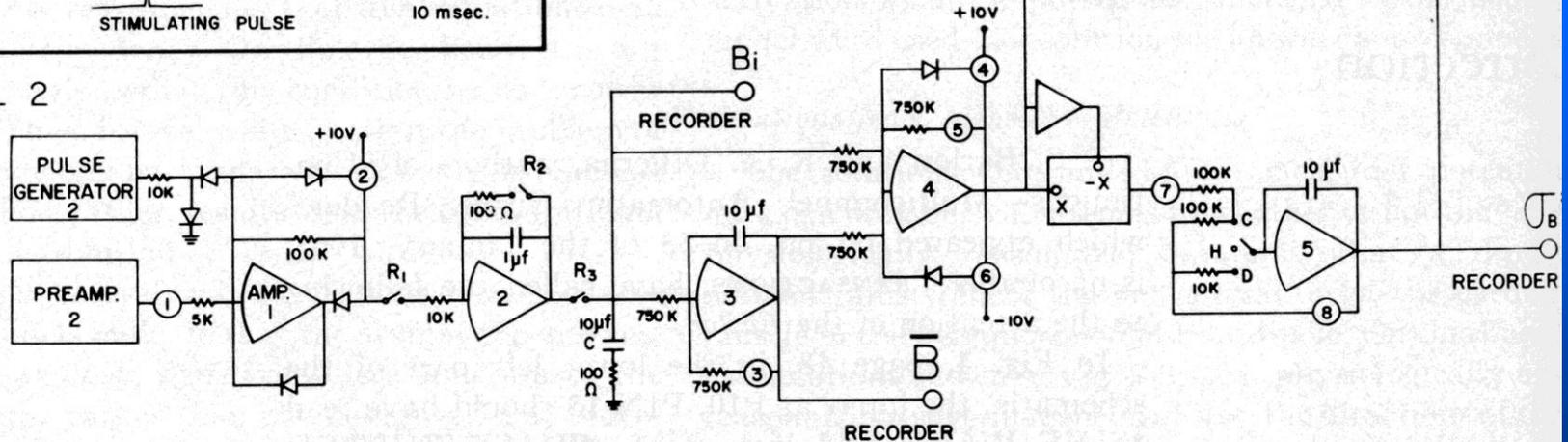


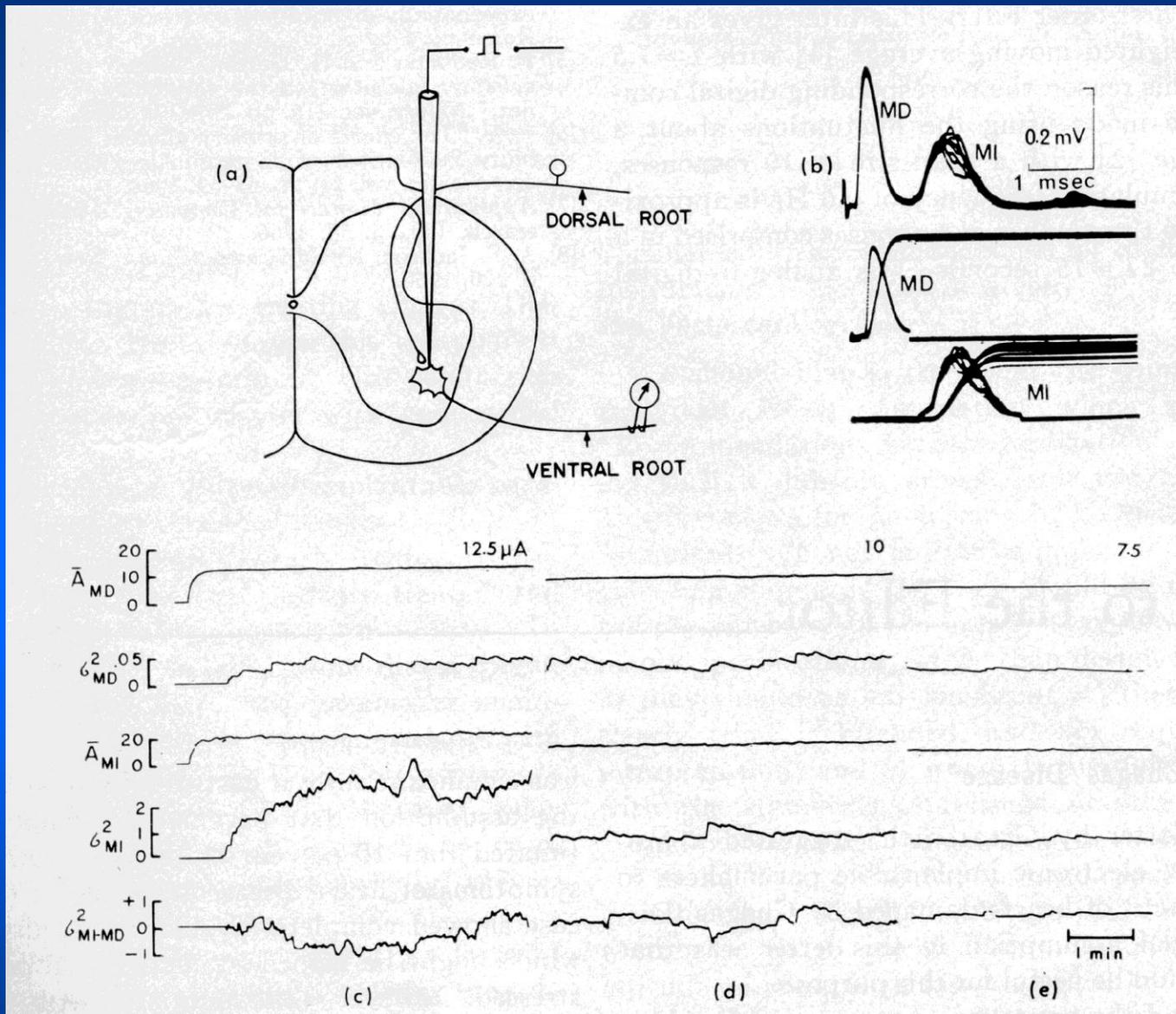
Método analógico para medir en línea promedio, variancia y correlación

CHANNEL 1



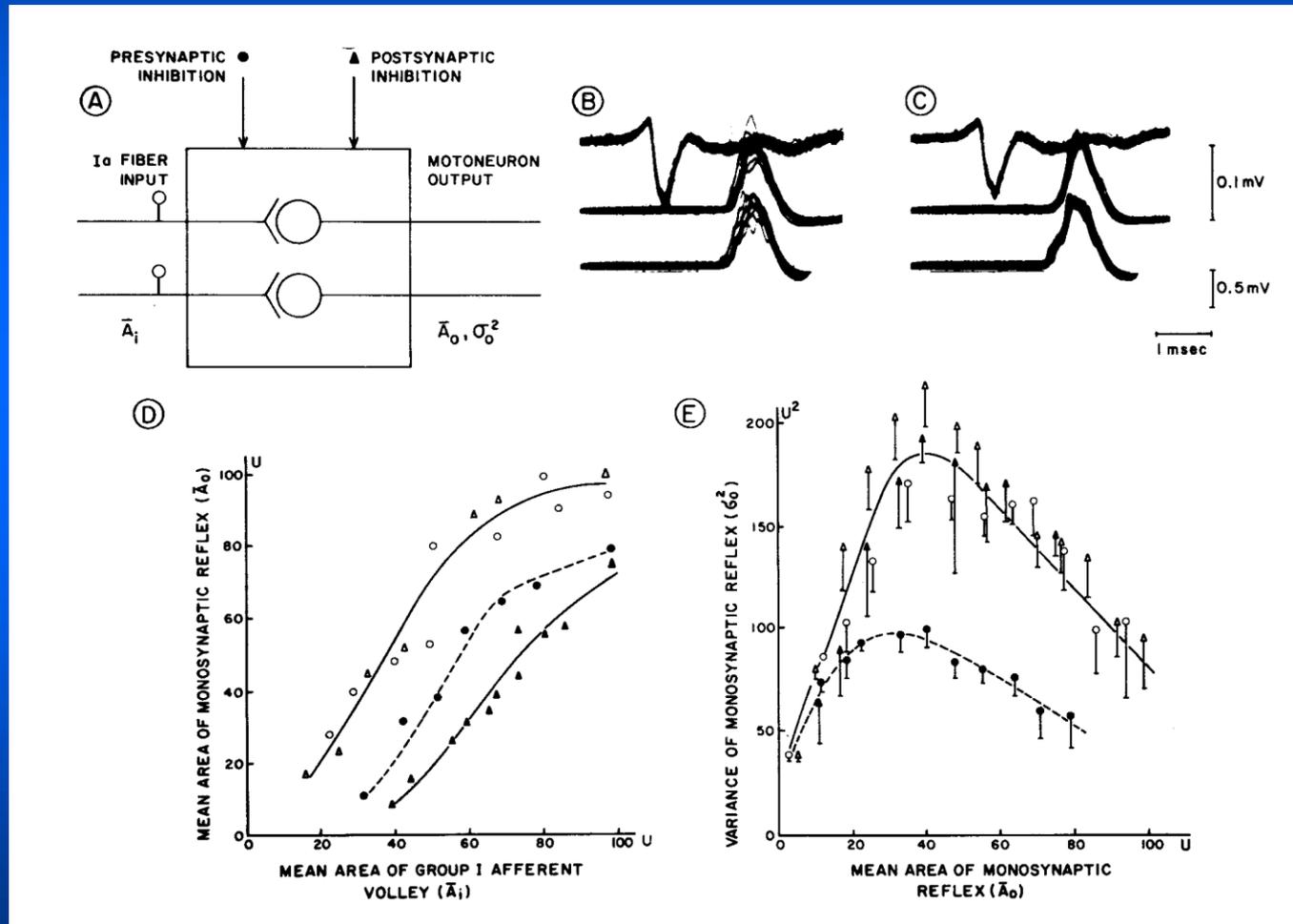
CHANNEL 2

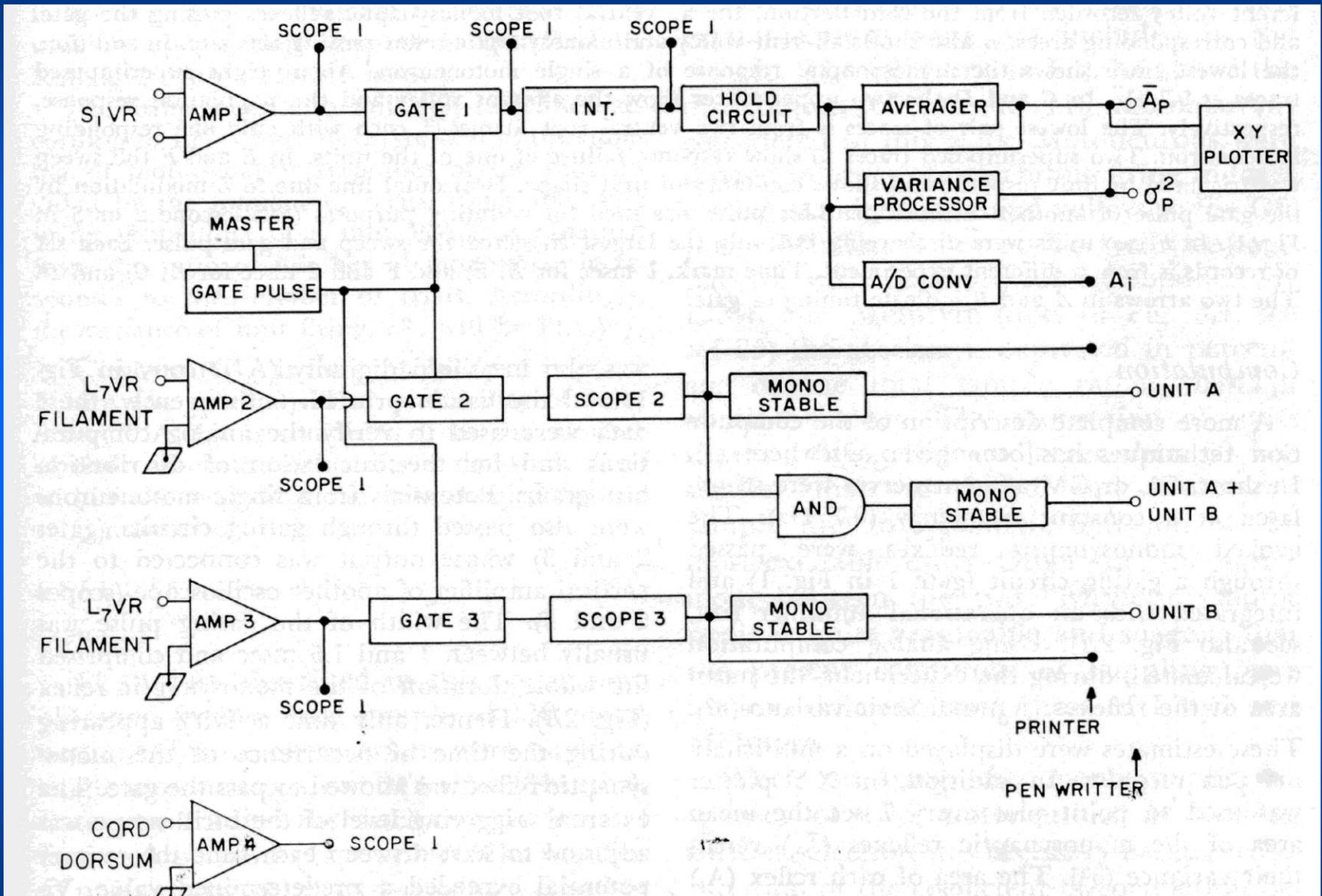


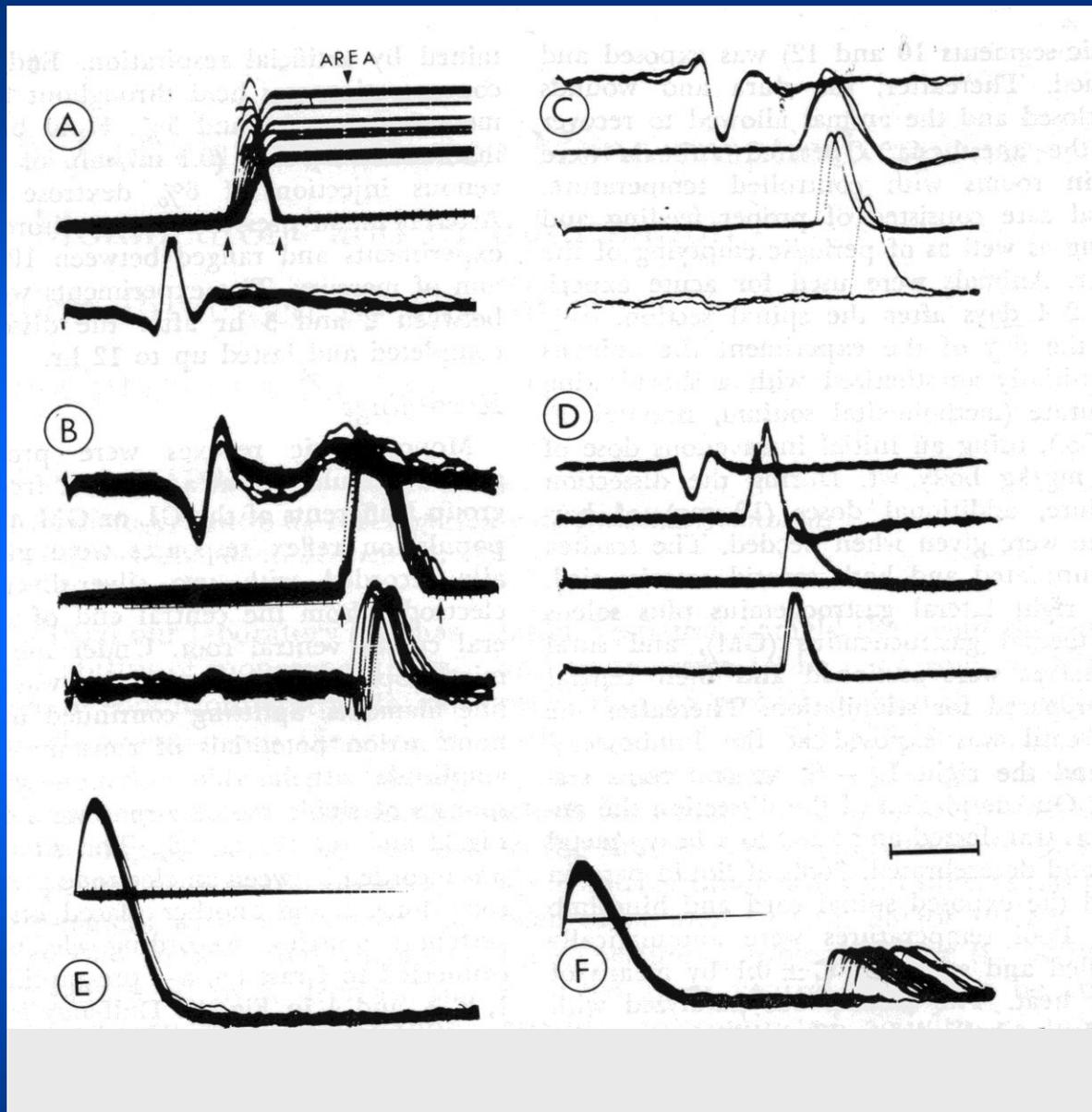


Rudomin & Dutton, IEEE Trans Biom Eng. 1968

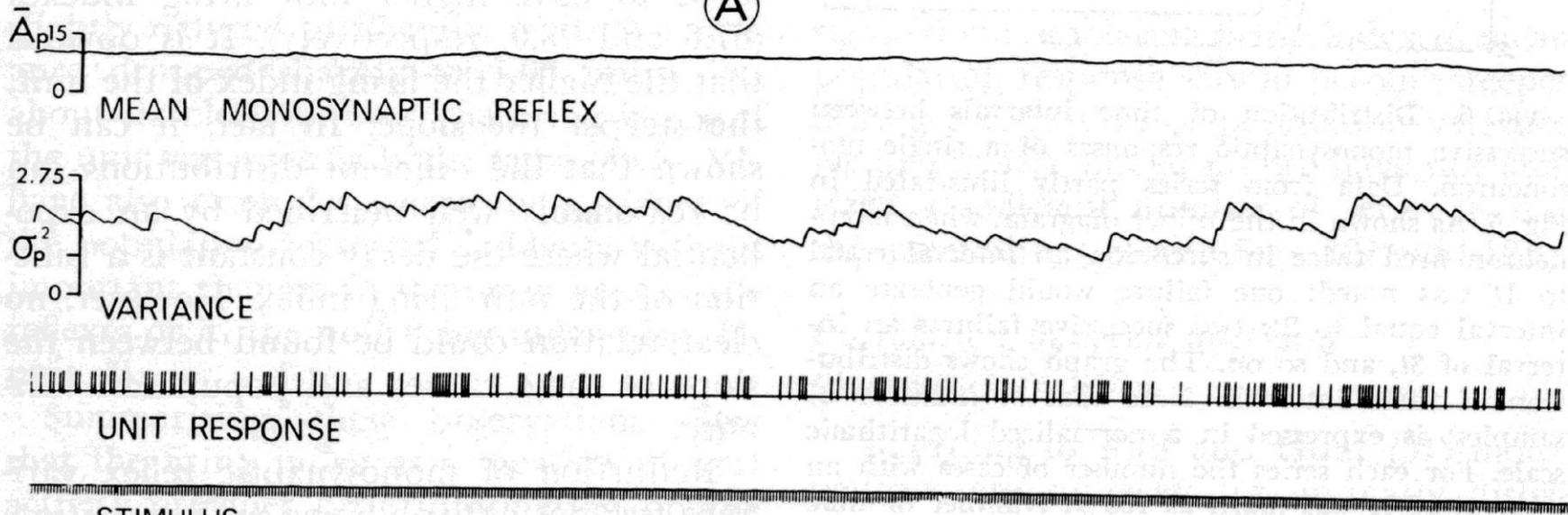
La estimulación de vías que producen inhibición presináptica reduce las fluctuaciones de los reflejos monosinápticos



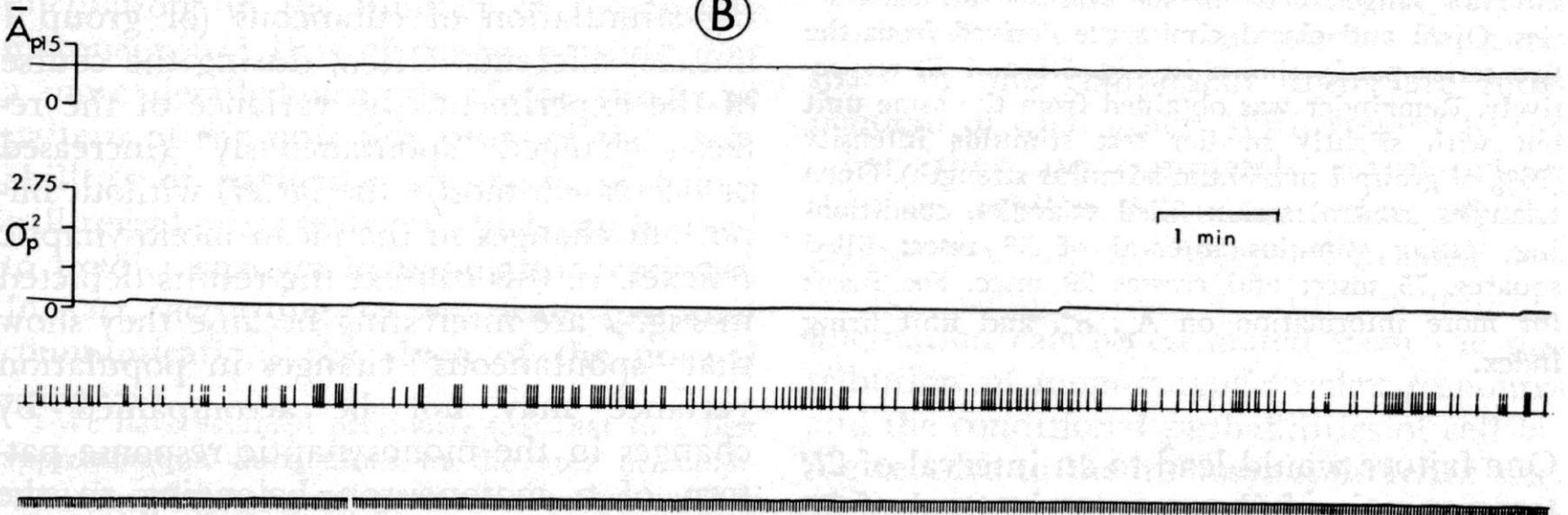




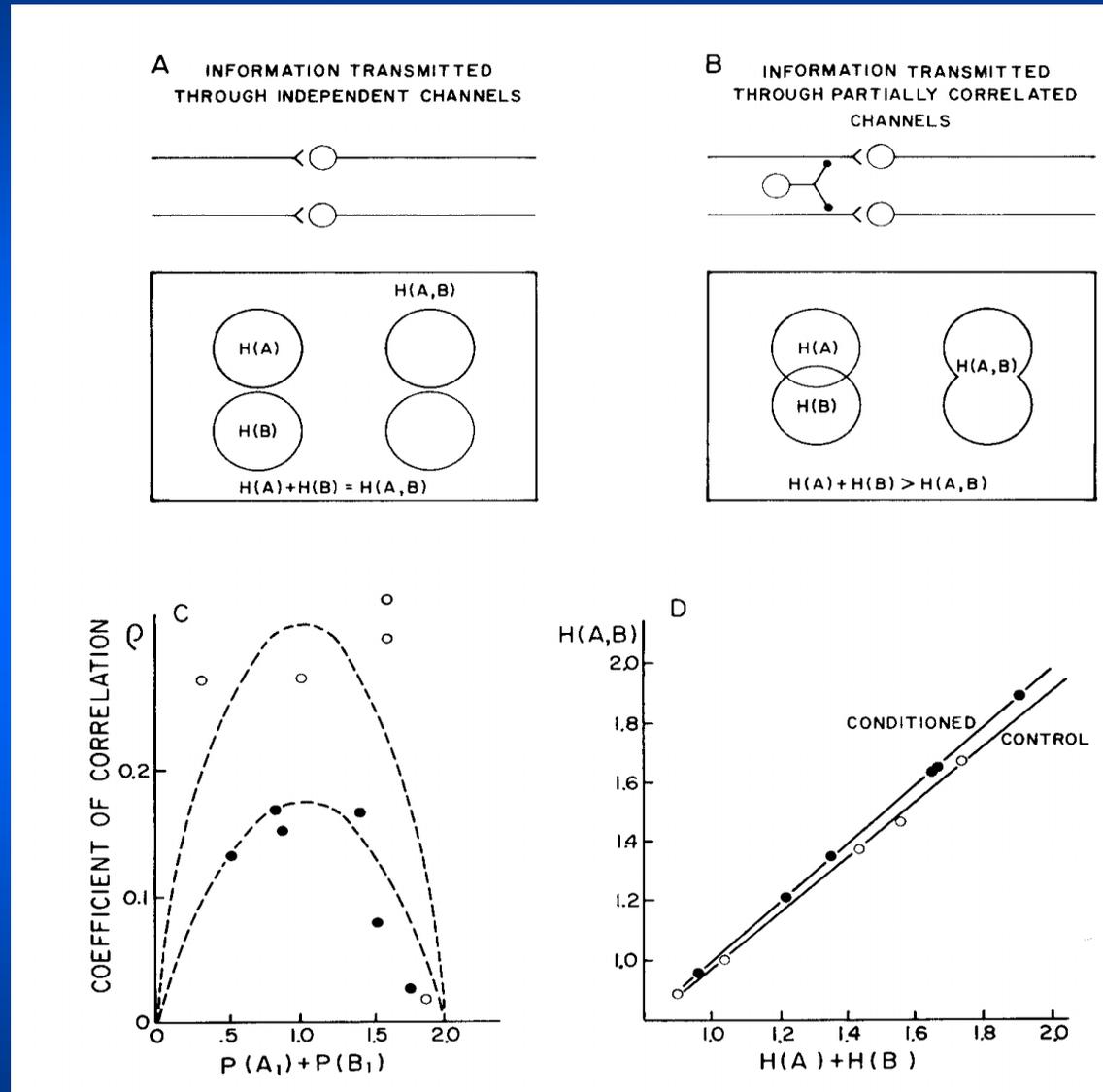
(A)



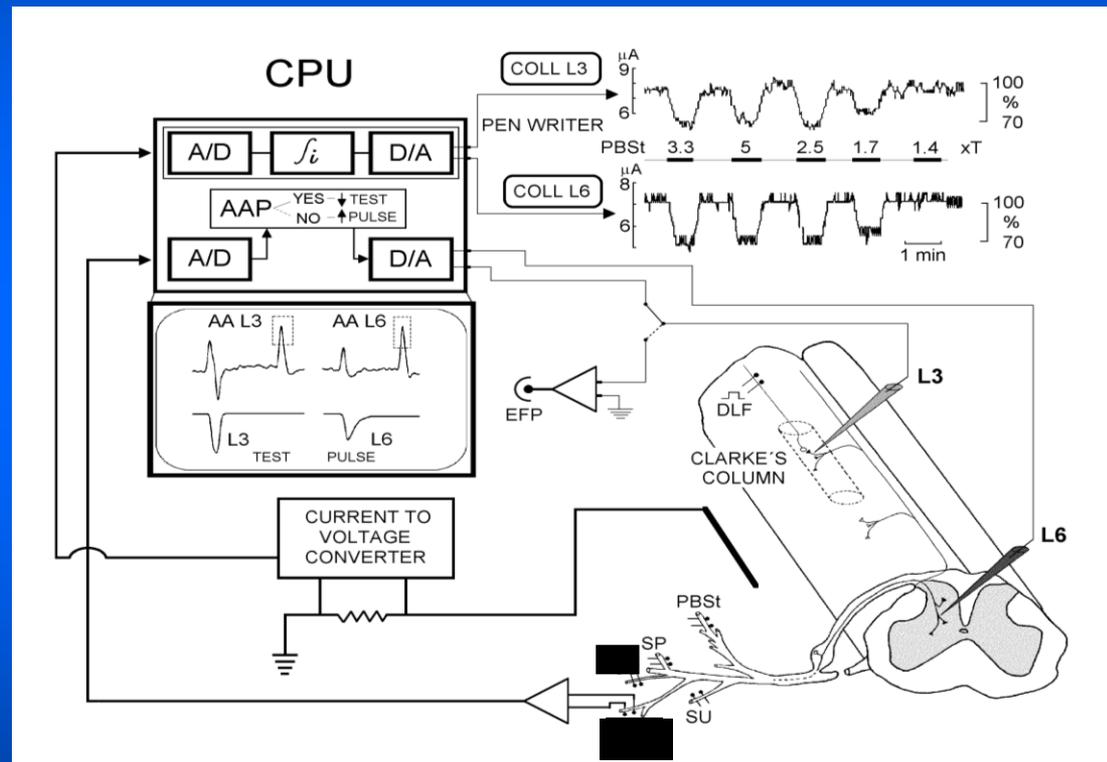
(B)



Las fluctuaciones correlacionadas de las respuestas monosinápticas de motoneuronas aumentan la redundancia de la información transmitida

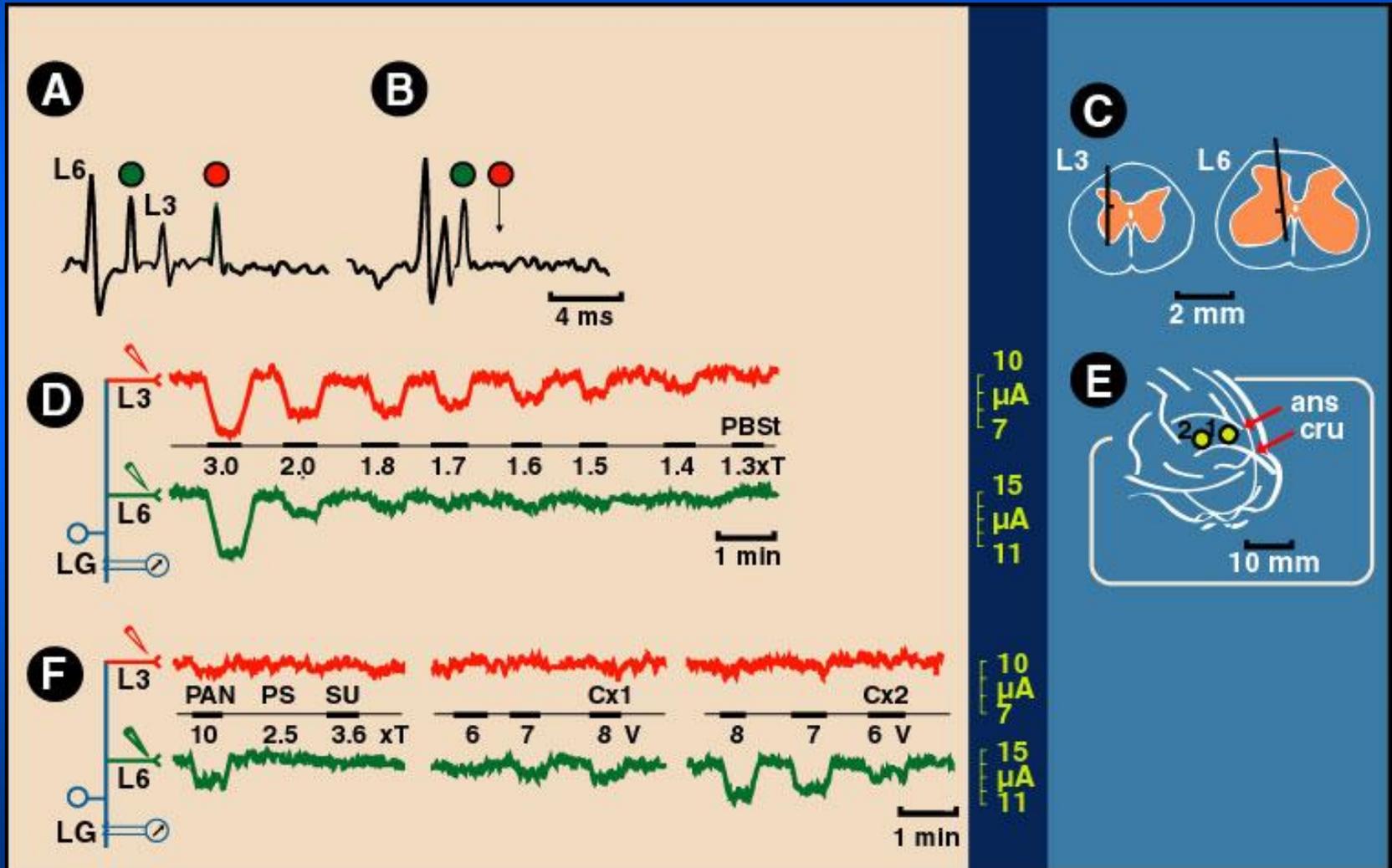


Durante la inhibición presináptica se despolarizan las terminales de las fibras sensoriales y se reduce su umbral a la estimulación eléctrica

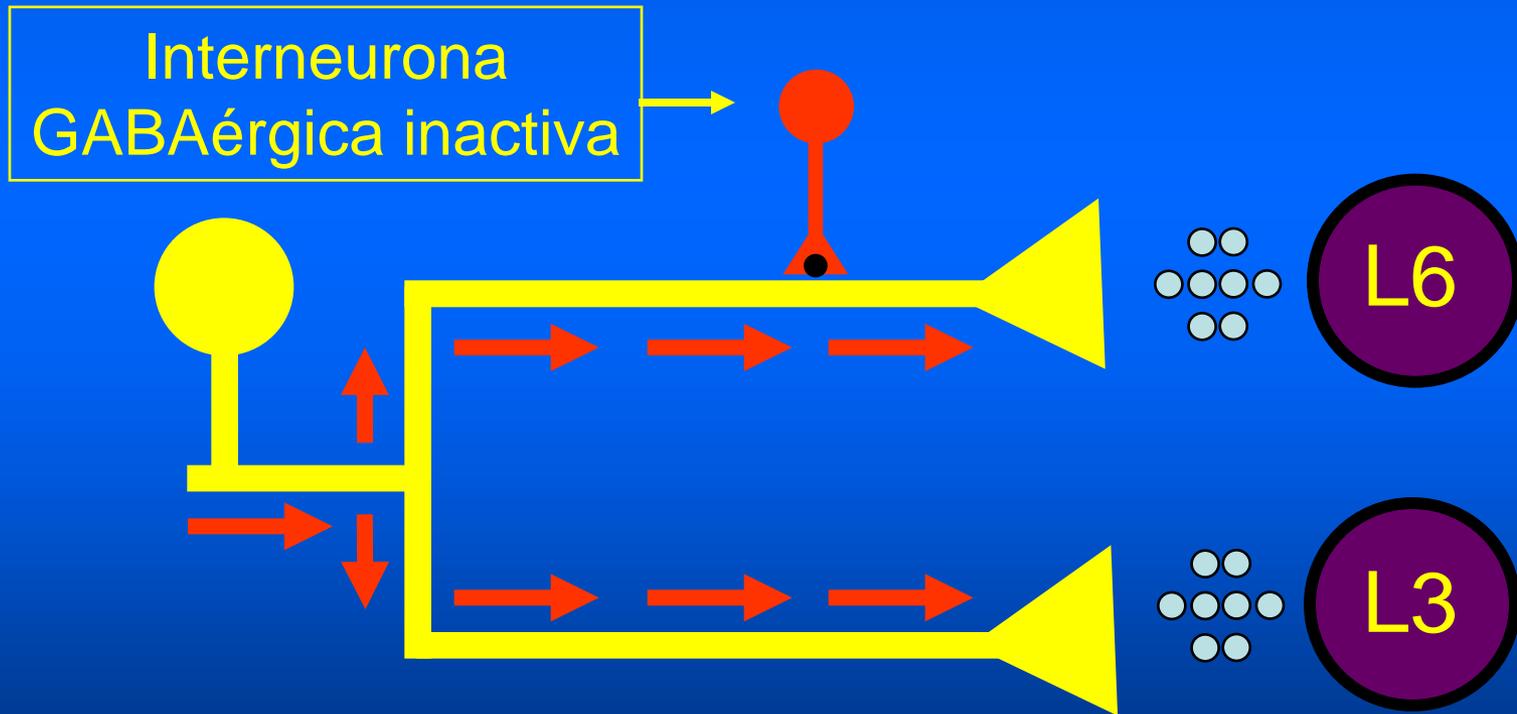


■
Ello permite analizar con mas detalle la posible selectividad de la inhibición presináptica

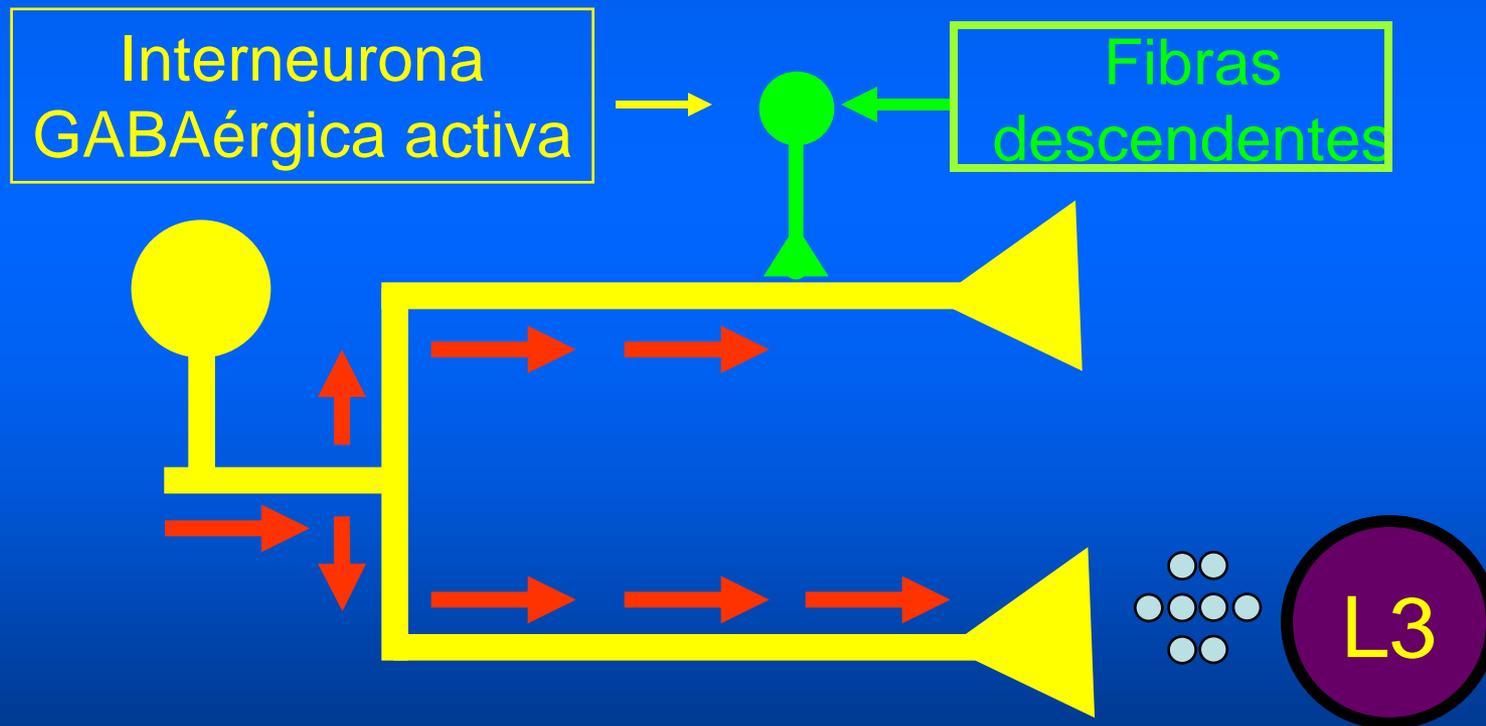
La estimulación de la corteza motora produce una despolarización diferencial de las colaterales L3 y L6 de fibras aferentes individuales



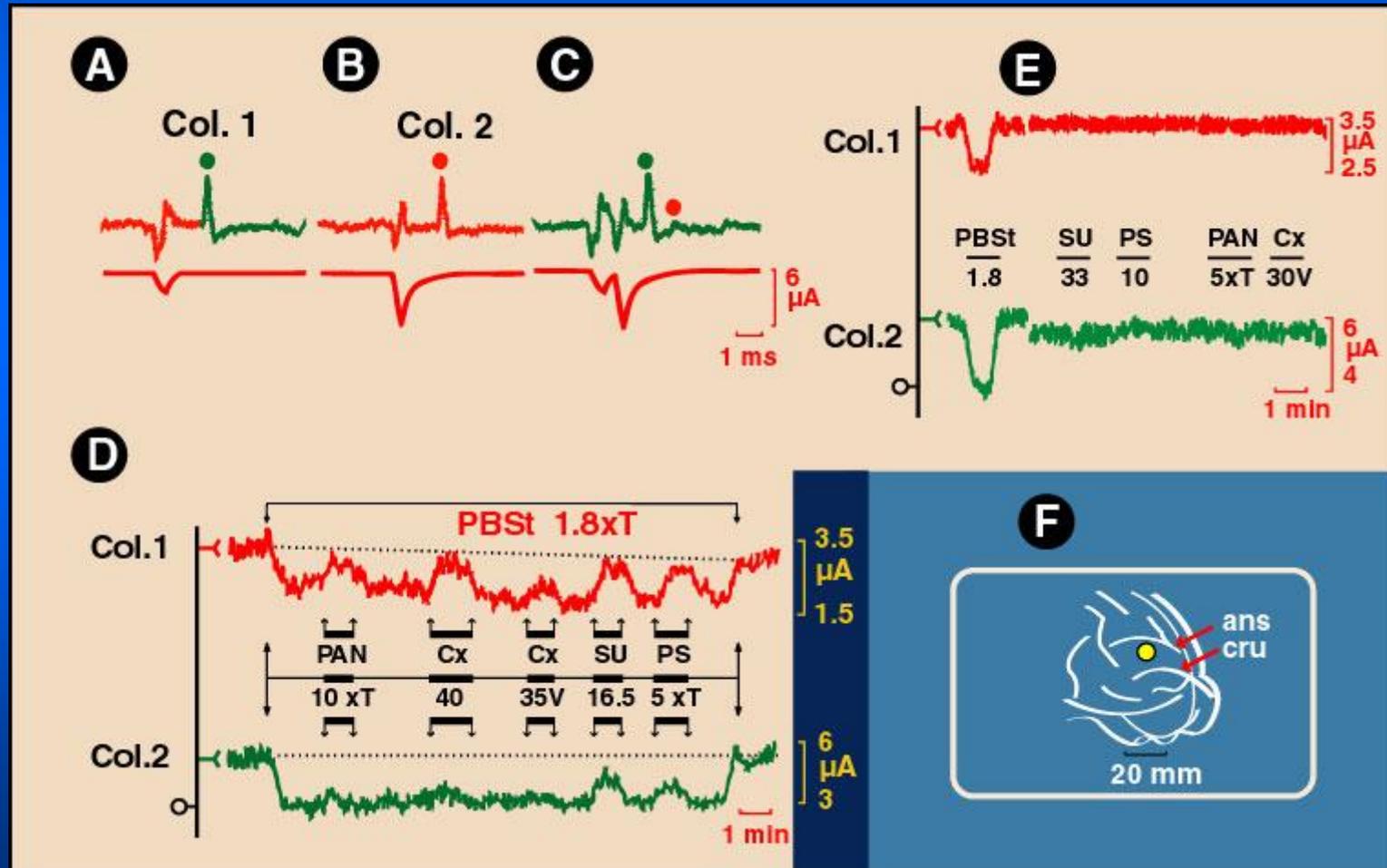
El carácter local de la modulación GABAérgica de la efectividad sináptica convierte a las ramificaciones intraespinales de las fibras sensoriales en **sustratos dinámicos** que permiten un direccionamiento selectivo del flujo de información



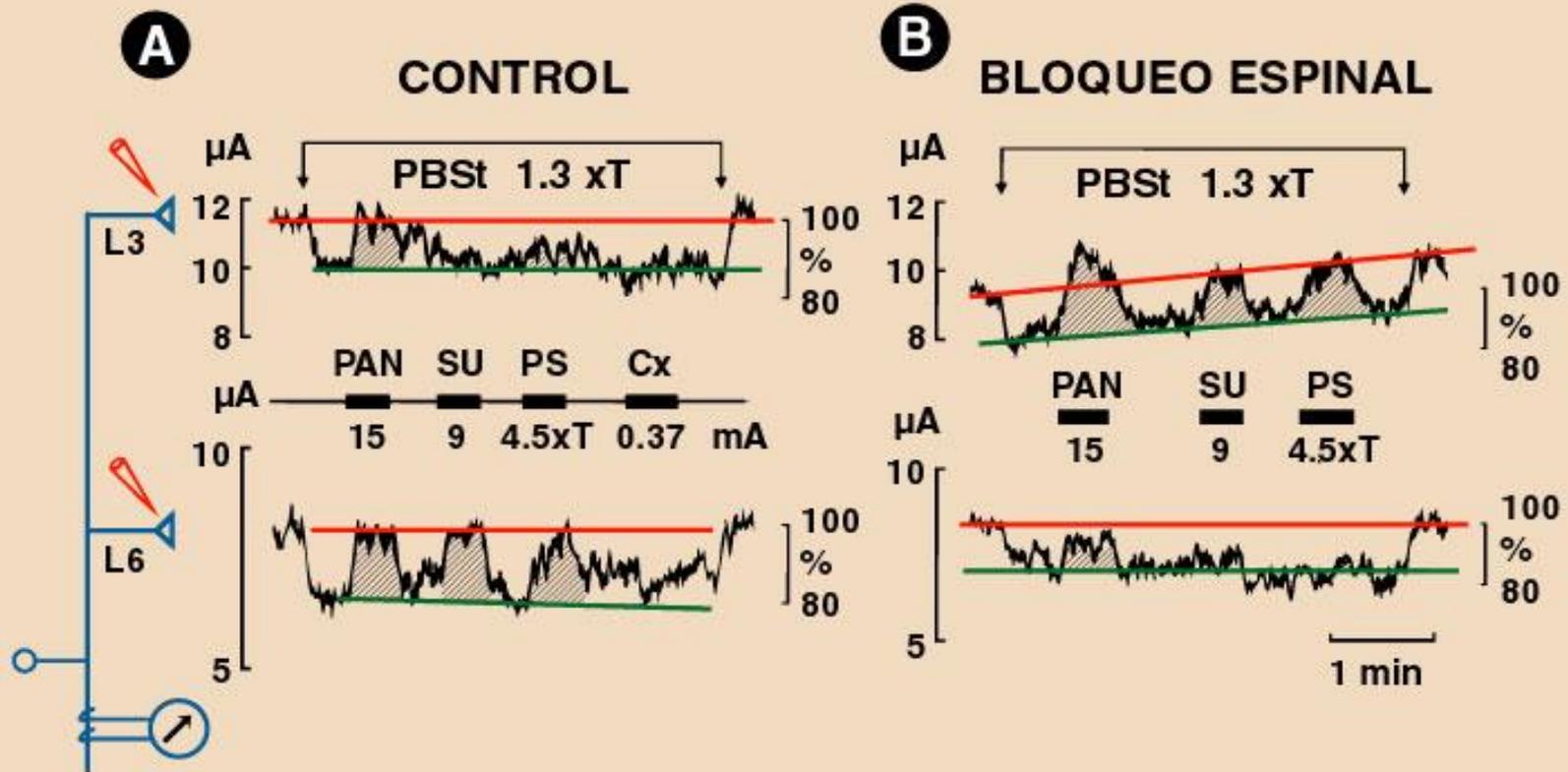
El carácter local de la modulación GABAérgica de la efectividad sináptica convierte a las ramificaciones intraespinales de las fibras sensoriales en **sustratos dinámicos** que permiten un direccionamiento selectivo del flujo de información



La estimulación de la corteza cerebral y de aferentes cutáneos puede inhibir *en forma diferencial* la despolarización de aferentes primarios

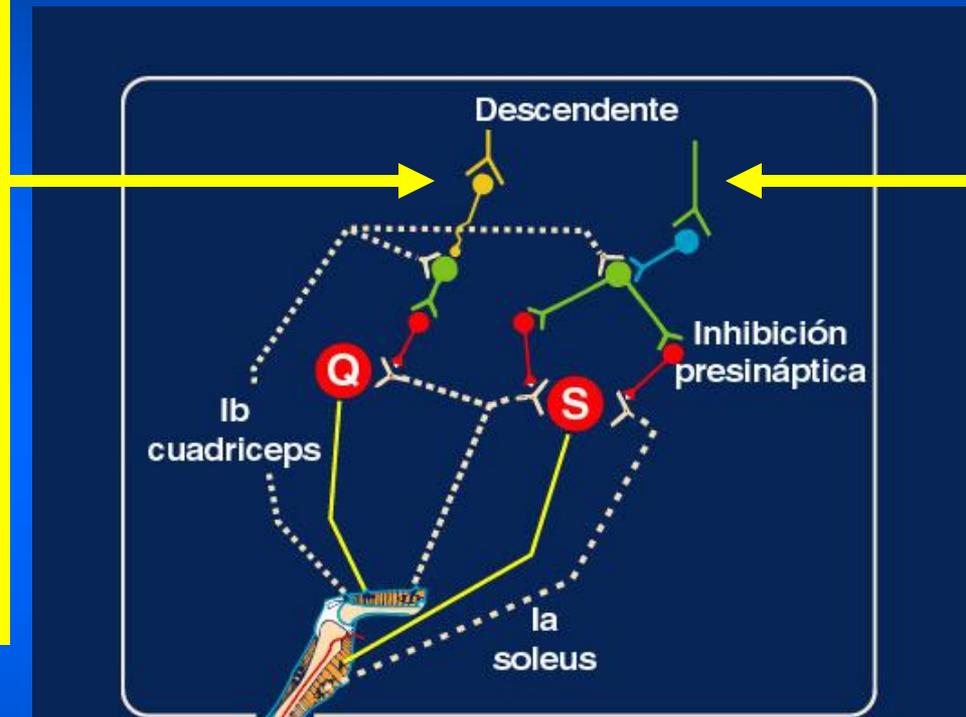


La espinalización revierte la inhibición diferencial de la PAD producida en pares de colaterales de la misma fibra sensorial



Durante la fase de planeación de una contracción voluntaria, la información proveniente de los receptores musculares es modulada diferencialmente

Se reduce la inhibición presináptica tónica de las fibras la provenientes de los músculos que se van a contraer



Aumenta la inhibición presináptica tónica de las fibras la provenientes de los músculos que no se van a contraer

Hultborn et al, 1987

Esta modulación diferencial permite seleccionar con anticipación la información requerida para el movimiento programado

Entender (conocer) las acciones de los otros es importante para la instrumentación de acciones anticipatorias

La **imitación de acciones observadas** es un elemento importante en la evolución dado que aumenta las probabilidades de sobrevivencia individual y poblacional

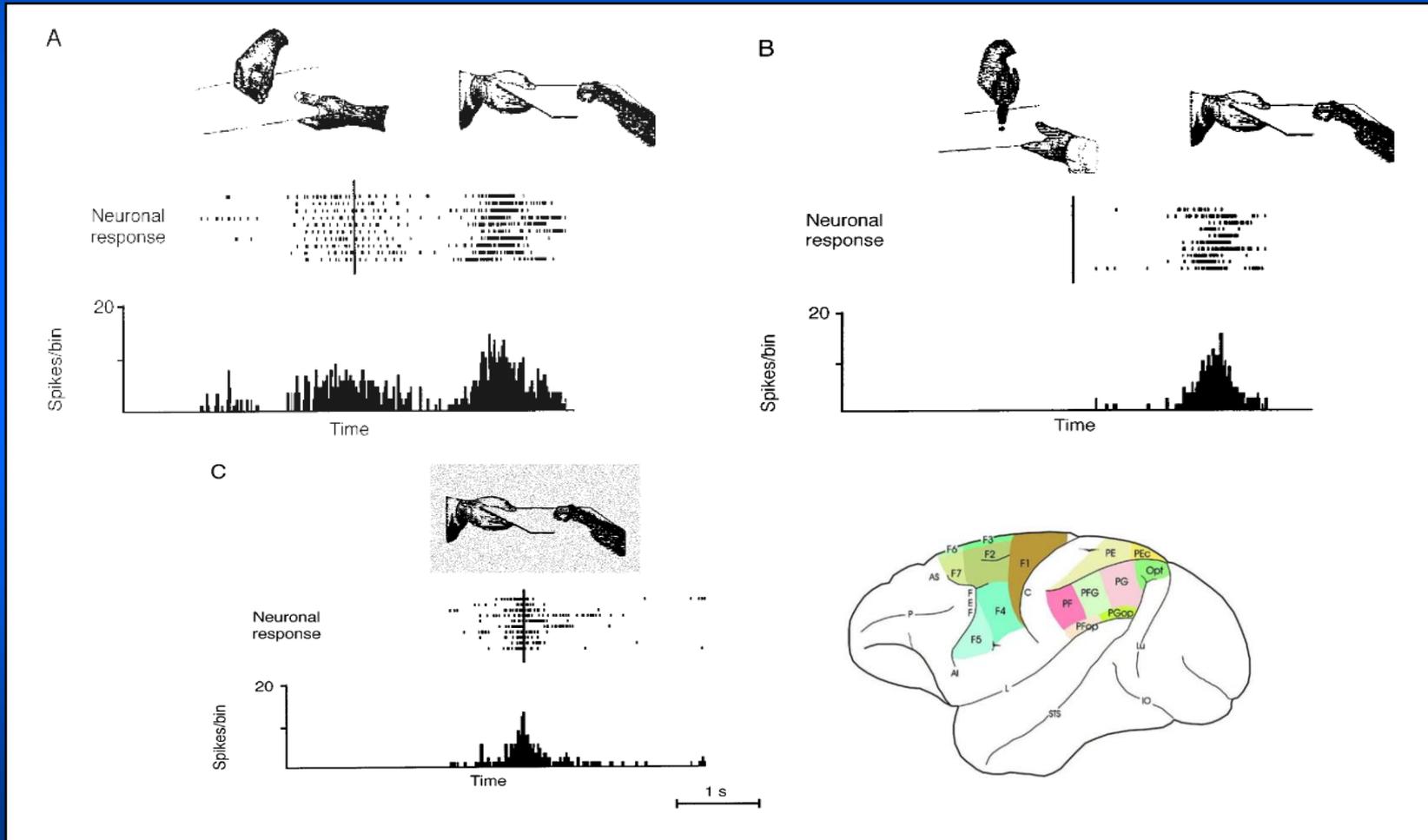


Neuronas espejo: base neurofisiológica de la imitación?

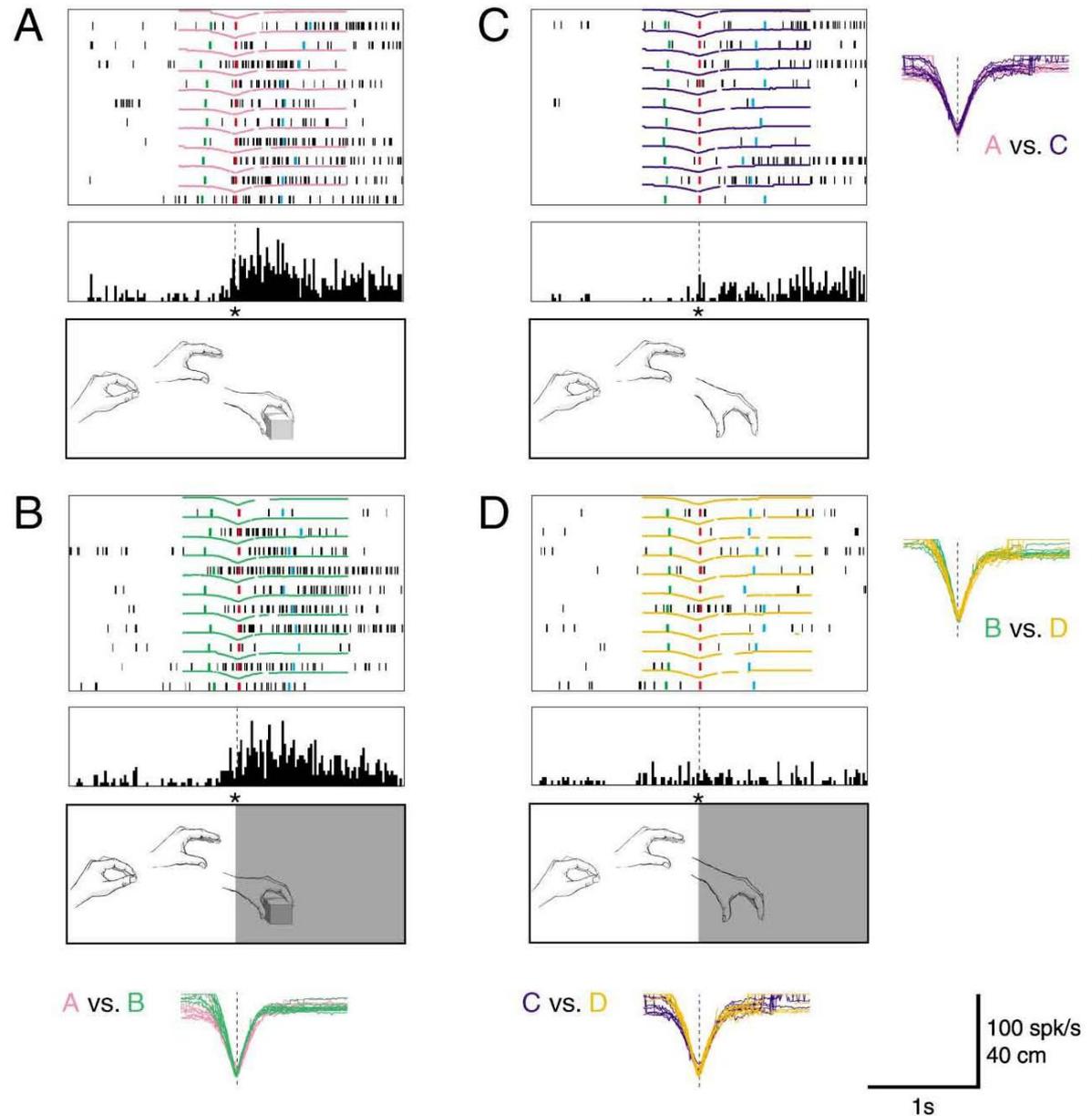
- Recientemente se han encontrado poblaciones de neuronas cerebrales que responden tanto cuando el mono realiza una acción determinada como cuando este observa a otro individuo realizar la misma acción.
- Esta propiedad neuronal promueve el **aprendizaje por imitación** (comportamiento resonante).

Neuronas Espejo

Congruencia entre la acción observada y la ejecutada



Las neuronas espejo se activan tanto al *observar* la ejecución de movimientos manuales como al *inferir* dichas acciones



En el humano el sistema de neuronas espejo se especializa no sólo en el procesamiento de estímulos animados sino, y más específicamente, en el procesamiento de estímulos *con relevancia social*

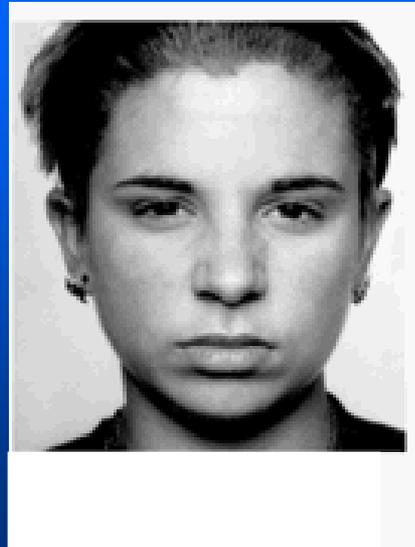
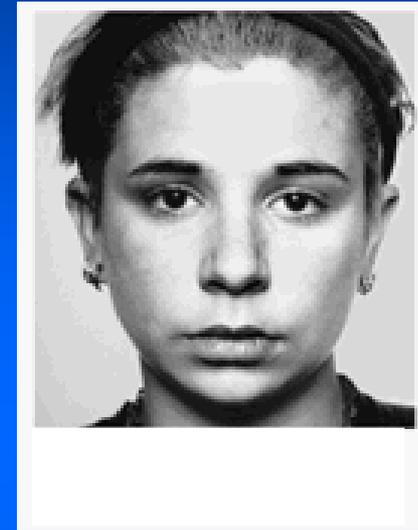
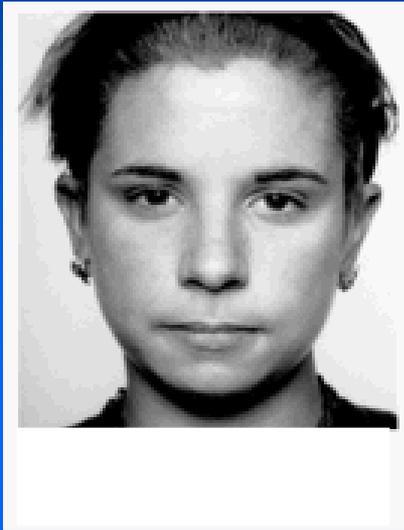
Yo sé lo que tú estás pensando

El sistema de neuronas espejo permite al individuo *detectar* ciertos estados mentales de otros individuos

Esta capacidad permite *anticipar* las acciones futuras de otros individuos, que pueden ser cooperativas, no cooperativas o incluso amenazantes

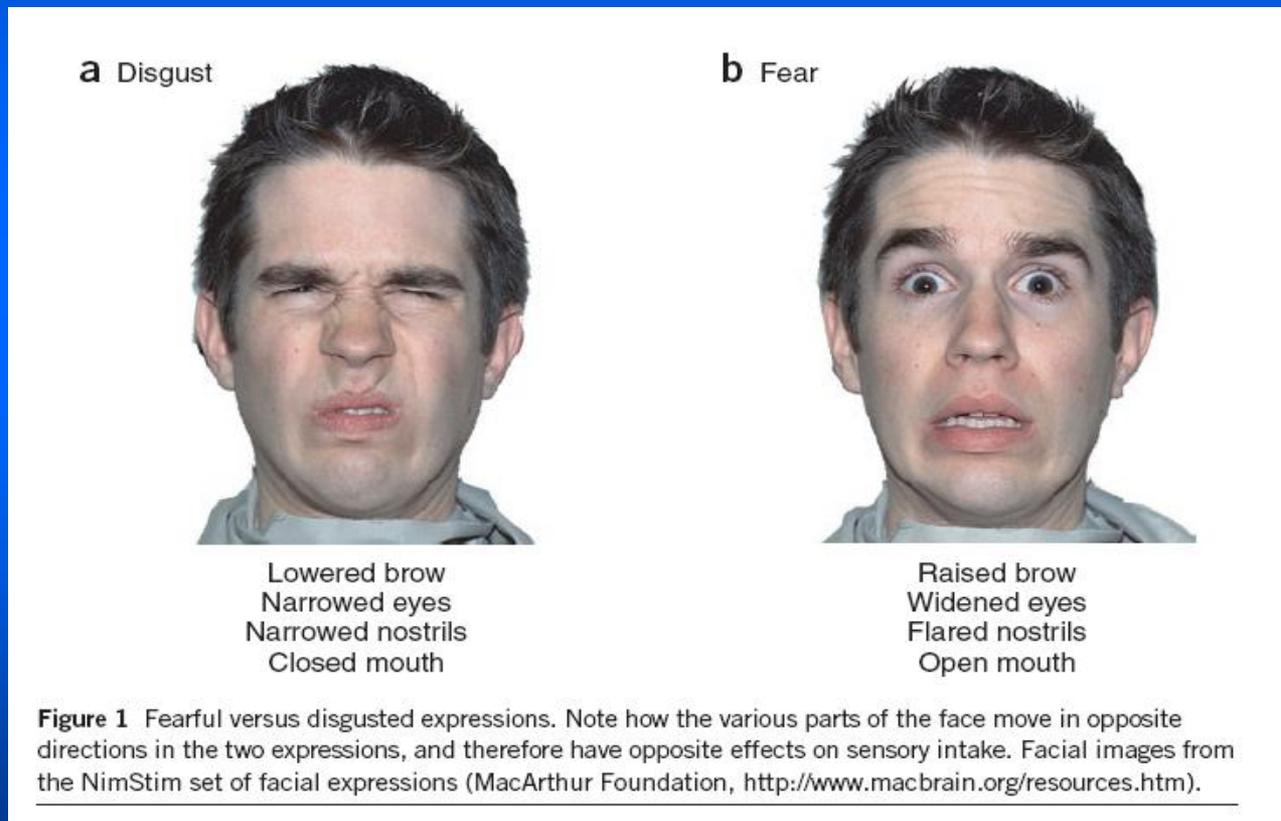
Ello permite una mejor adecuación de la respuesta propia a las actitudes e intenciones de los otros, lo que es fundamental para la interacción social y para el desarrollo del lenguaje

Las expresiones faciales proporcionan información acerca de estados de ánimo



Las expresiones faciales no son configuraciones arbitrarias para comunicación social sino expresiones que podrían haberse originado como un mecanismo para modificar la interfase sensorial con el mundo físico

La expresión de miedo aumenta la adquisición de información sensorial



Los movimientos sacádicos son diferentes al expresar miedo o disgusto

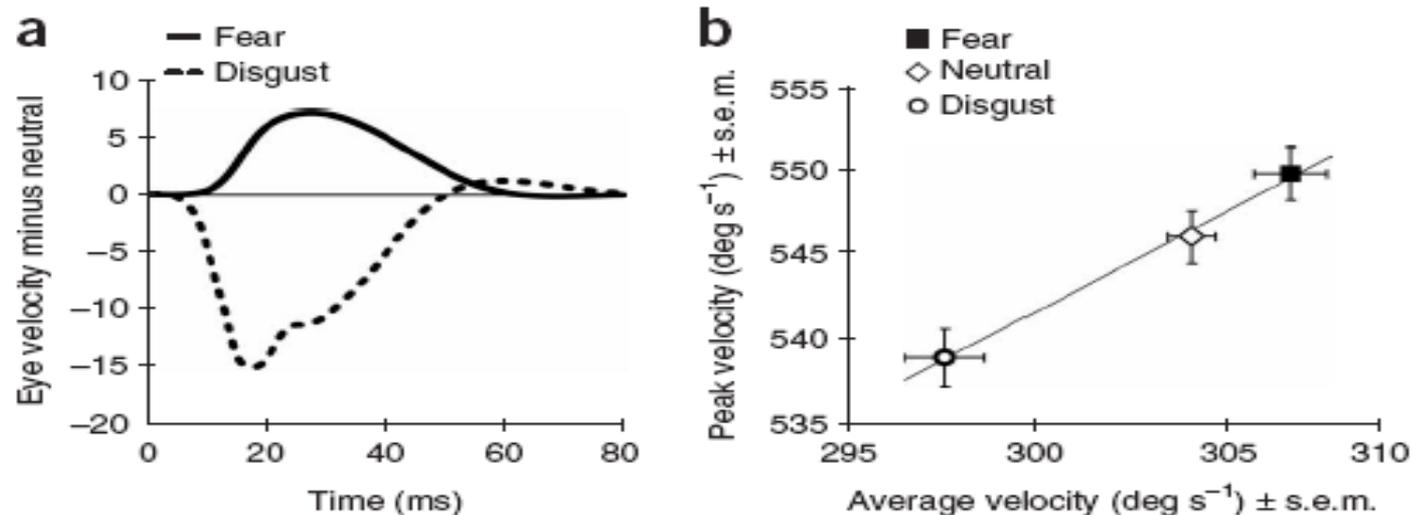


Figure 4 Saccadic eye movements for participants posing fear, disgust and neutral expressions. (a) Average velocity over time profiles for fear and disgust expressions relative to neutral. Relative velocities were scaled at each time point by the ratio of instantaneous-to-peak neutral velocity. (b) Average versus peak velocities for each condition are plotted along with the best-fit line between the condition means ($r^2 = 0.996$) with within-subject error bars.

La capacidad nasal inspiratoria aumenta durante los estados de miedo

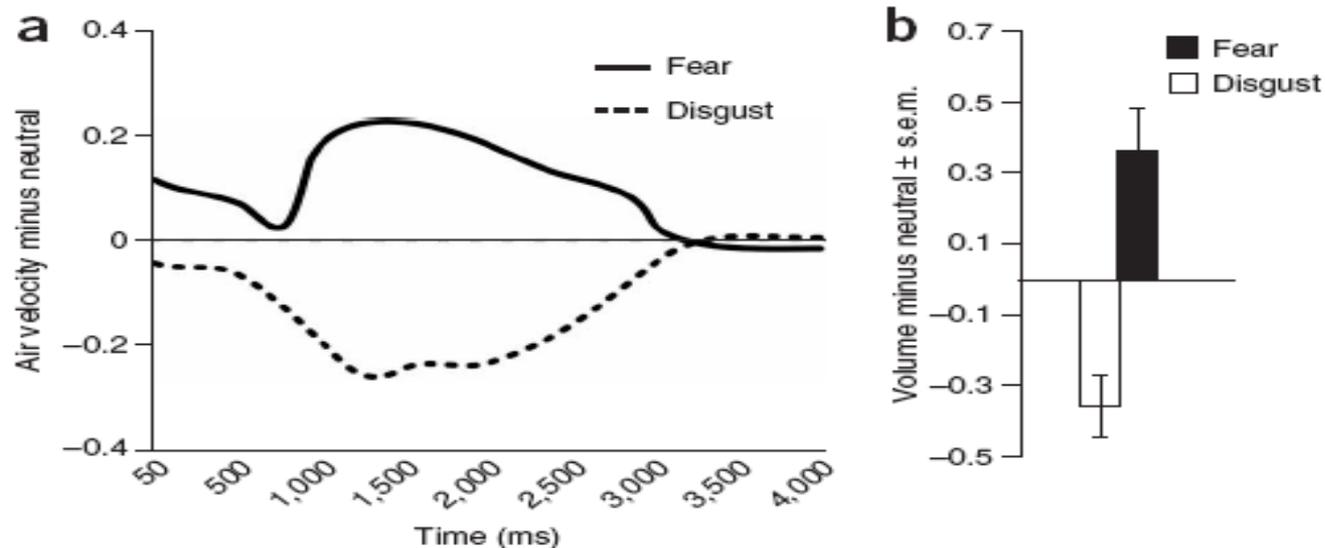


Figure 5 Measurement of nasal inspiratory capacity during expressions of disgust and fear. (a,b) Mean air-flow velocity (in standardized units) for fear and disgust expressions relative to neutral during inhalation over time (2.2-s inhalation; a) and mean volume relative to abdominal-thoracic respiratory effort (in standardized units) for disgust and fear expressions relative to neutral (b). Velocity was scaled such that the area under the curve for neutral sniffs was equal to 1.

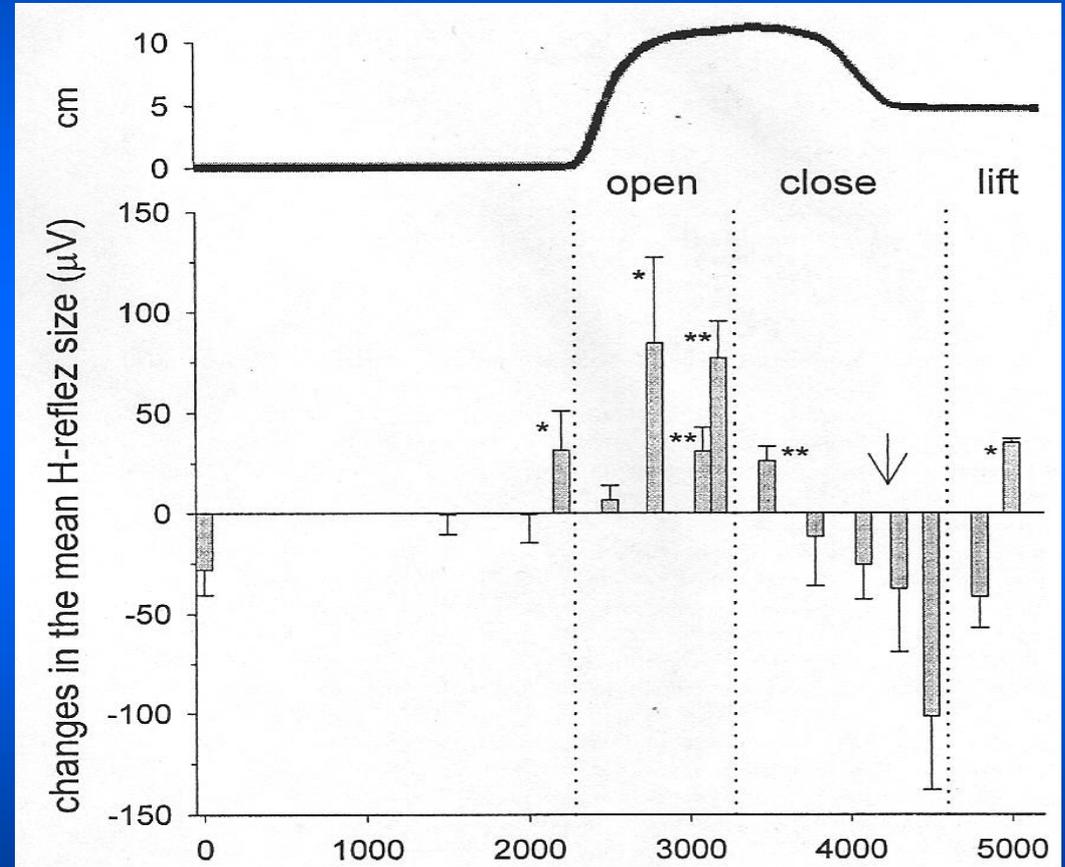
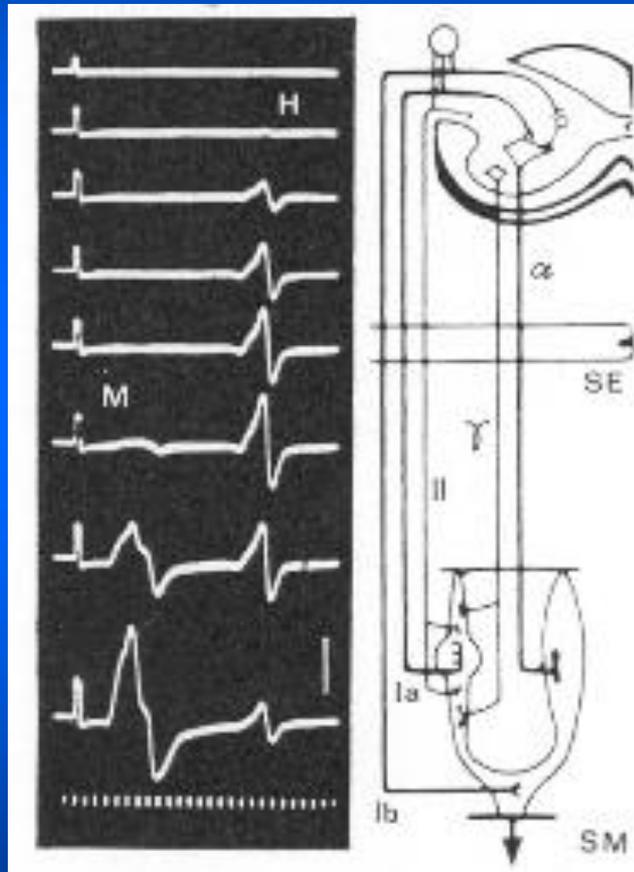
Aprendemos a hablar imitando a los demás



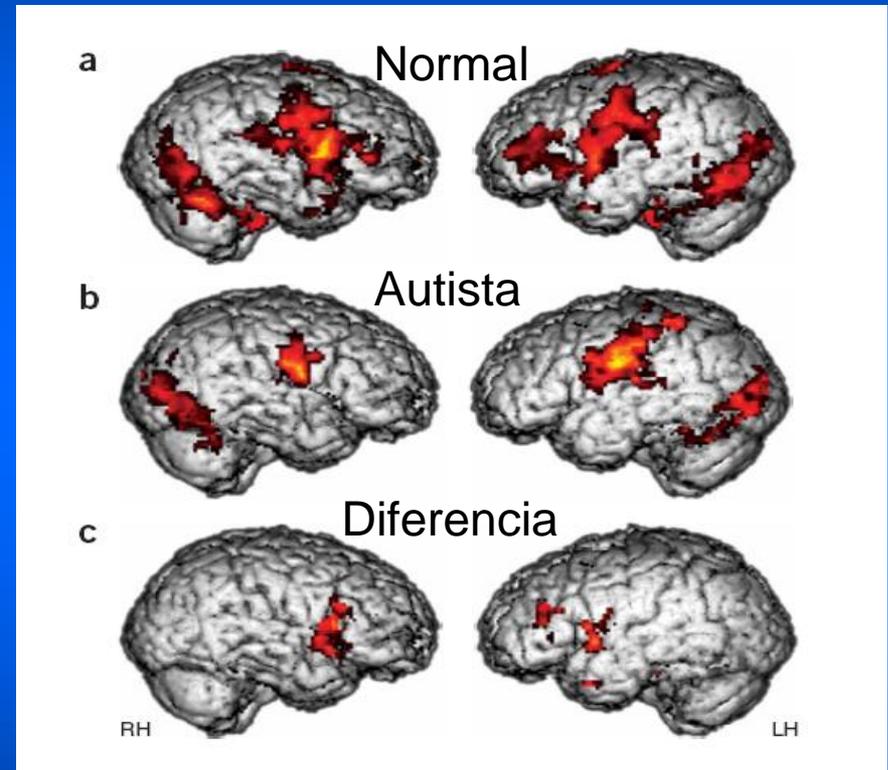
Aprendemos a movernos **al observar** los movimientos realizados por otros individuos



Los reflejos espinales también se modifican al observar los movimientos manuales realizados por los otros



Los niños con desórdenes autistas presentan una disfunción de las neuronas espejo



Dapretto et al. Nature Neuroscience, 2005

La actividad de las neuronas espejo disminuye con la severidad de los desórdenes autistas.

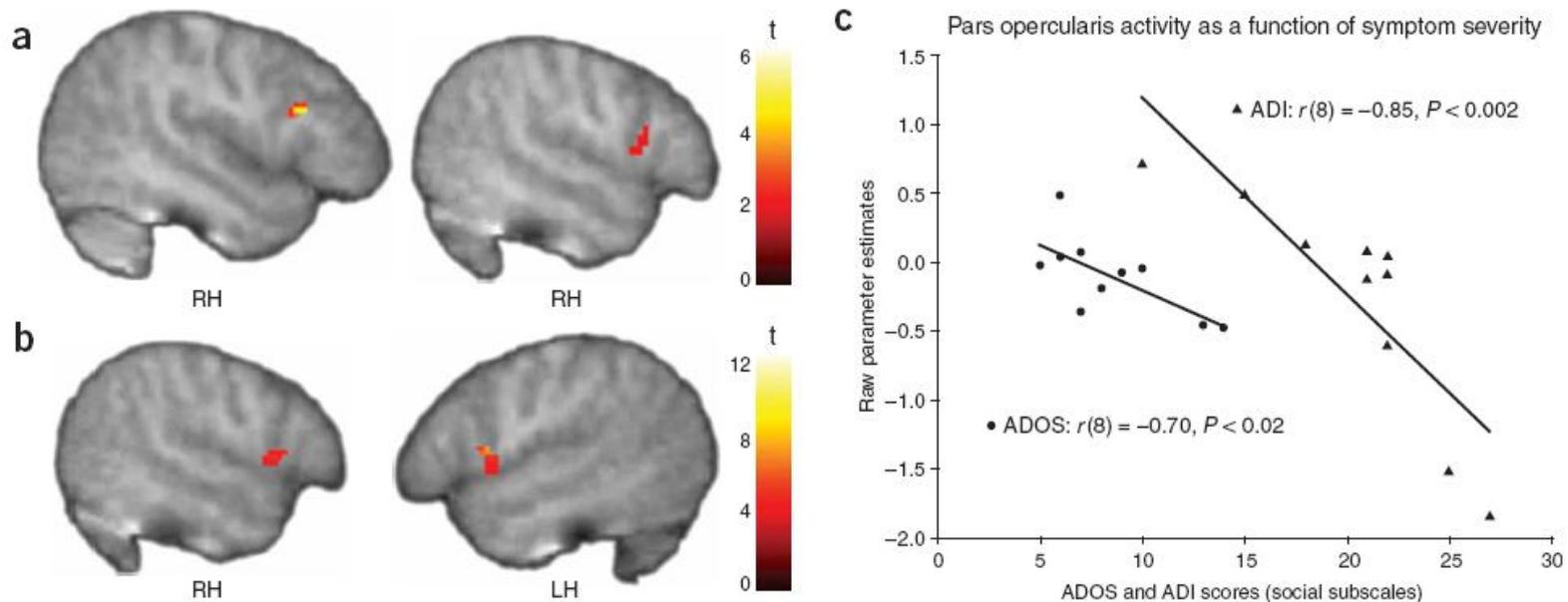
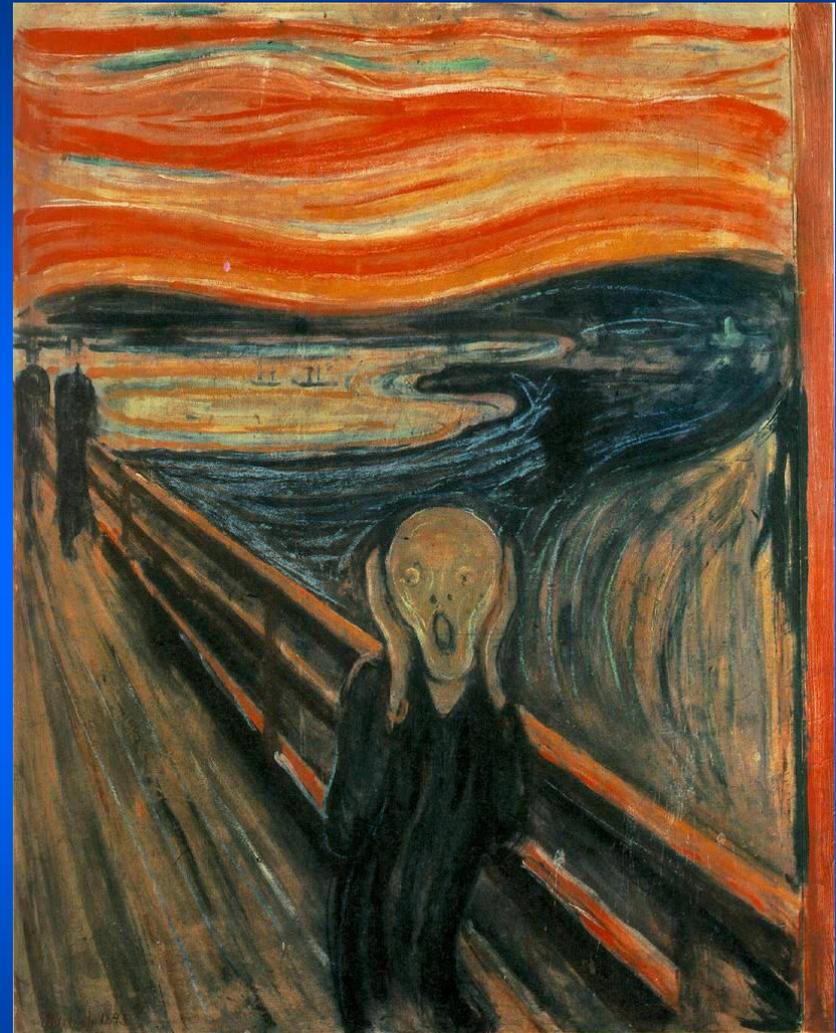


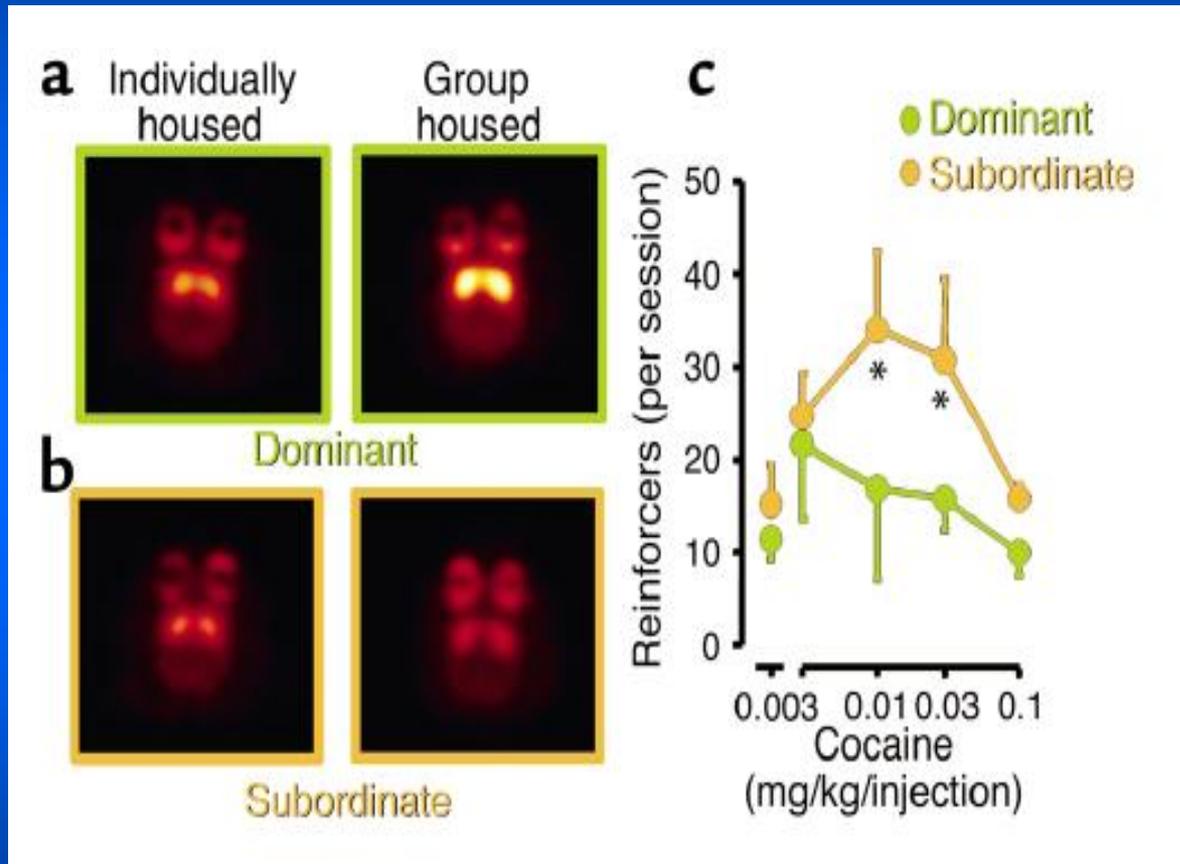
Figure 3 Mirror neuron system activity and symptom severity. (a–c) Negative correlations were found in the ASD group between activity in the pars opercularis of the inferior frontal gyrus and scores on the social subscale of both ADOS-G (a,c) and ADI-R (b,c). $t > 1.83, P < 0.05$, corrected for multiple comparisons at the cluster level.

El temor adquirido
indirectamente a
través de
observación social
activa
mecanismos
neurales
semejantes a los
desencadenados
por el temor
experimentado
personalmente



Munch, 1893

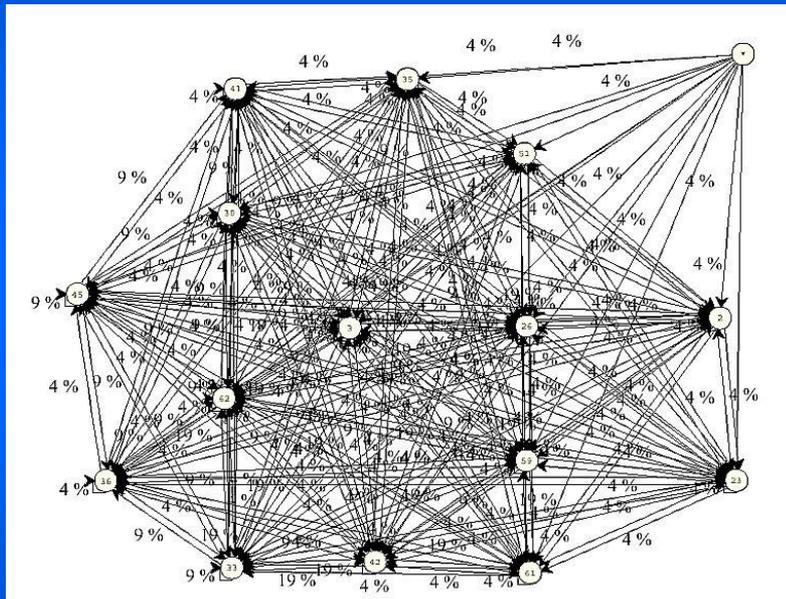
El nivel de actividad Dopaminérgica en el estriado es modificado por las características de la interacción social



Nader et al.

Los primates que se vuelven dominantes cuando forman parte de un grupo muestran un número mayor de receptores DA D2 en el estriado y consumen menos cocaína que los animales subordinados

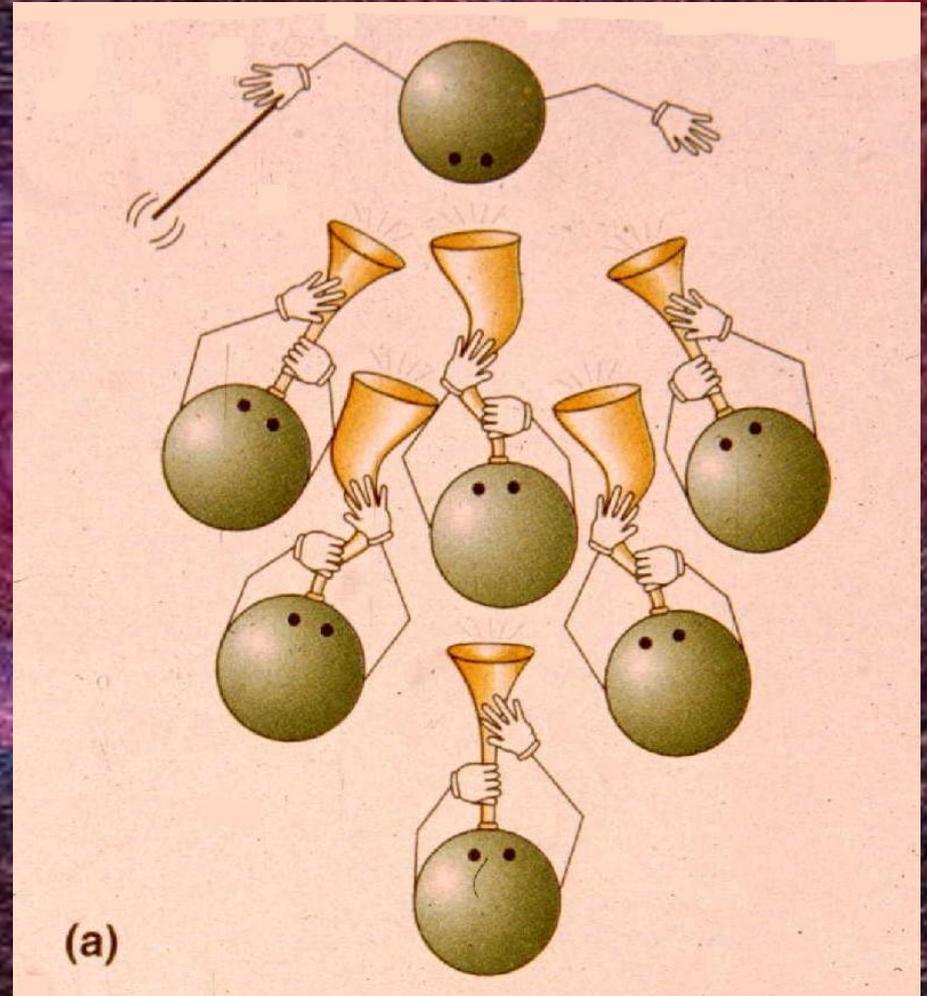
Modelo distribuido de interacciones sociales



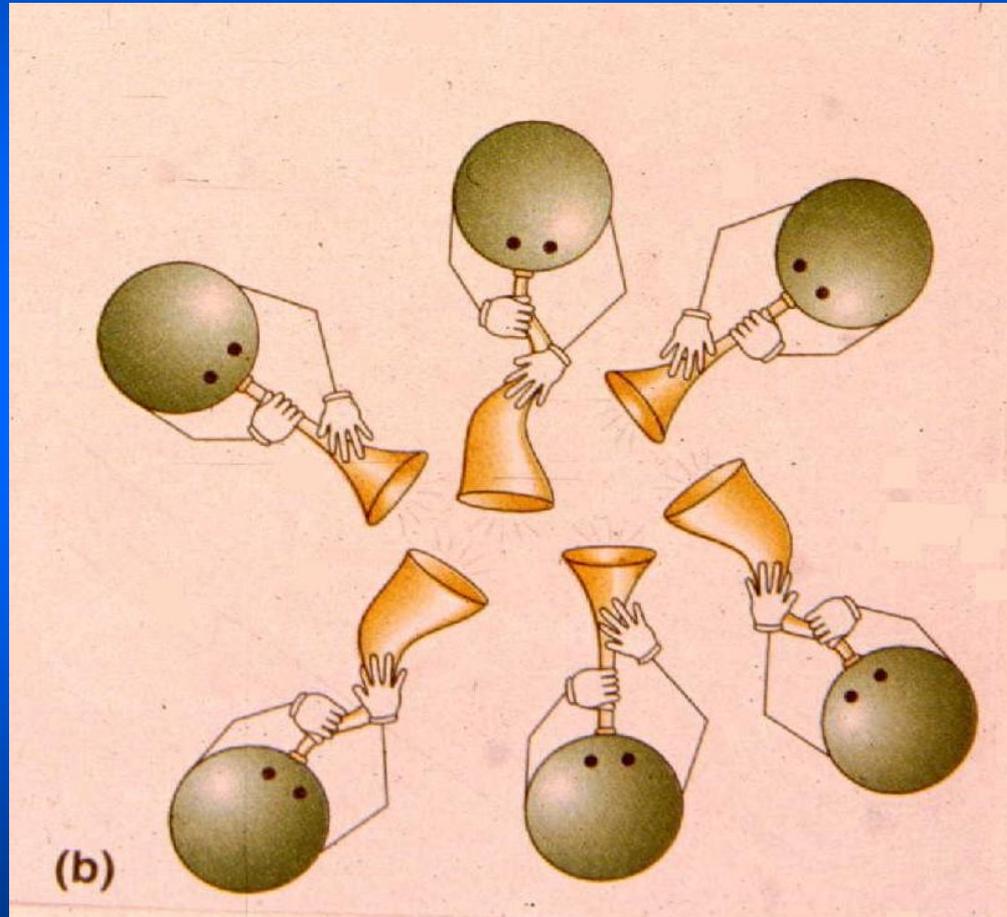
El sistema puede adquirir una configuración estable y ordenada (por prioridades) cuando los agentes **generan expectativas** basadas en la actividad de otros agentes y cuentan con un mecanismo de “**proliferación de información**”, en este caso creado por la **observación** del comportamiento de los otros.

Modelo jerárquico para la toma de decisiones

Se colapsa en ausencia de la más alta jerarquía



Modelo distribuido para la toma de decisiones



CONCLUSIONES

El estudio del Sistema Nervioso ha aportado elementos fundamentales sobre los eventos neuronales asociados con la generación de movimientos voluntarios y procesos cognitivos.



CONCLUSIONES

Este conocimiento
permite conocernos más a
nosotros mismos y la
forma en que
interaccionamos con el
entorno



CONCLUSIONES

Cada vez es más claro que la interacción con el entorno y sobre todo con otros individuos de la misma especie influye en la integración de la autoconciencia y en los procesos cognocitivos, sobre todo en las etapas tempranas del desarrollo.



CONCLUSIONES

El comportamiento social no es necesariamente la suma de los comportamientos individuales. Es más bien una propiedad *emergente*, consecuencia de la *interacción* entre los individuos que forman la población.



CONCLUSIONES

Esta interacción puede ser positiva o negativa. La interacción positiva (e.g. incentivos) tiende a aumentar el conocimiento social disponible. La interacción negativa (e.g. algunos factores históricos y culturales) tiende a disminuirlo.



CONCLUSIONES

Es posible anticipar que en un futuro cercano este conocimiento se incrementará y nos permitirá diseñar estrategias para aminorar las consecuencias de alteraciones patológicas y genéticas del Sistema Nervioso.



CONCLUSIONES

El conocimiento científico y tecnológico, aunado a una ética social y biológica responsable también puede constituirse en un instrumento idóneo para lidiar con una variedad de problemas sociales y ambientales



CONCLUSIONES

La pregunta es si tenemos la suficiente inteligencia colectiva para abordarlos exitosamente



“Algunos” problemas
generados por las
actividades humanas que
pueden ser disminuidos
con la utilización
adecuada del
conocimiento científico y
tecnológico

Drogadicción



Violencia



Terrorismo



Racismo y Fundamentalismos ideológicos



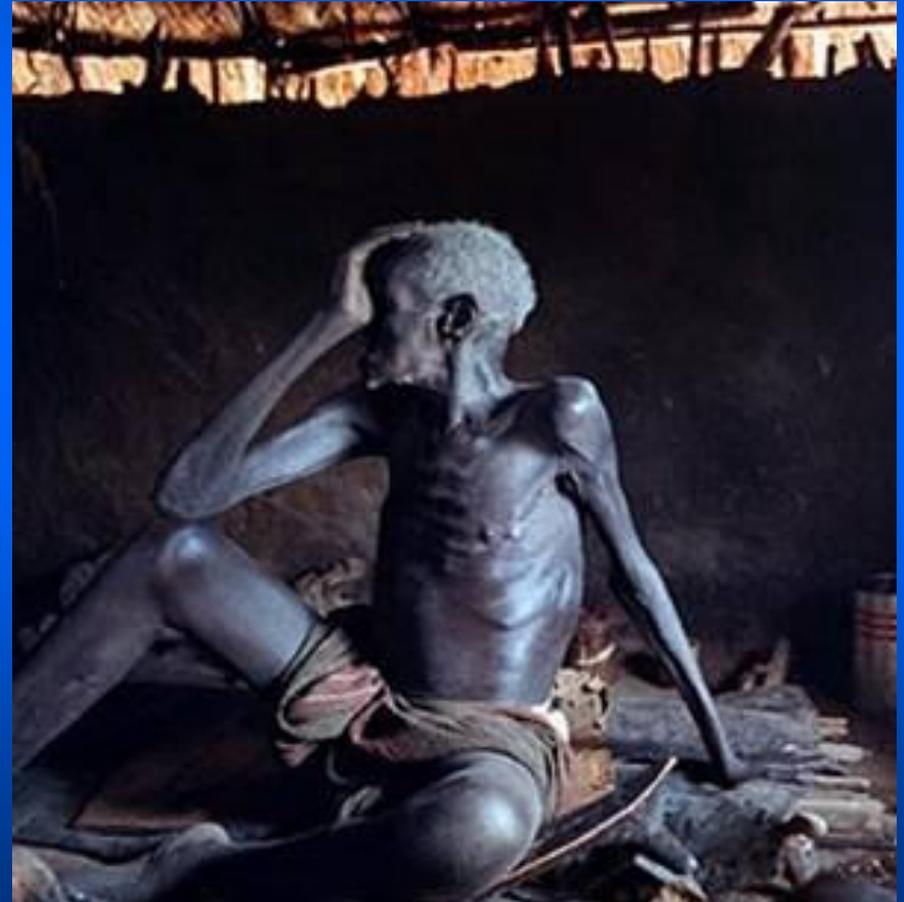
Autismo Social



Salud y pobreza extrema



Desnutrición y Hambre



Deterioro del medio ambiente



Destrucción de ecosistemas



Photo - John McColgan BLM Alaska Fire Service

Calentamiento global



Sequía

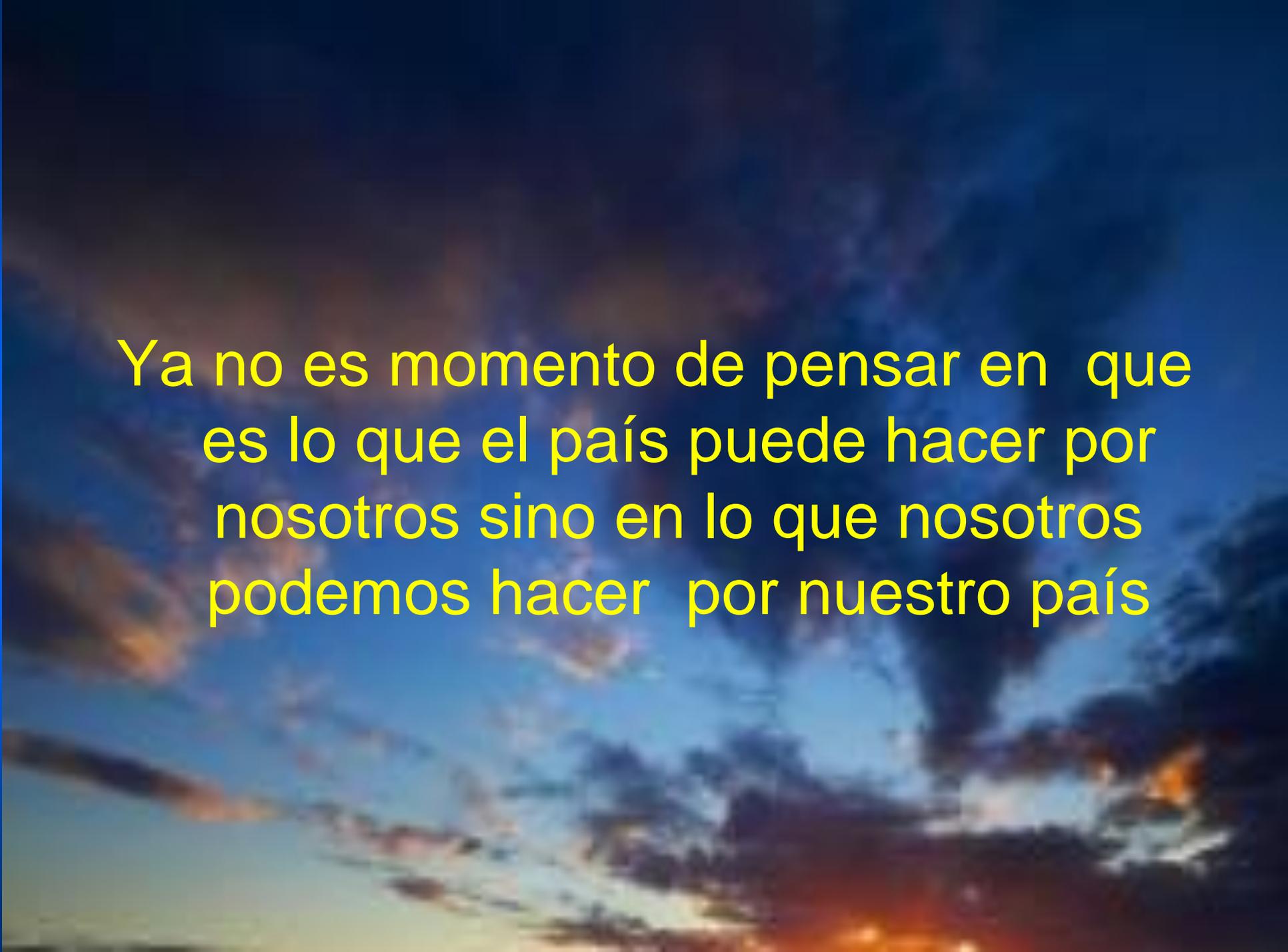


Inundaciones



¿ Y yo porqué?





Ya no es momento de pensar en que
es lo que el país puede hacer por
nosotros sino en lo que nosotros
podemos hacer por nuestro país

S. Glusman

Marcos Solodkin

Ismael Jiménez

Sergio Dueñas

Hortensia González.

Ana Cardona

Jorge Quevedo



José Ramón Eguívar

Manuel Enríquez

Octavio Ruiz

Elías Manjarrez

Bertha Segura

Joel Lomelí

José Galindo

Emilio Rivaud

Adela Sánchez

Ramón Núñez

José Madrid

Cristina Verde

Jaime Alvarez

Martha López

Oscar Hernández

Carlos García



V.B. Brooks

A. Zanchetti

A. Malliani

M. Kuno

R.E. Burke

L. Vyklicky

F. Zajac

J. Fleshman

P. Wall

R. Werman

I. Engberg

E. Stefani

W.D. Willis

R.B. Leonard

E. Jankowska

E. Sykova

A. Lundberg

D. Carpenter

L. Mendell

R.E. Schmidt

E. Deutsch

R. Rubio

D. Erij

P. Eberstadt

L. McPherson

H. Dutton

J. Muñoz

R. Valdiosera

O. Calvillo

J. Madrid

G. Vázquez-Nin

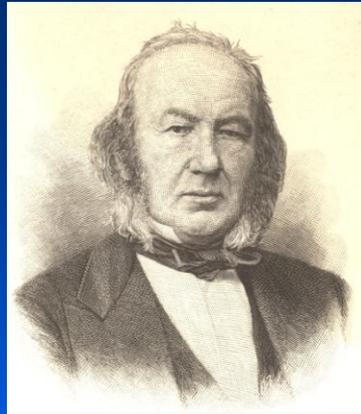
L. Castillo

D. Chávez

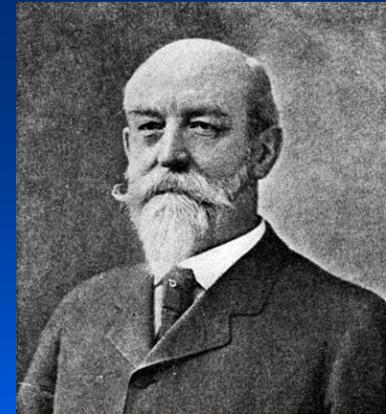
E. Hernández



M. Sechenov



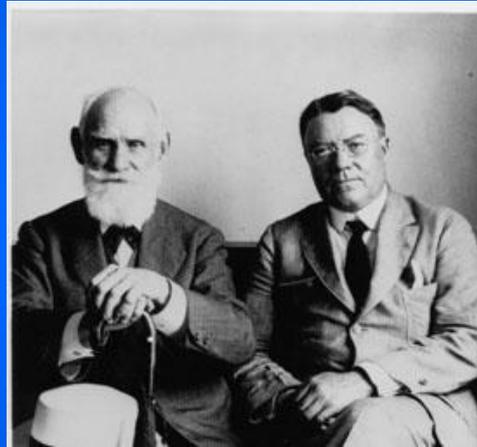
C. Bernard



HP Bowditch



PK. Anokhin

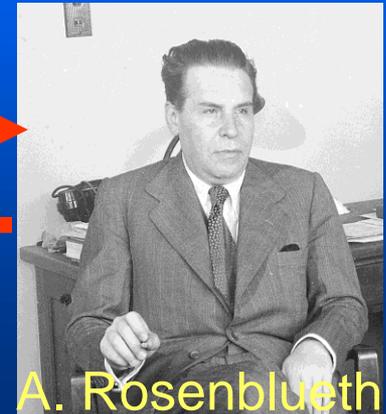


I.P. Pavlov

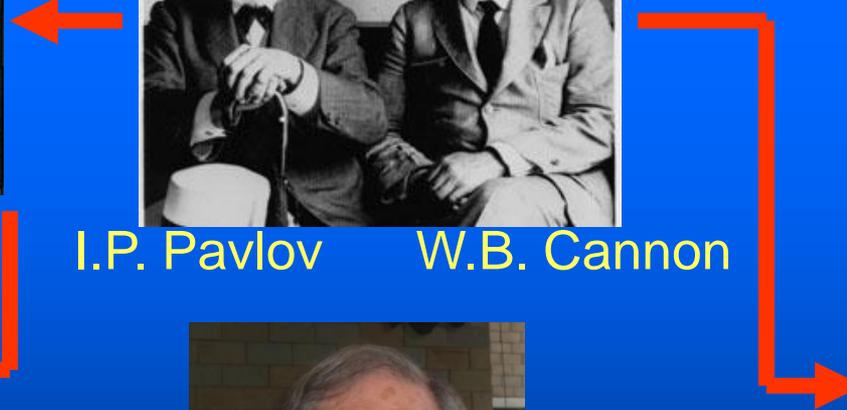
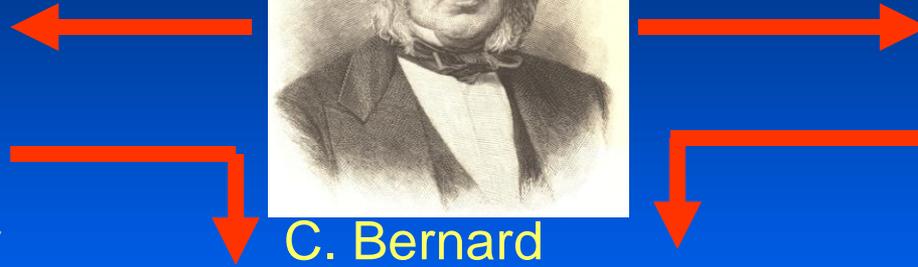
W.B. Cannon



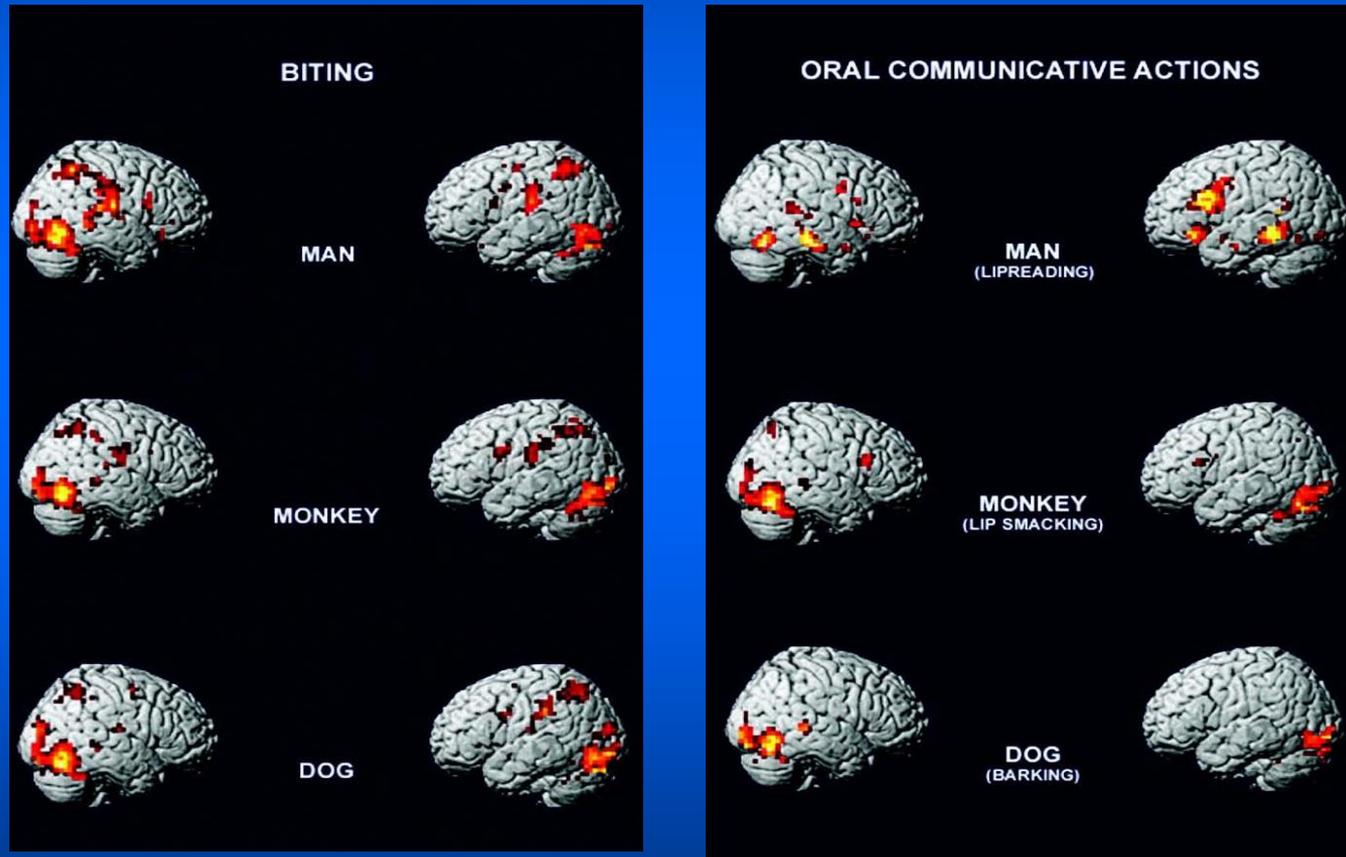
R. Alvarez-Buylla



A. Rosenblueth



Las neuronas espejo están localizadas básicamente en las áreas corticales relacionadas con los **movimientos asociados con la emisión de sonidos**, más que con el **sonido mismo**

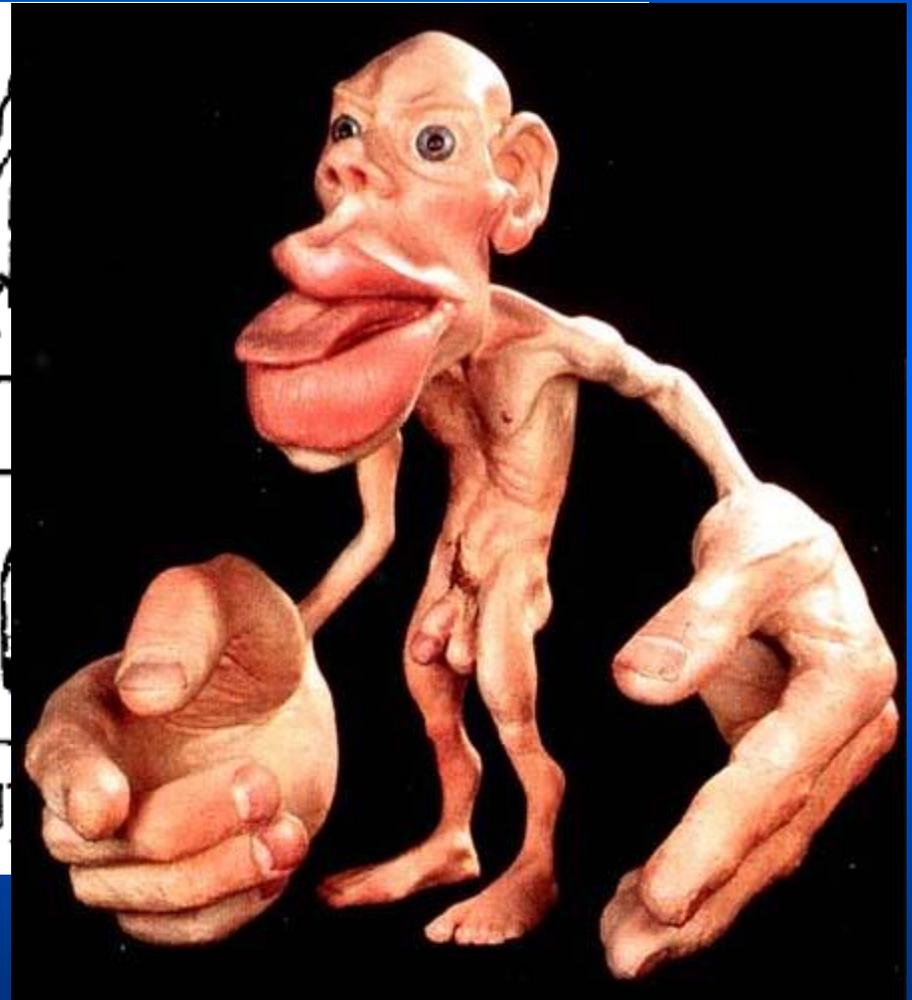


La capacidad de imitar es una innovación fundamental en la evolución del lenguaje humano.

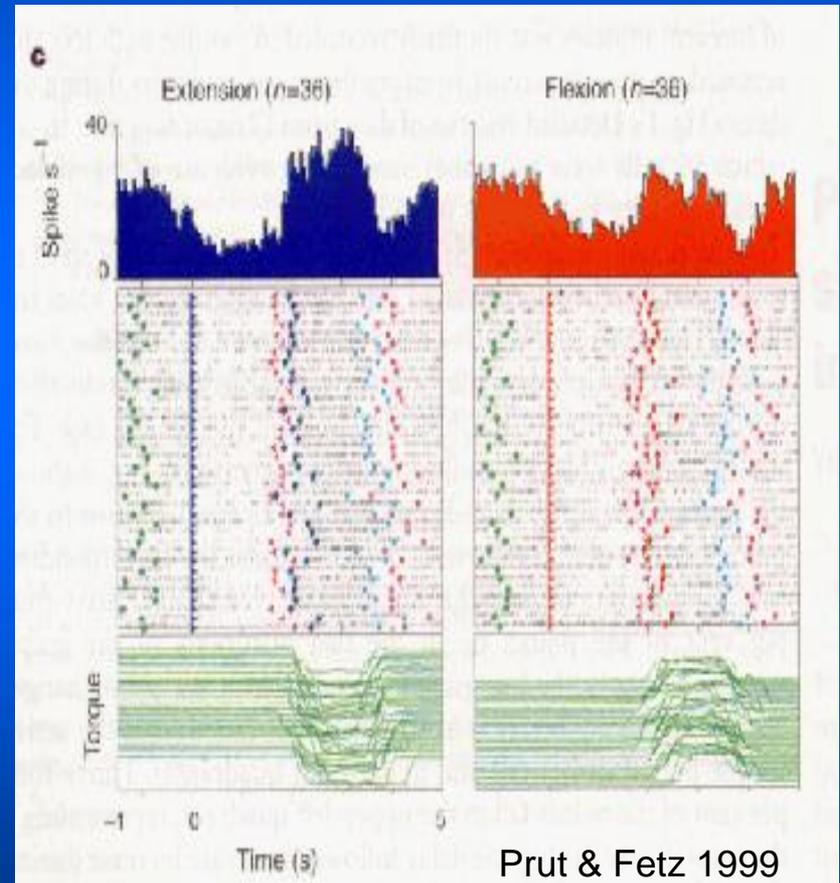
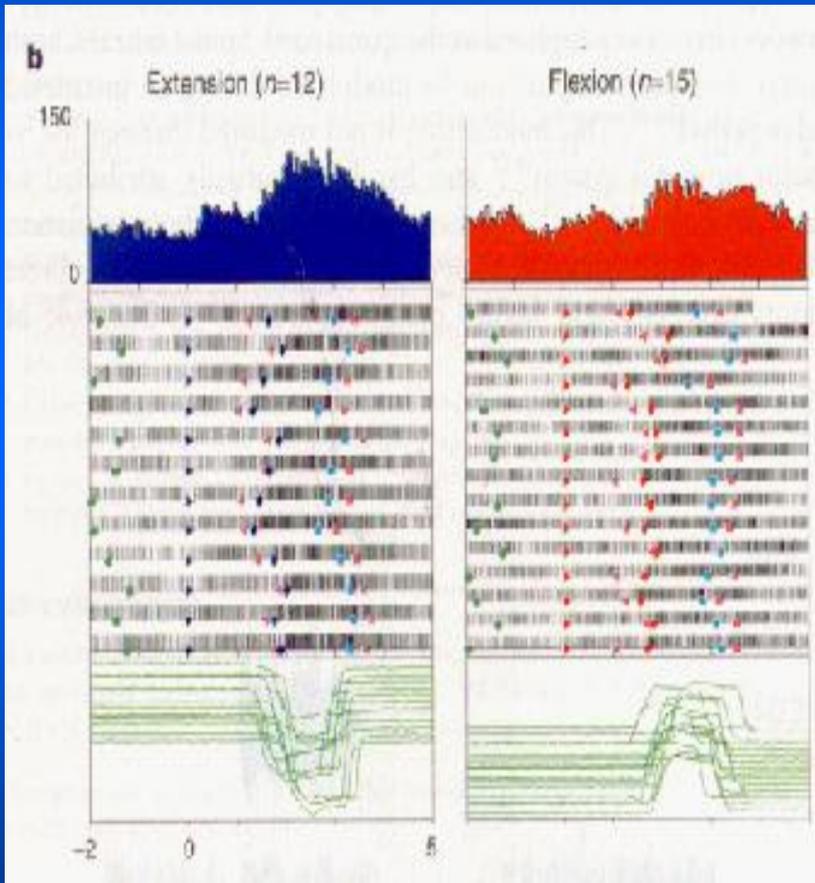


Representación

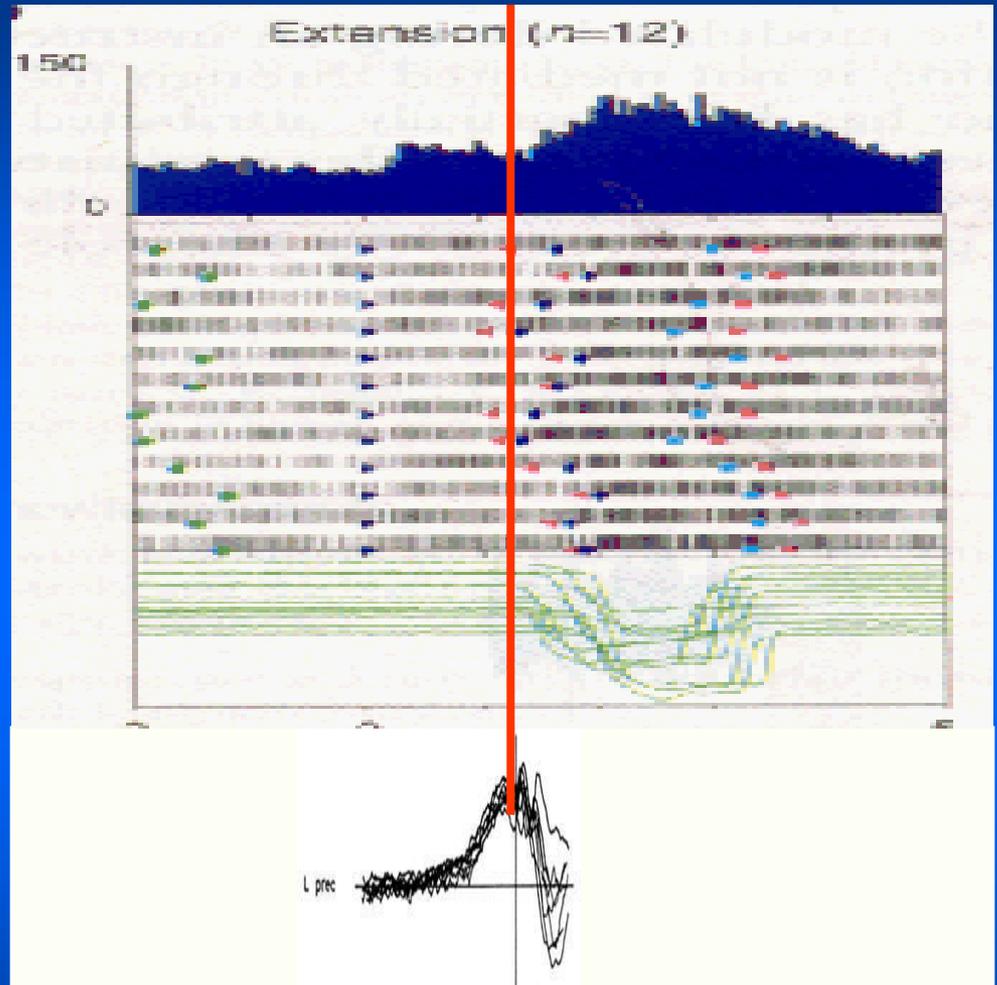
Sensorial Motora



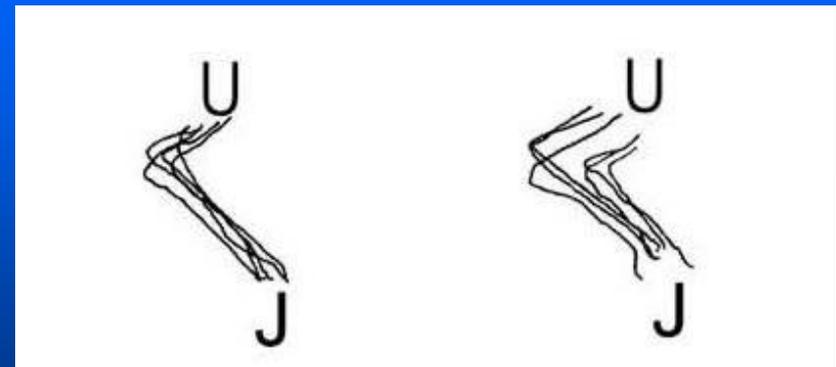
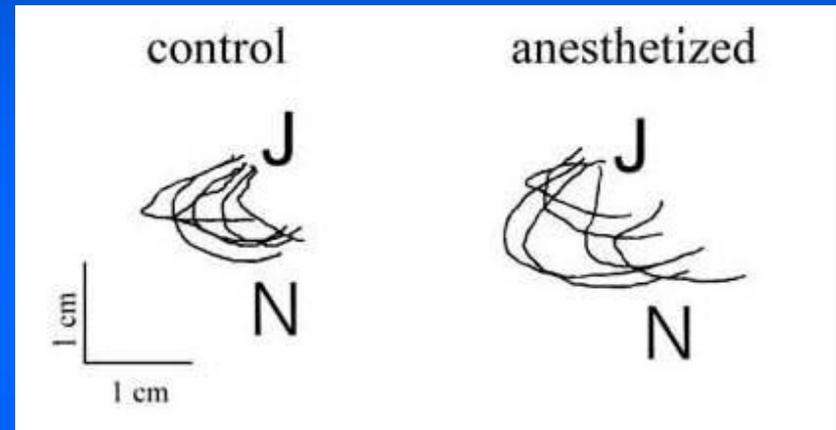
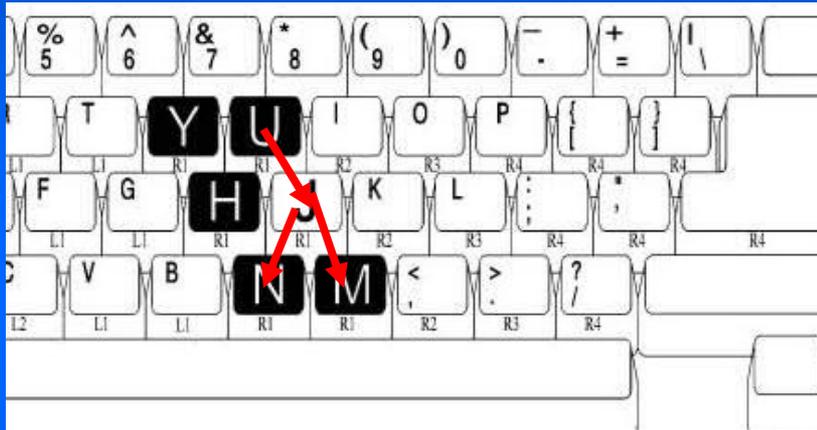
La actividad de interneuronas espinales también se modifica durante la fase de planeación de movimientos voluntarios

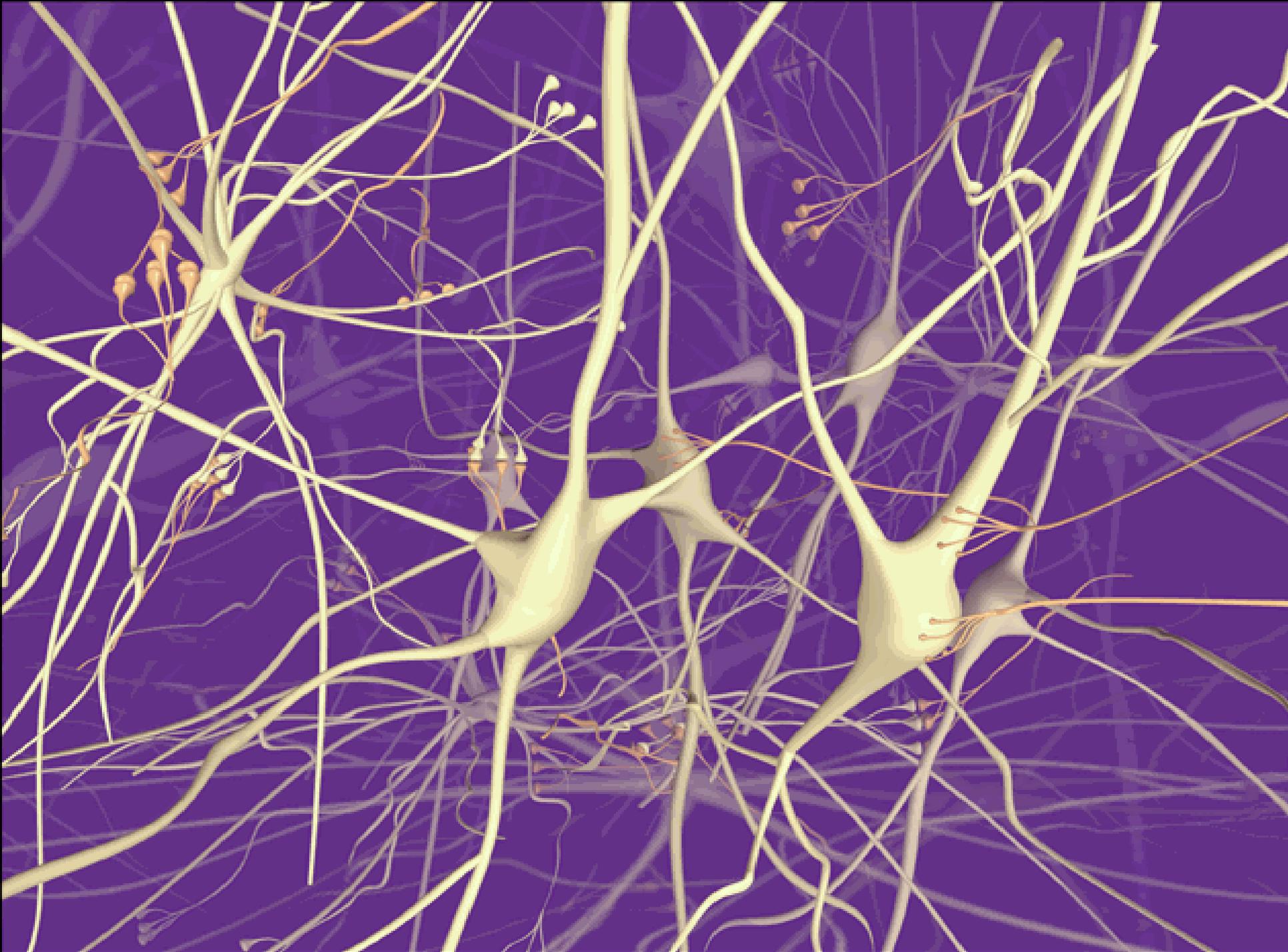


**La etapa
subconsciente
de un
movimiento
voluntario
coincide con la
etapa de
planeación del
movimiento**

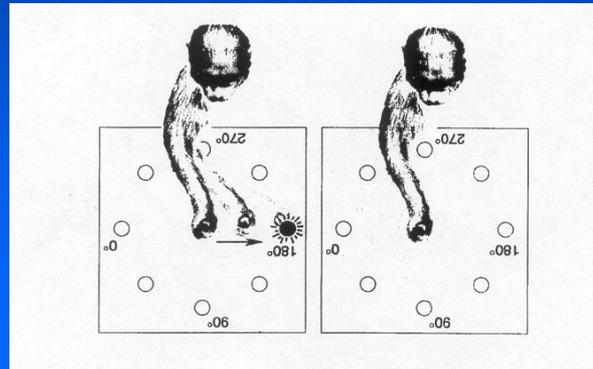


La supresión de información sensorial aumenta la variabilidad de movimientos voluntarios

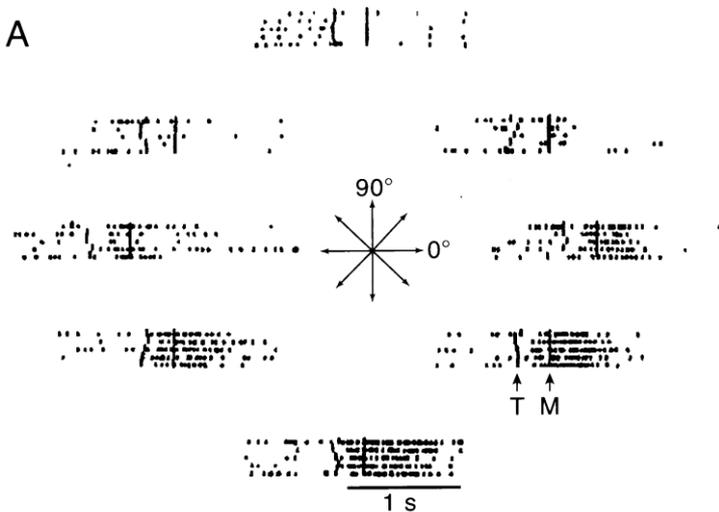




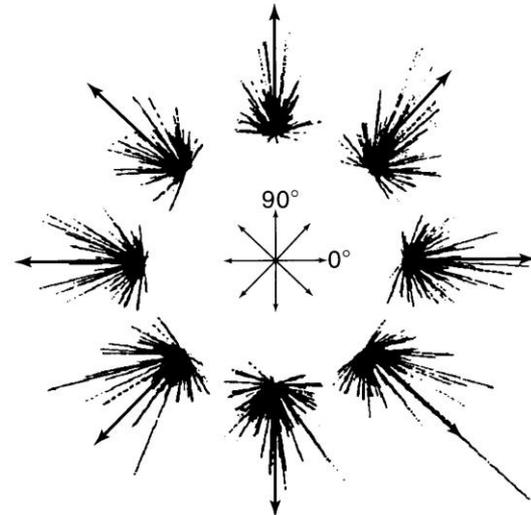
Representación cortical del movimiento



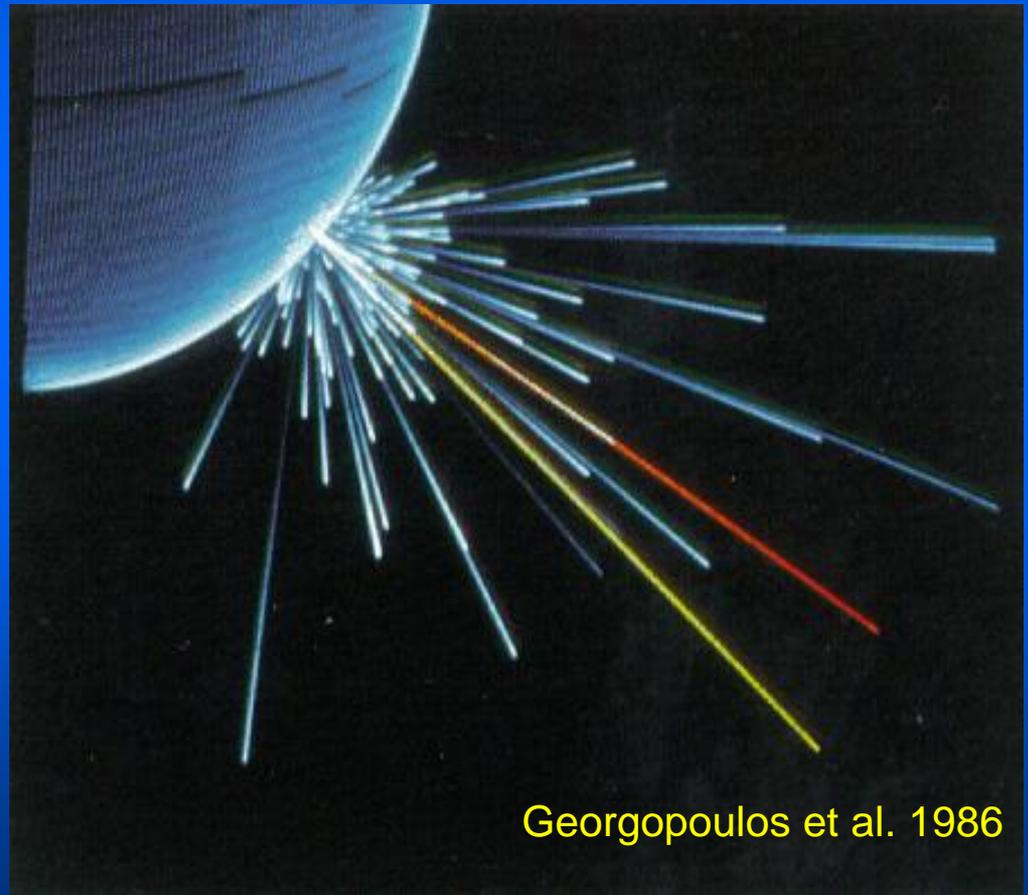
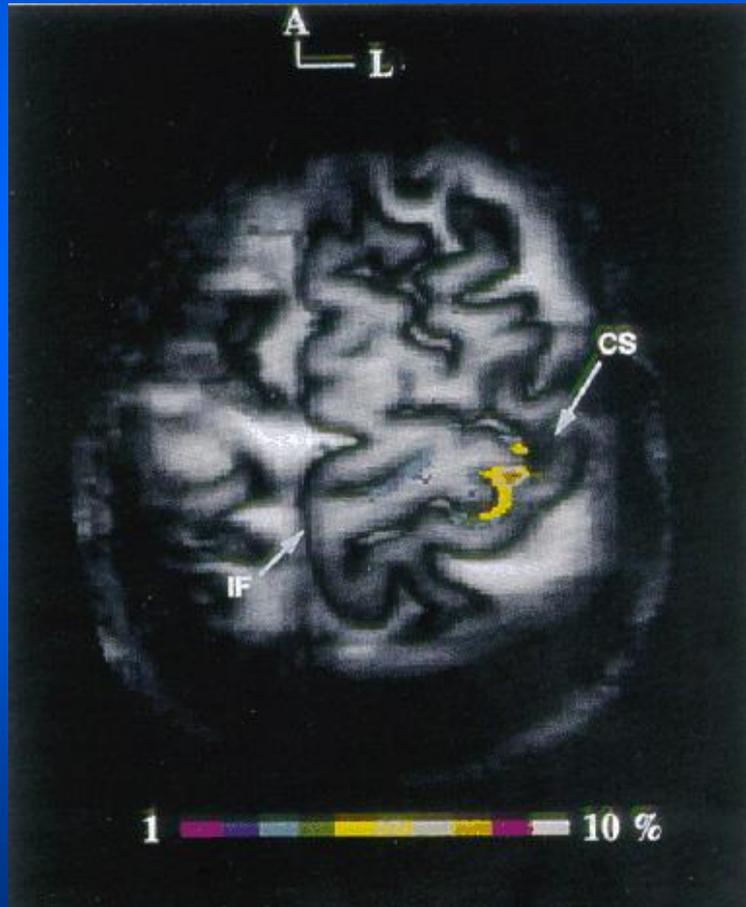
A



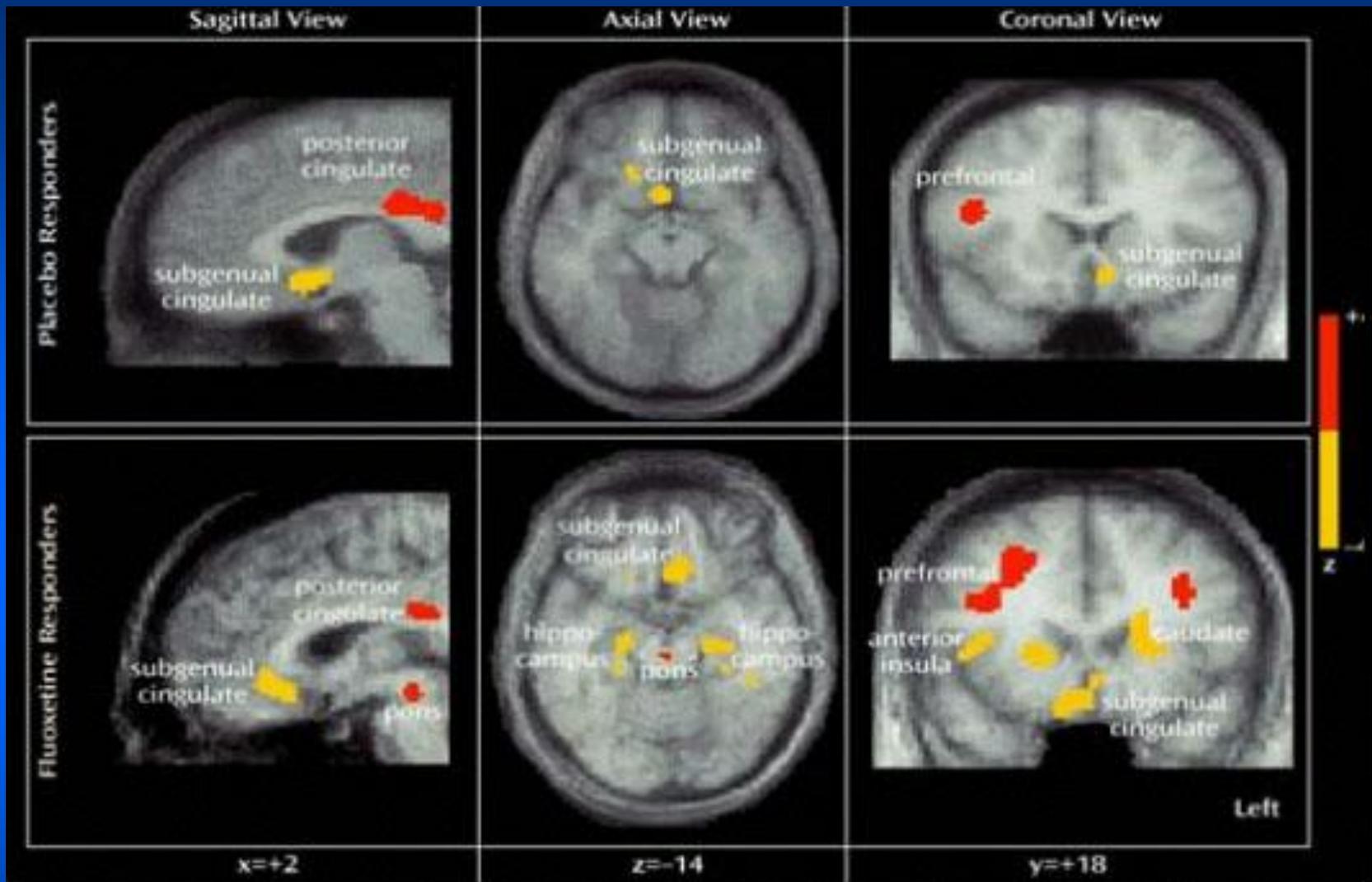
B



La representación cortical del movimiento planeado tiene una alta coherencia con el movimiento ejecutado







En pacientes que responden al efecto placebo la administración de fluoxetina, un antidepresivo, produce un aumento en la actividad cortical y una disminución en la actividad de las regiones límbicas. Mayberg et al..

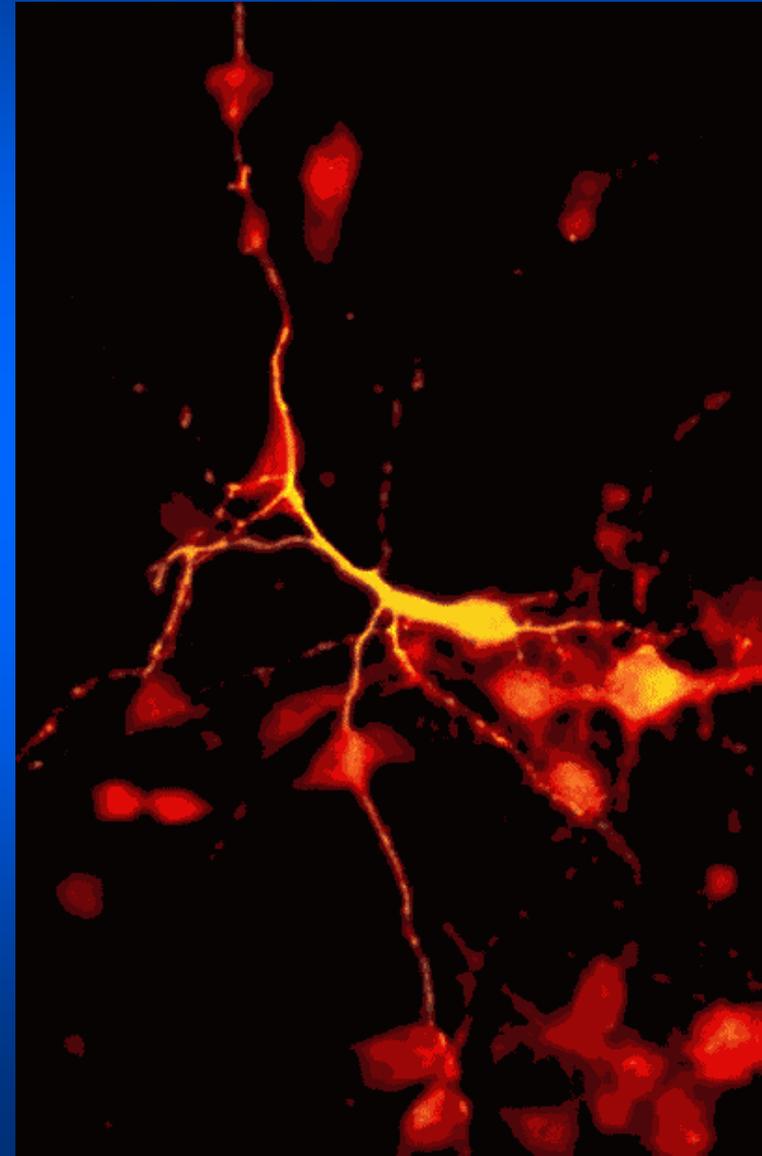
Redes neuronales

A microscopic image of neurons, likely from a brain or spinal cord. The neurons are stained with two different colors: red and green. The red staining highlights the cell bodies (soma) and some of the dendrites and axons. The green staining highlights other neurons and their processes, creating a complex network of fibers. The background is dark, making the stained neurons stand out.

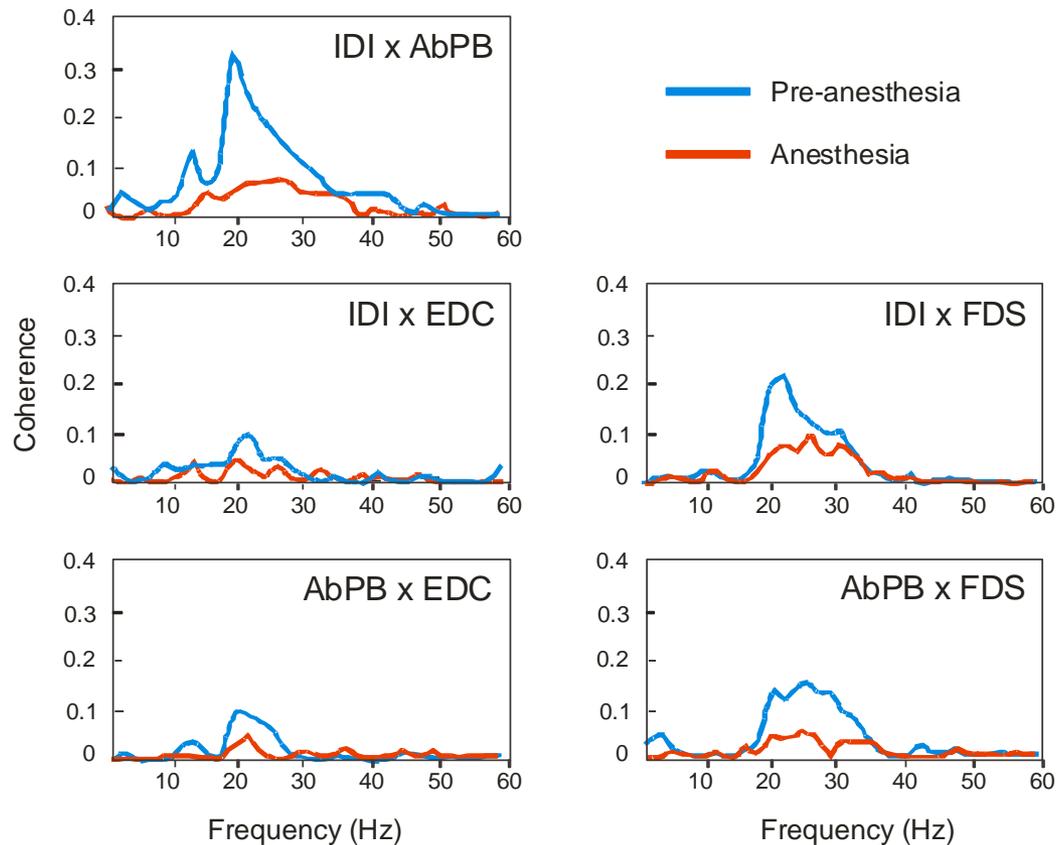
Las neuronas pueden agruparse para formar circuitos especiales que permiten captar información del medio externo, procesarla y responder, ya sea activando a otras neuronas, a músculos o a glándulas

Propiedades emergentes de circuitos neuronales

La interacción entre neuronas confiere al conjunto características diferentes a las obtenidas al sumar las propiedades individuales



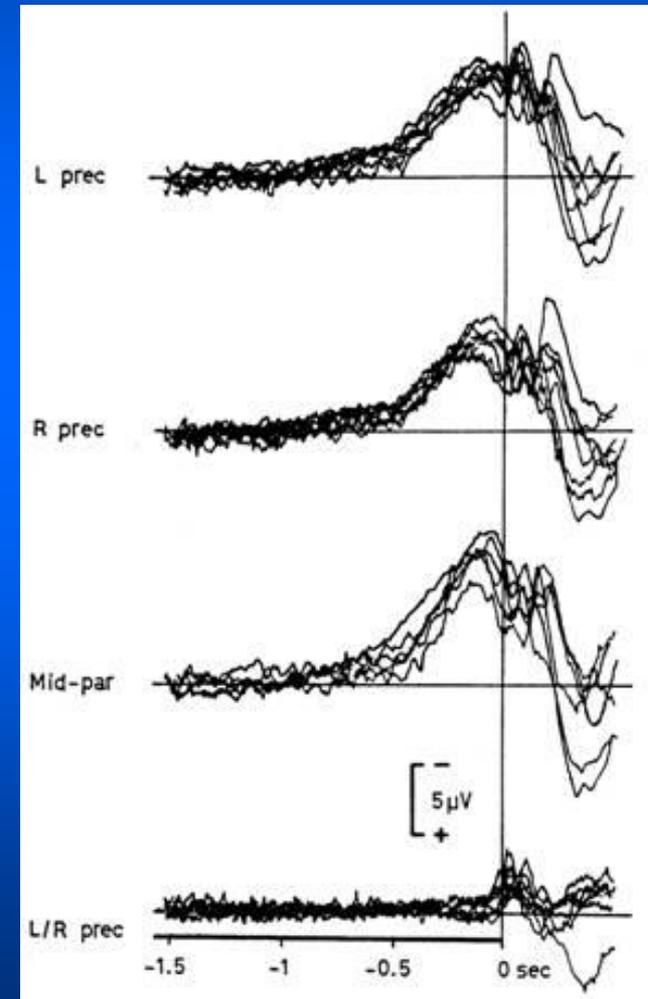
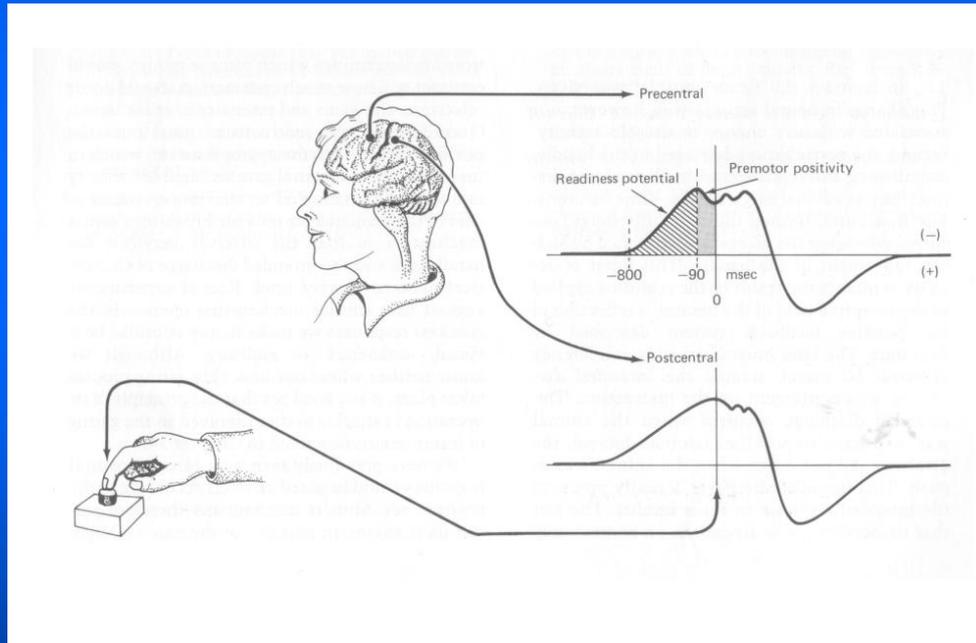
La supresión de información sensorial reduce la coherencia en la activación muscular



- En la actualidad no hay persona, por sabia que sea, que pueda **conocer** todo



La instrucción consciente de realizar un movimiento voluntario está precedida de actividad cortical



Modelo distribuido de interacciones sociales

El sistema puede adquirir una configuración estable y ordenada (por prioridades) cuando los agentes ***generan expectativas*** basadas en la actividad de otros agentes y cuentan con un mecanismo de “***proliferación de información***”, en este caso creado por la ***observación*** del comportamiento de los otros.

Comportamiento social distribuido

El comportamiento social no es necesariamente la suma de los comportamientos individuales. Es más bien una propiedad *emergente*, consecuencia de la *interacción* entre los individuos que forman la población.

Esta interacción puede ser positiva o negativa. La interacción positiva (e.g. incentivos) tiende a aumentar el conocimiento social disponible. La interacción negativa (e.g. algunos factores históricos y culturales) tiende a disminuirlo.

O sea, si tenemos la capacidad

Para analizar problemas que trascienden a intereses personales

Para anticipar situaciones, proponer soluciones y actuar en consecuencia

Para interaccionar en forma positiva con el entorno

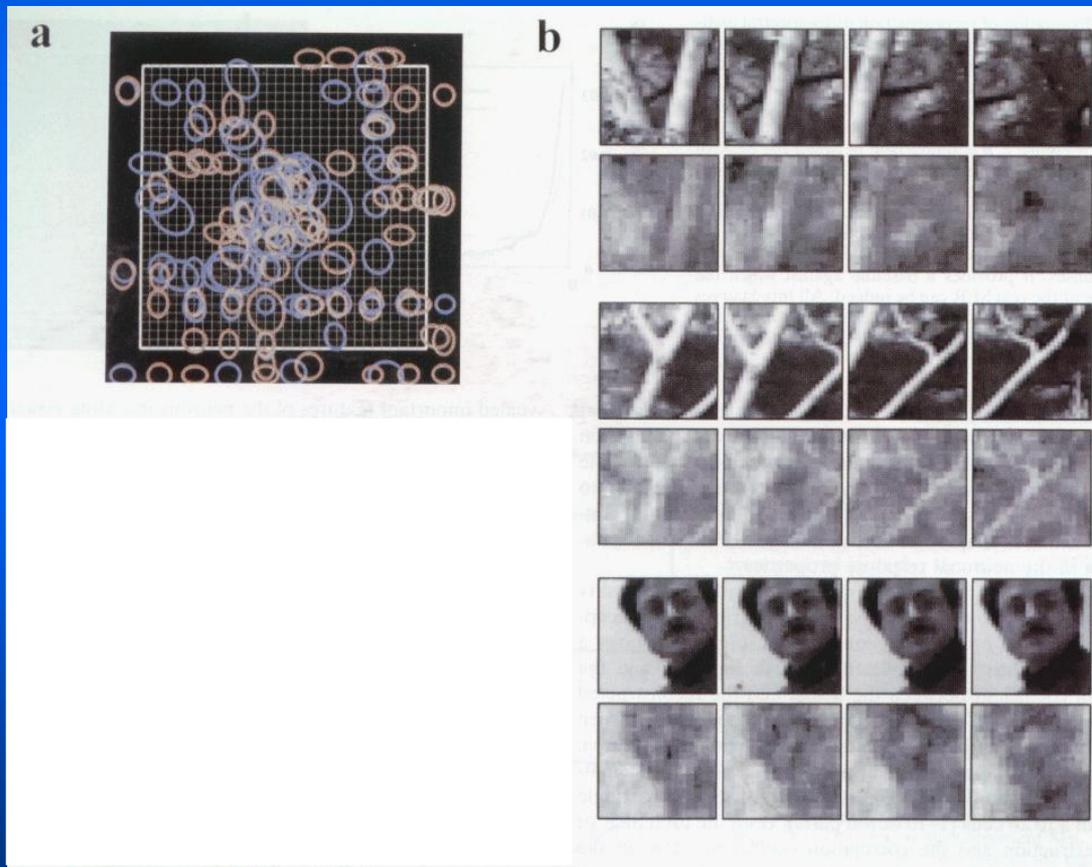
Para ser autocríticos, aprender de la experiencia y no repetir los mismos errores

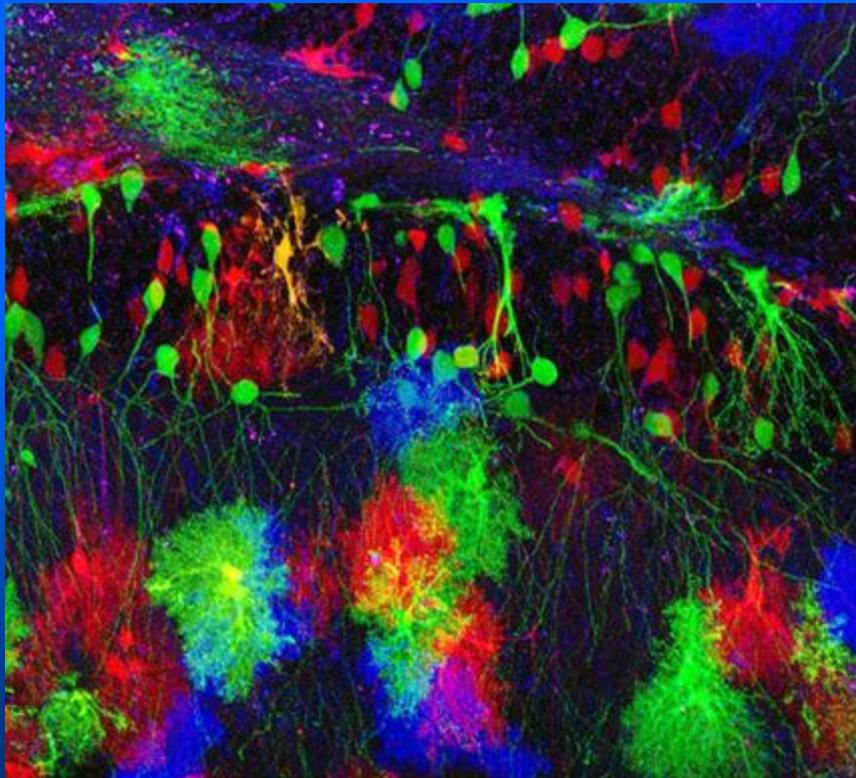
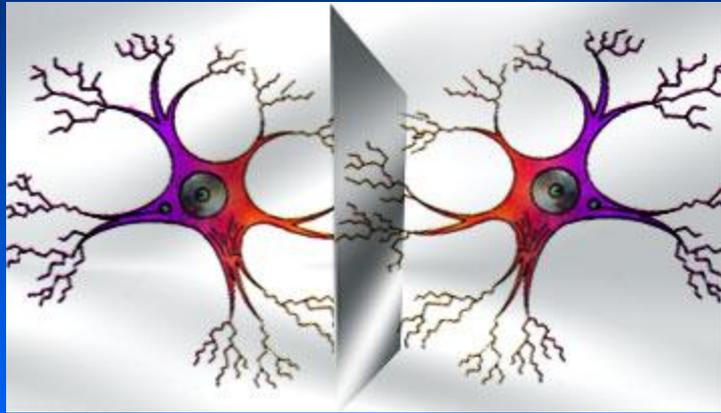
Como entendemos las acciones de otros?

- Cuales son las bases neurofisiológicas de esta habilidad?
- Es posible que esta capacidad requiera únicamente un análisis visual de la acción
- Sin embargo, evidencia reciente indica que el mecanismo subyacente en esta capacidad incluye la generación de mapas basados en la acción visual integrados con la representación motora de esta misma acción.

Mapas visuales

La representación de imágenes visuales ocurre a nivel poblacional







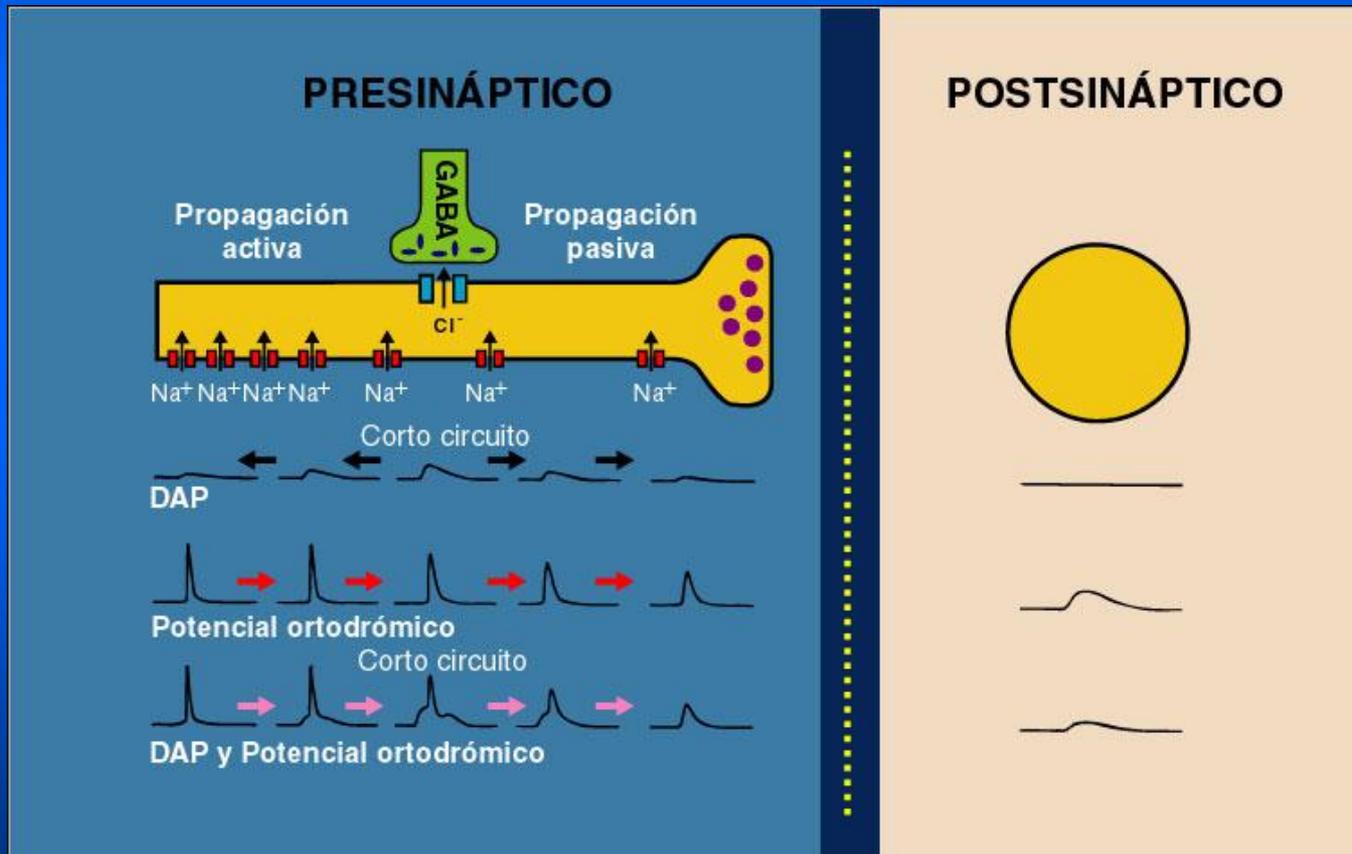




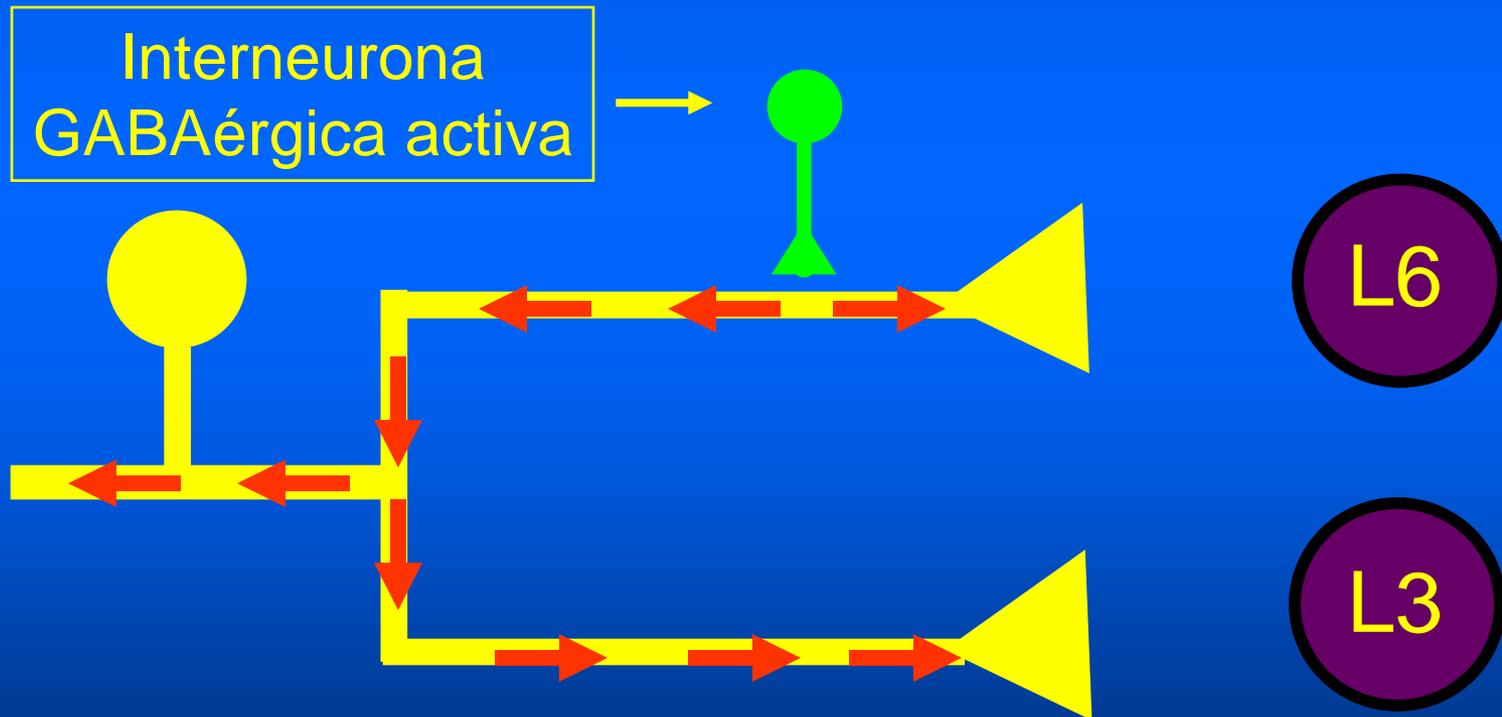




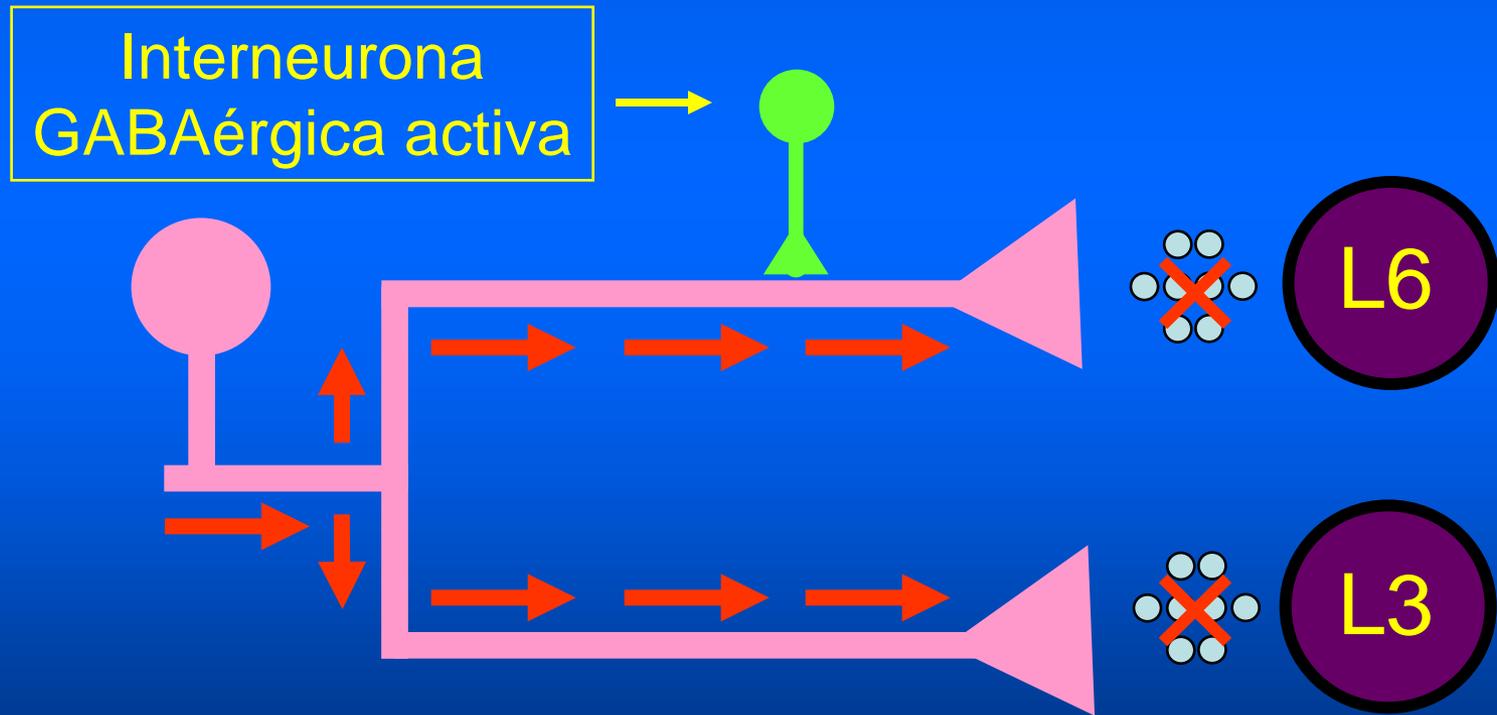
El aumento de conductancia producido por la activación de los receptores GABAérgicos disminuye la liberación de transmisor (inhibición presináptica)



La despolarización GABAérgica de las terminales intraespinales se propaga pasivamente a lo largo de **todas** las ramificaciones intraespinales de las fibras sensoriales.

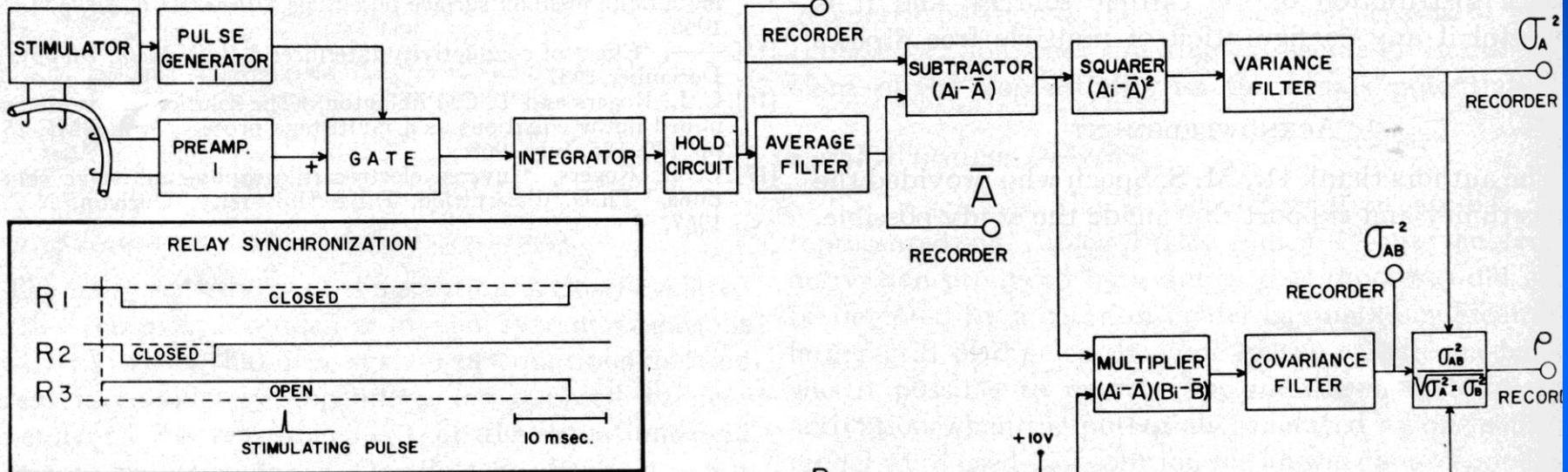


La despolarización generalizada de las terminales intraespinales de las fibras sensoriales reduce su efectividad sináptica en forma correlacionada

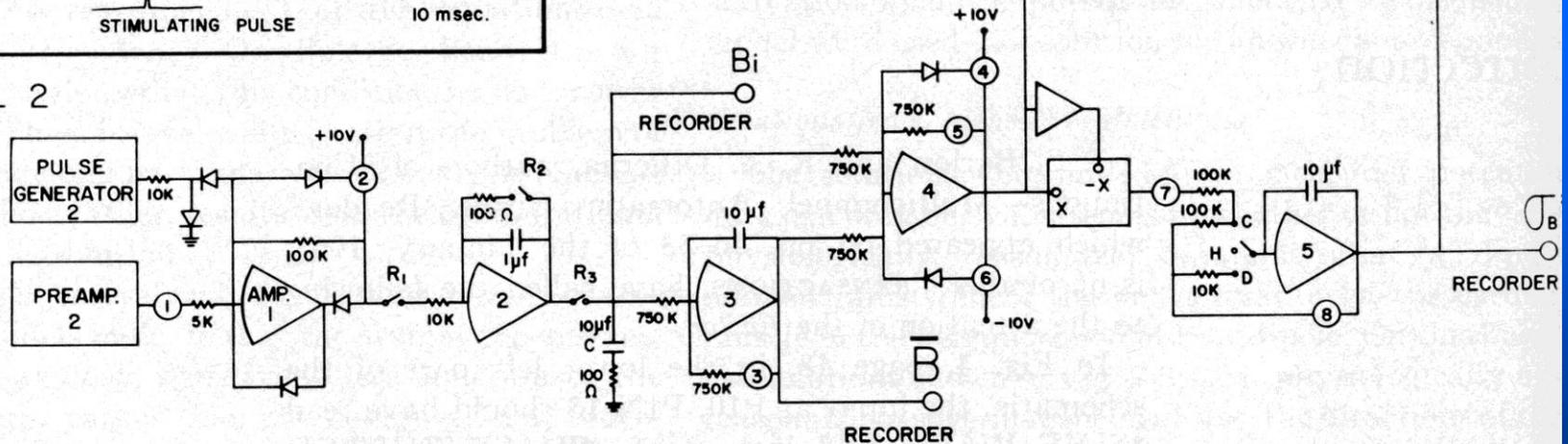


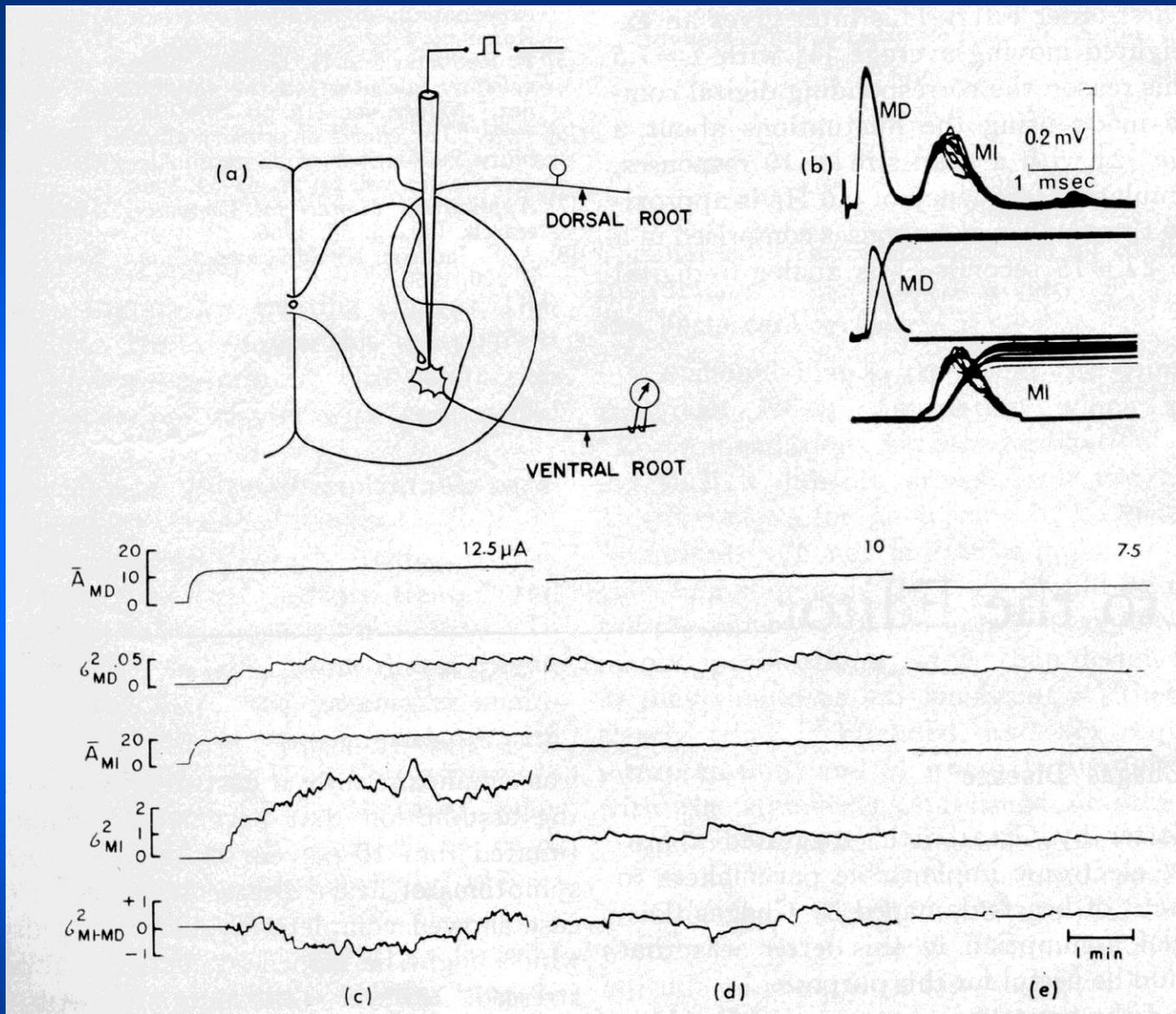
Método analógico para medir en línea promedio, variancia y correlación

CHANNEL 1



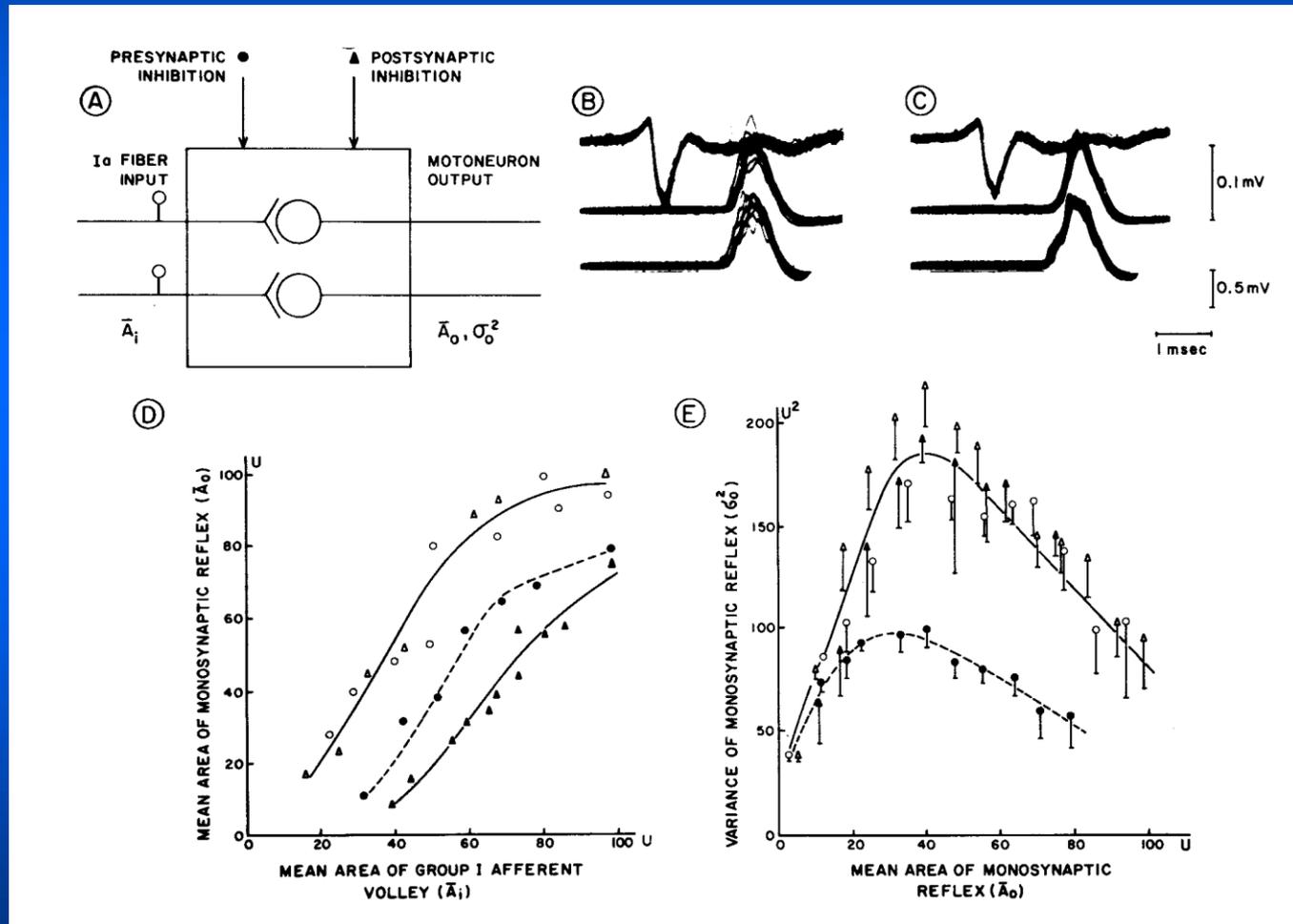
CHANNEL 2

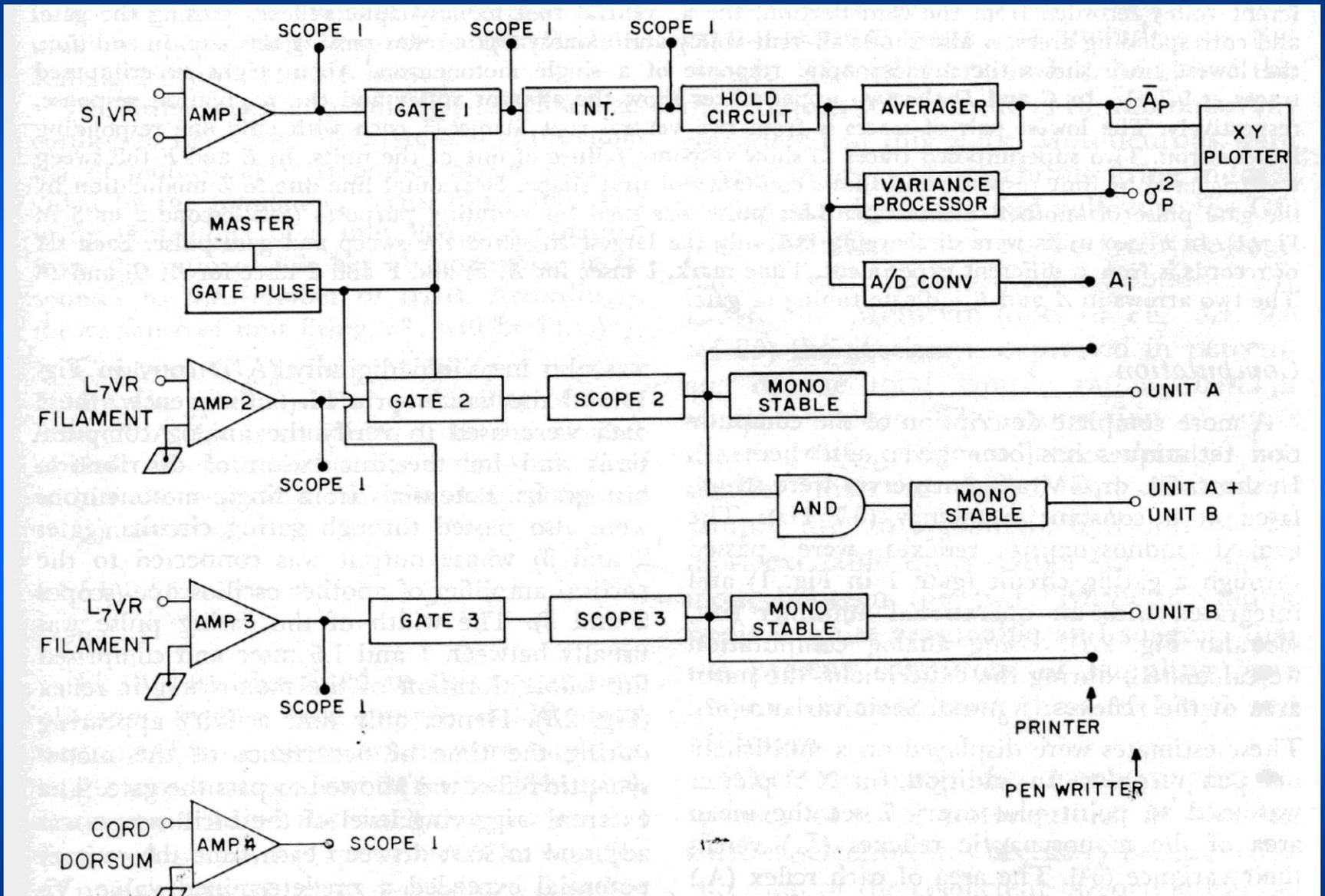


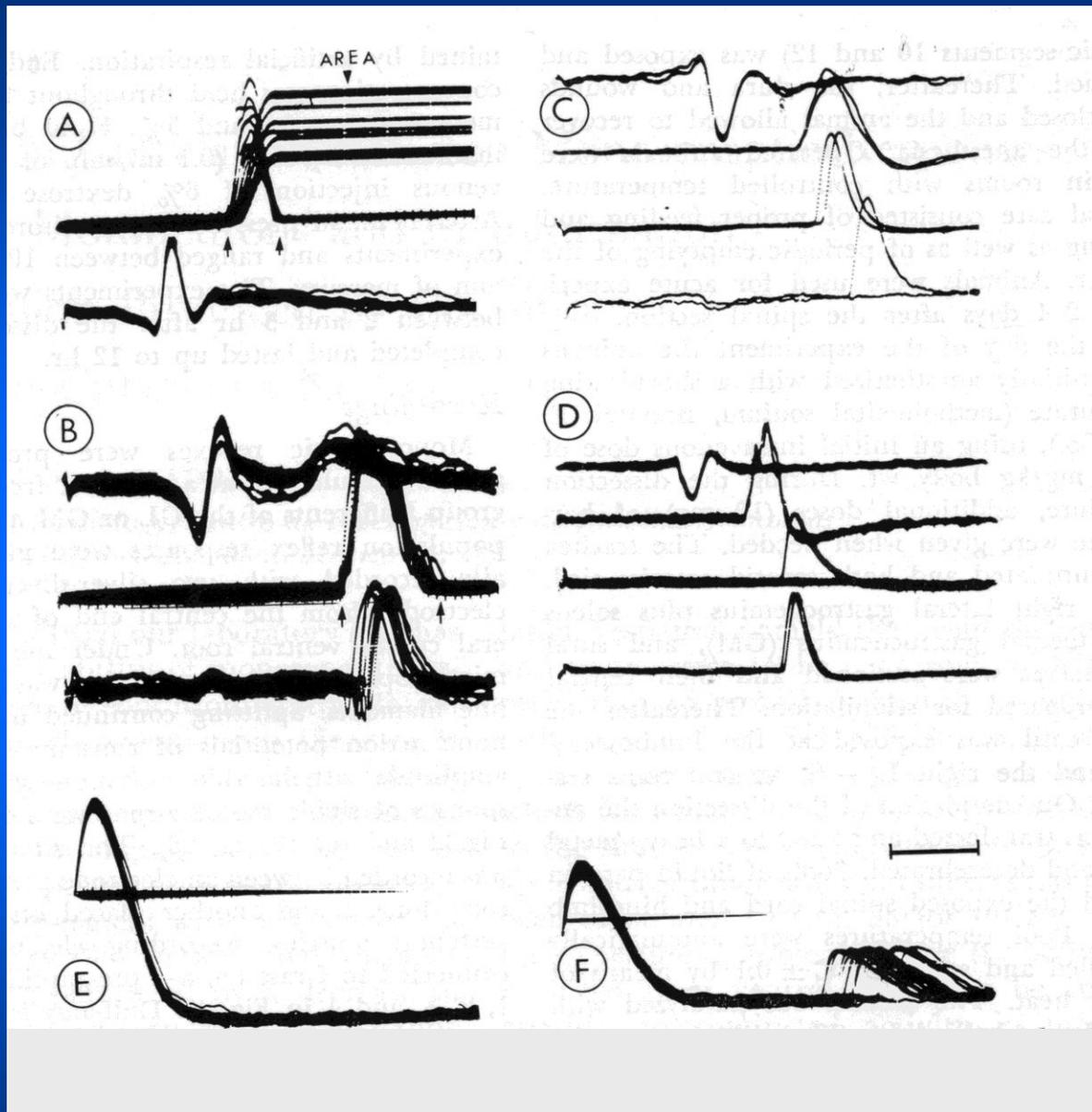


Rudomin & Dutton, IEEE Trans Biom Eng. 1968

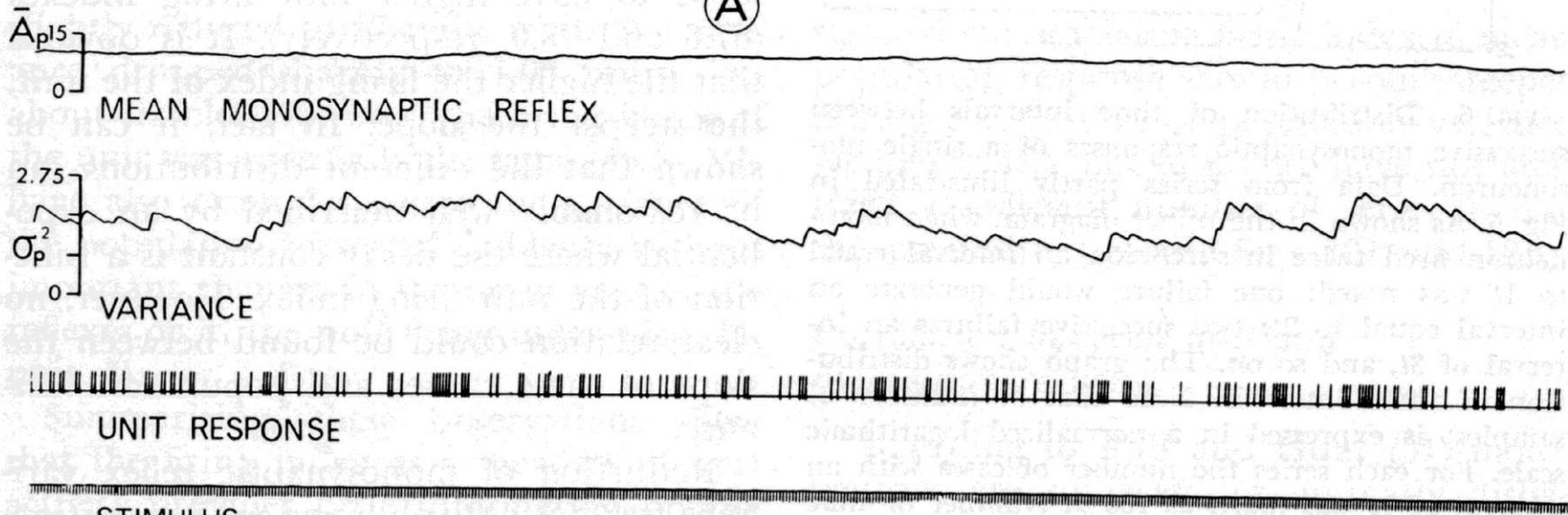
La estimulación de vías que producen inhibición presináptica reduce las fluctuaciones de los reflejos monosinápticos



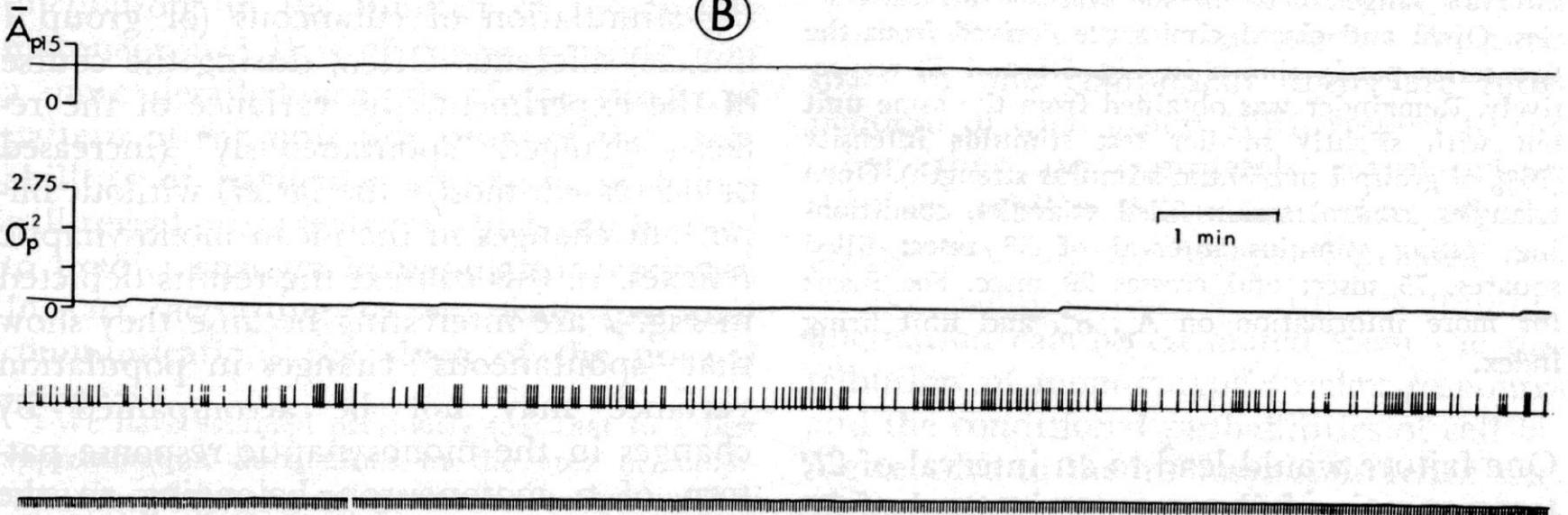




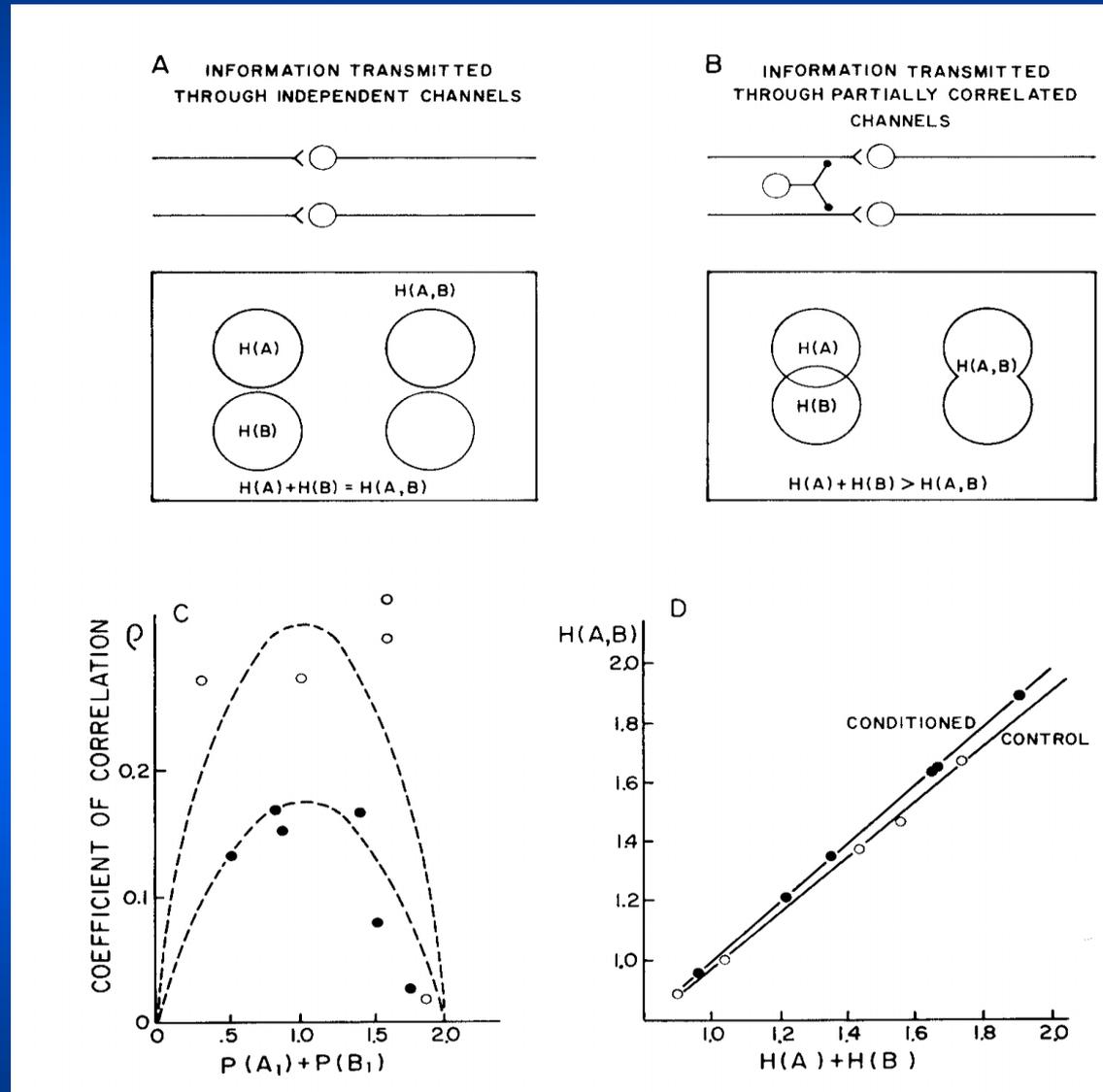
(A)



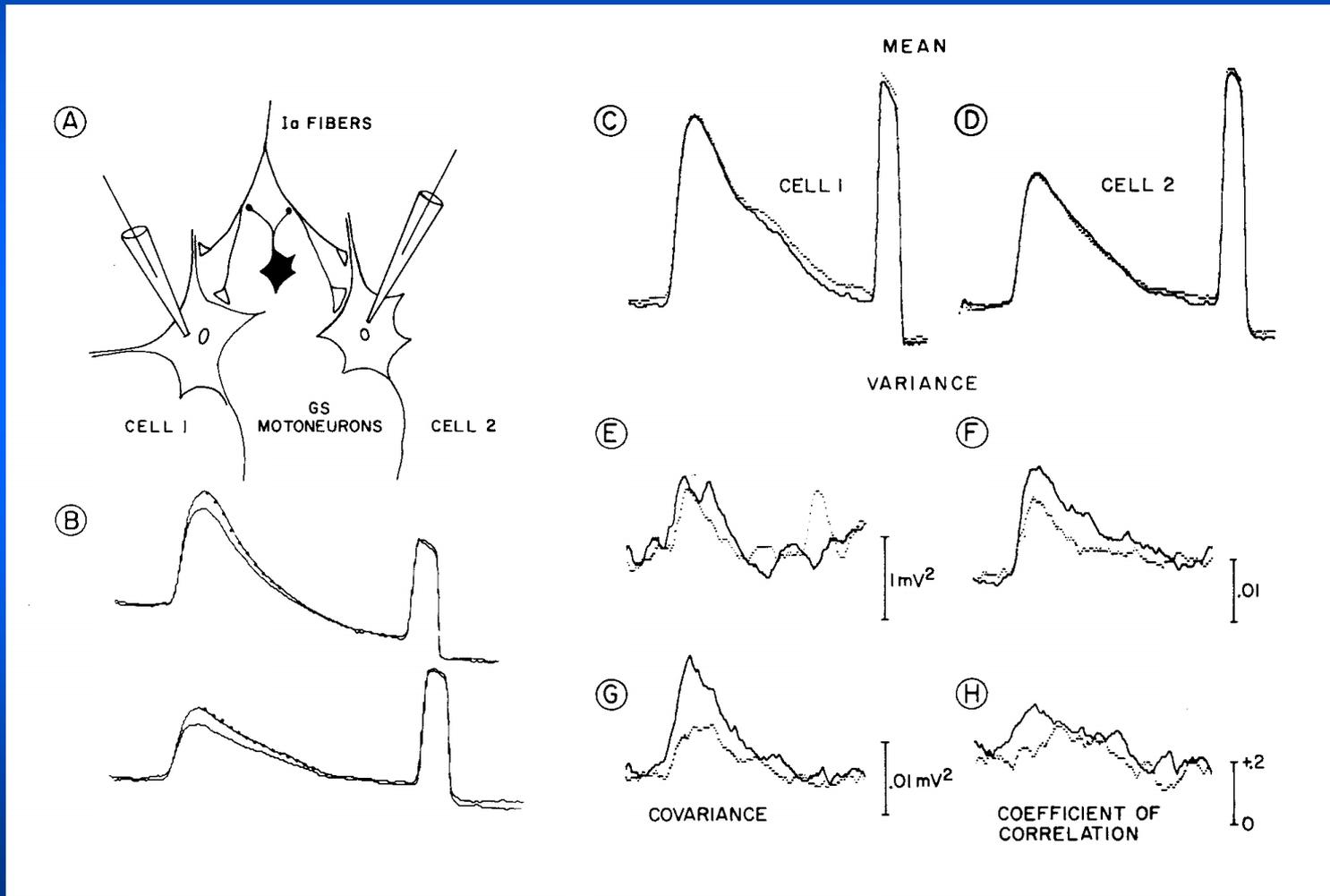
(B)



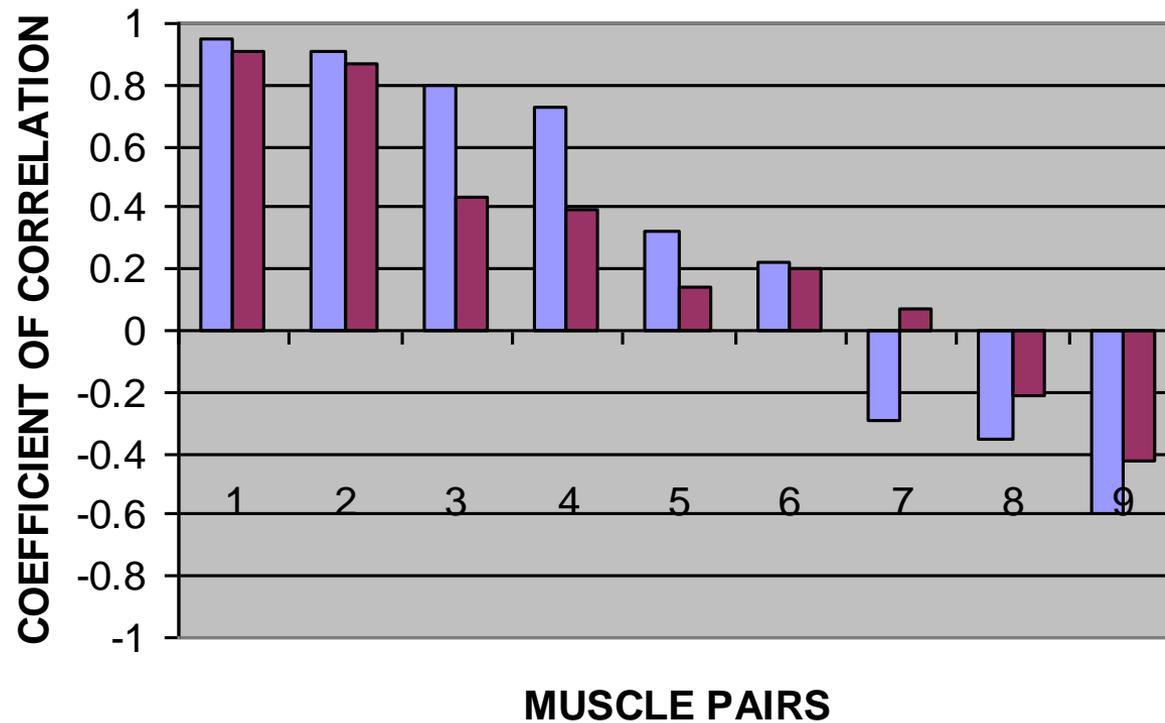
Las fluctuaciones correlacionadas de las respuestas monosinápticas de motoneuronas aumentan la redundancia de la información transmitida



La estimulación de aferentes cutáneos disminuye la correlación entre potenciales monosinápticos la producidos en pares de motoneuronas

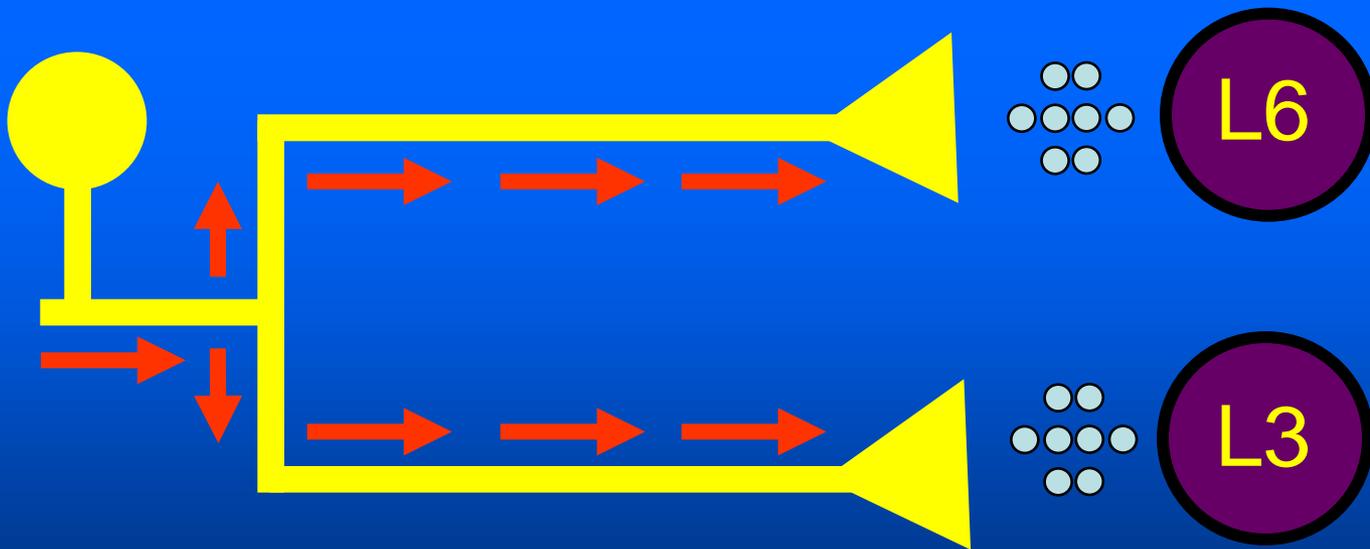


La estimulación de aferentes cutáneos contralaterales reduce las fluctuaciones correlacionadas de reflejos monosinápticos



- 1 GM GM
- 2 PB PB
- 3 PB ST
- 4 GL GM
- 5 TA GL
- 6 TA GM
- 7 ST GL
- 8 ST GM
- 9 PB GL

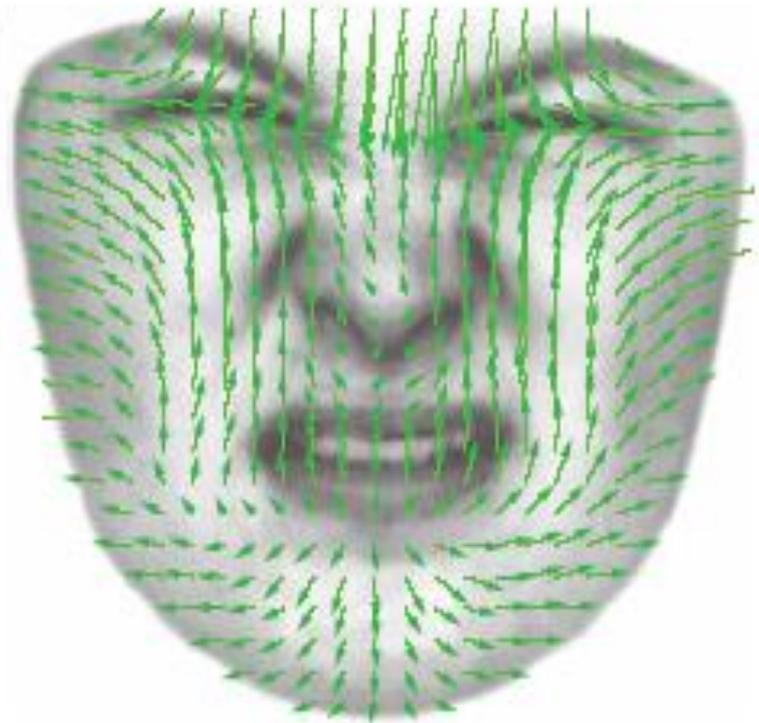
Conducción del potencial de acción en las terminales intraespinales de las fibras sensoriales



a



b



a Disgust



Lowered brow
Narrowed eyes
Narrowed nostrils
Closed mouth

b Fear



Raised brow
Widened eyes
Flared nostrils
Open mouth

Figure 1 Fearful versus disgusted expressions. Note how the various parts of the face move in opposite directions in the two expressions, and therefore have opposite effects on sensory intake. Facial images from the NimStim set of facial expressions (MacArthur Foundation, <http://www.macbrain.org/resources.htm>).

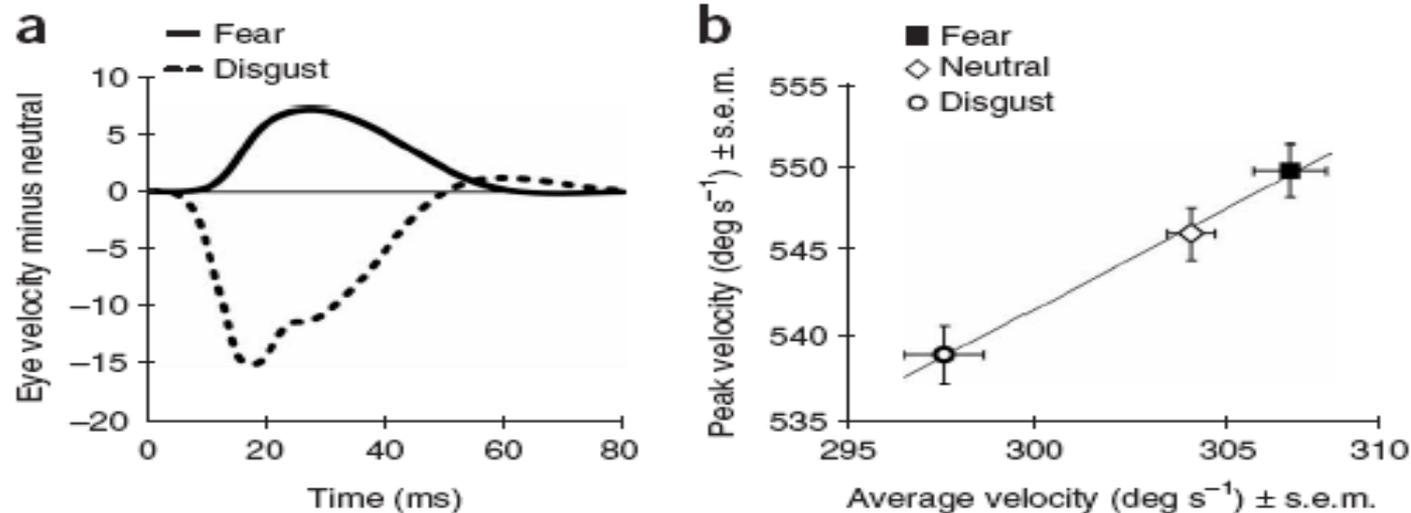


Figure 4 Saccadic eye movements for participants posing fear, disgust and neutral expressions. (a) Average velocity over time profiles for fear and disgust expressions relative to neutral. Relative velocities were scaled at each time point by the ratio of instantaneous-to-peak neutral velocity. (b) Average versus peak velocities for each condition are plotted along with the best-fit line between the condition means ($r^2 = 0.996$) with within-subject error bars.

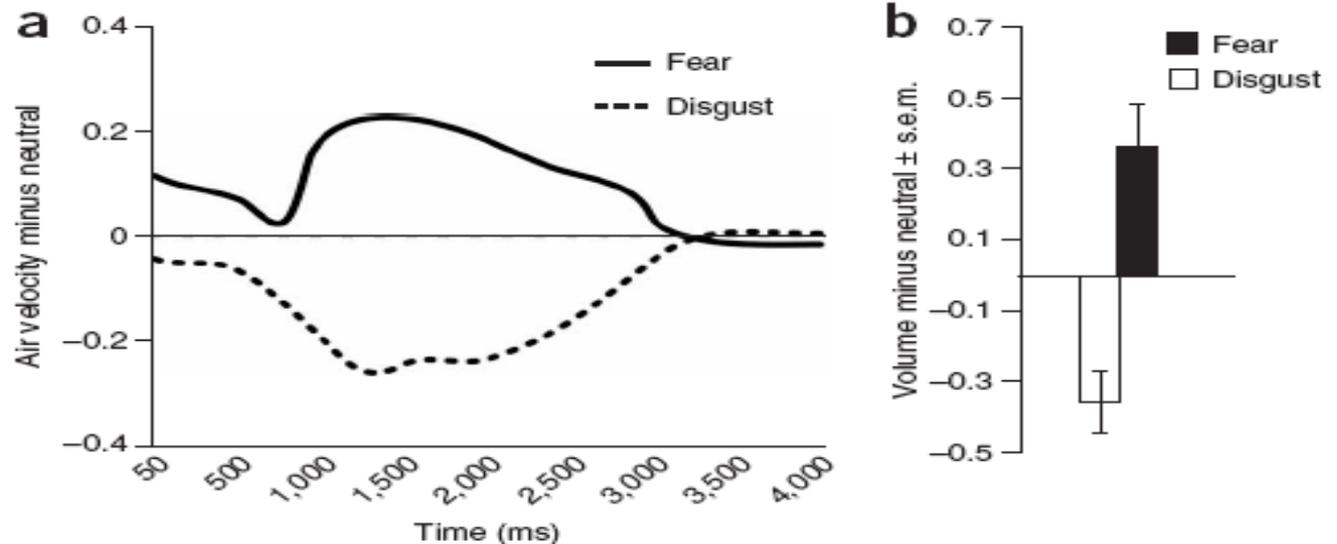


Figure 5 Measurement of nasal inspiratory capacity during expressions of disgust and fear. (a,b) Mean air-flow velocity (in standardized units) for fear and disgust expressions relative to neutral during inhalation over time (2.2-s inhalation; a) and mean volume relative to abdominal-thoracic respiratory effort (in standardized units) for disgust and fear expressions relative to neutral (b). Velocity was scaled such that the area under the curve for neutral sniffs was equal to 1.

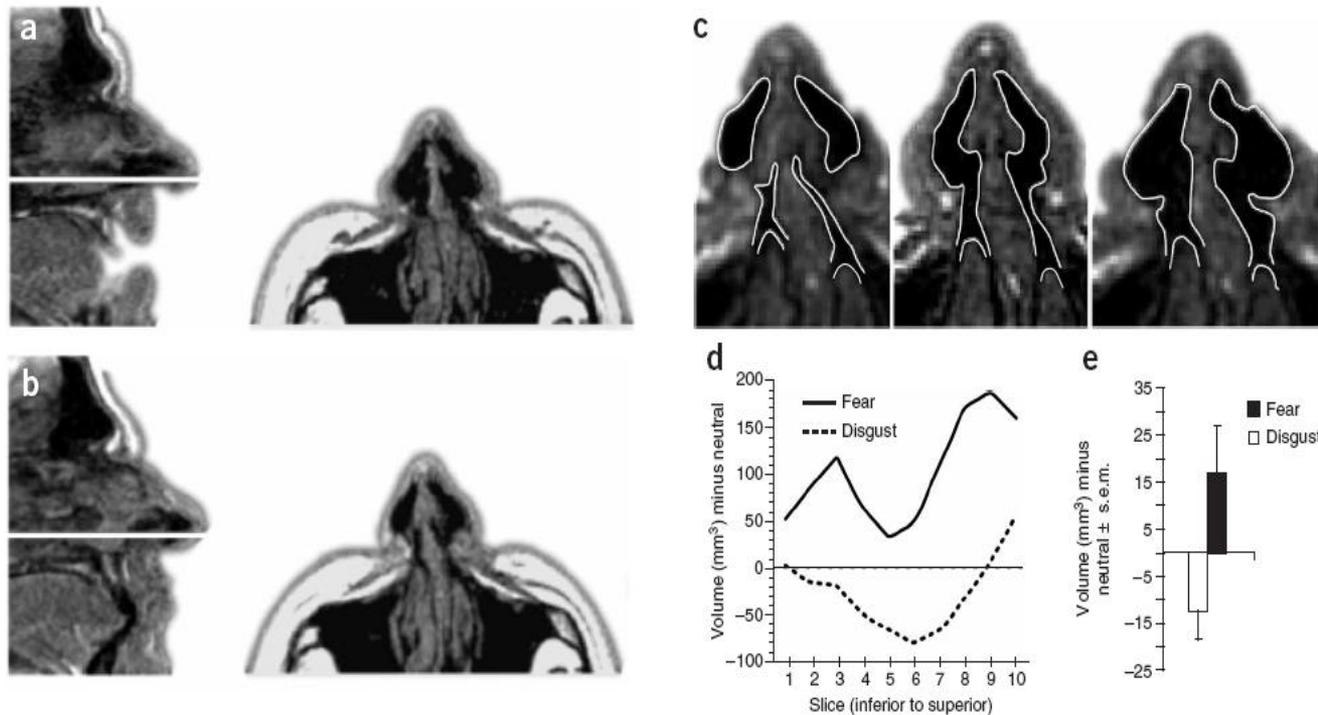


Figure 6 Effects of fear and disgust expressions on internal nasal anatomy. (a,b) Axial slices from T1-weighted FSPGR MRI during fear (a) and disgust (b) expressions. (c) Passageways to the inferior turbinate of the respiratory mucosa. Relative to neutral expressions (middle panel), disgust (left) and fear (right) expressions resulted in closure and dilation, respectively. (d) Plot of the volume of air cavity of the ventral portion (12 mm) of the nasal passages for fear and disgust expressions relative to neutral. Each slice was 1.2-mm thick with an in-plane resolution of 0.86×0.86 mm. (e) Bar graphs represent average overall air cavity volume for fear and disgust expressions relative to neutral.

La estimulación
de aferentes
cutáneos
reduce las
fluctuaciones
correlacionadas
de los reflejos
monosinápticos

