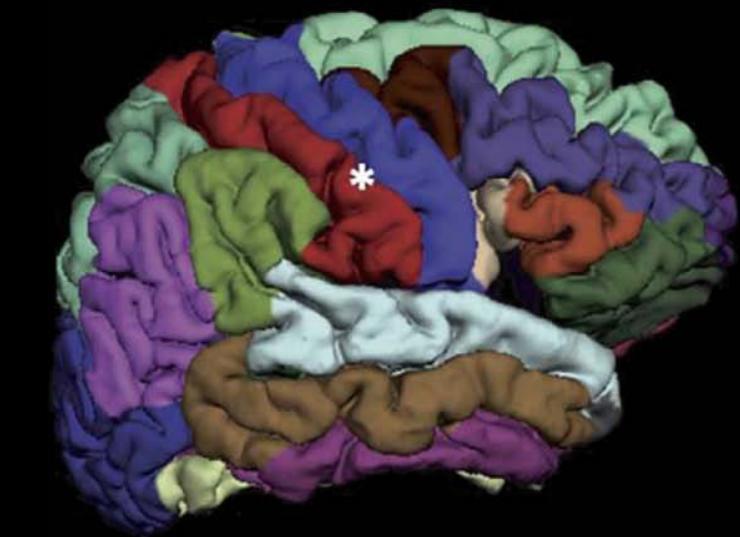
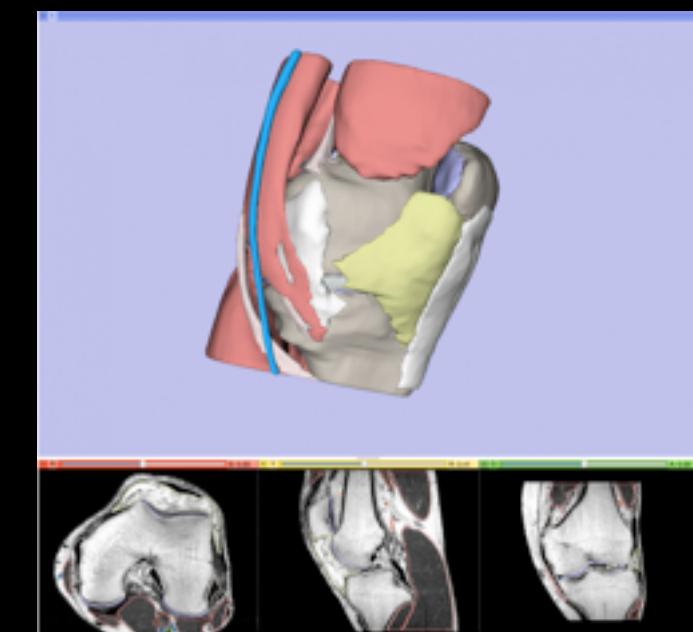
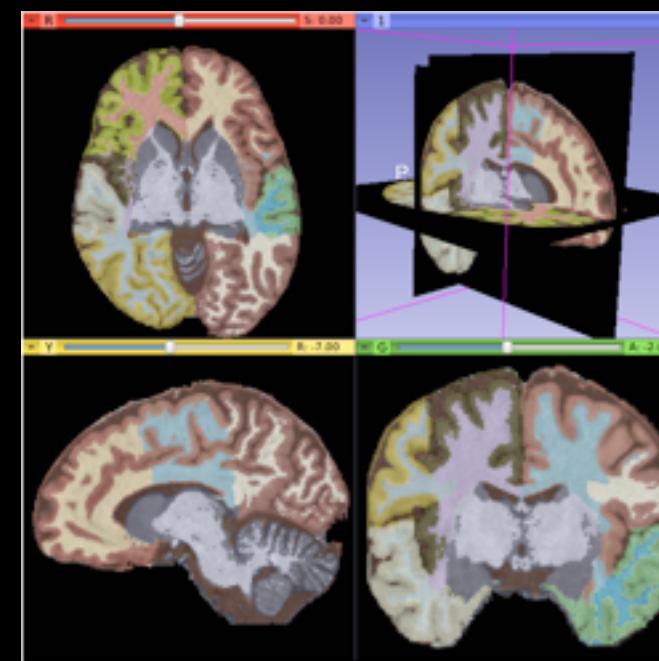
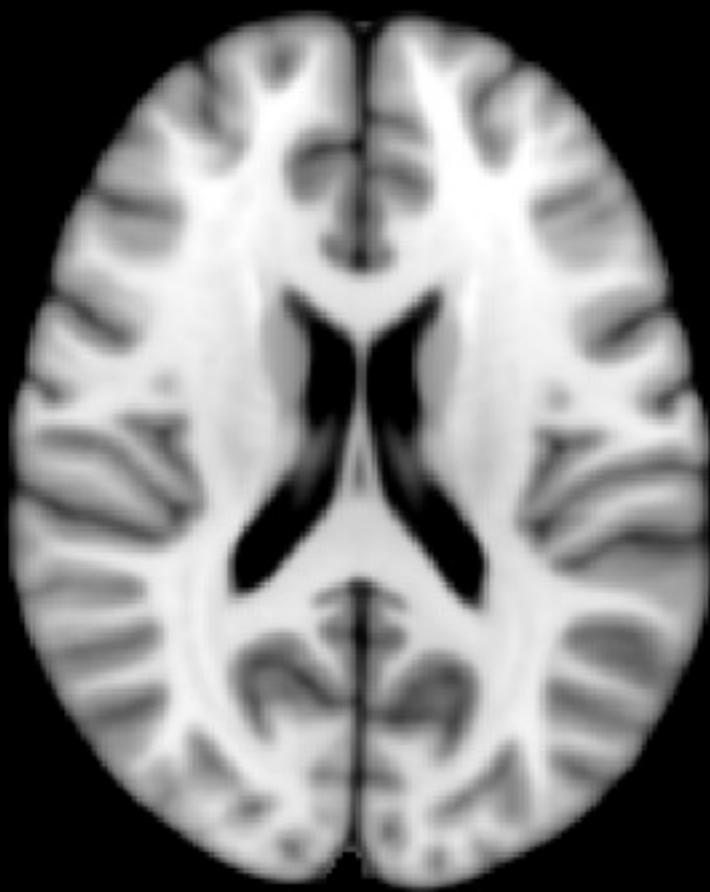


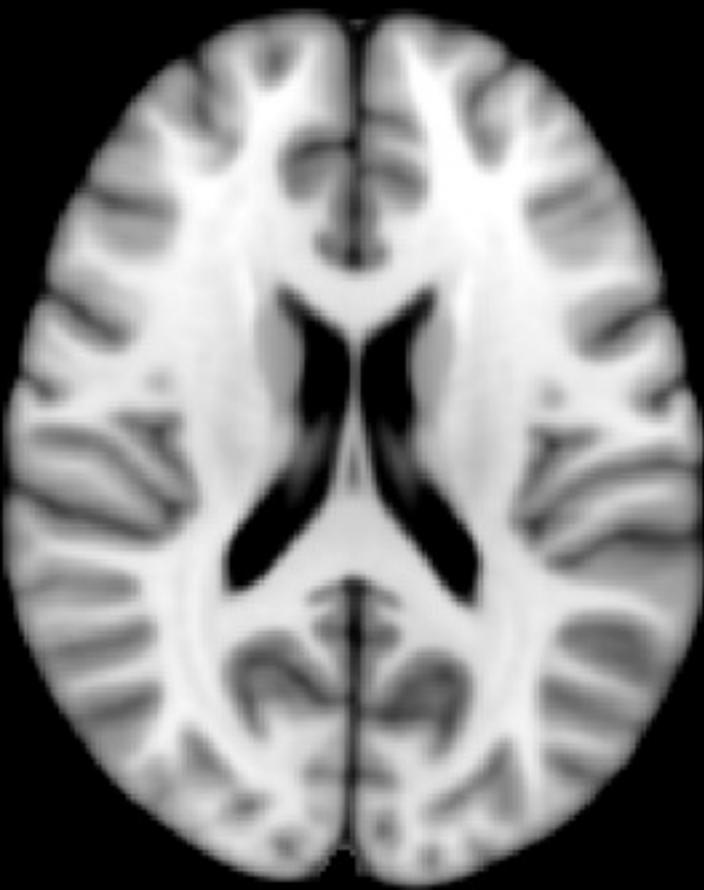
Tratamiento de Imágenes Médicas Incorporación de Conocimiento Previo

Demián Wassermann
Departamento de Radiología
Harvard Medical School & Brigham and Women's Hospital

Segmentación De Imágenes

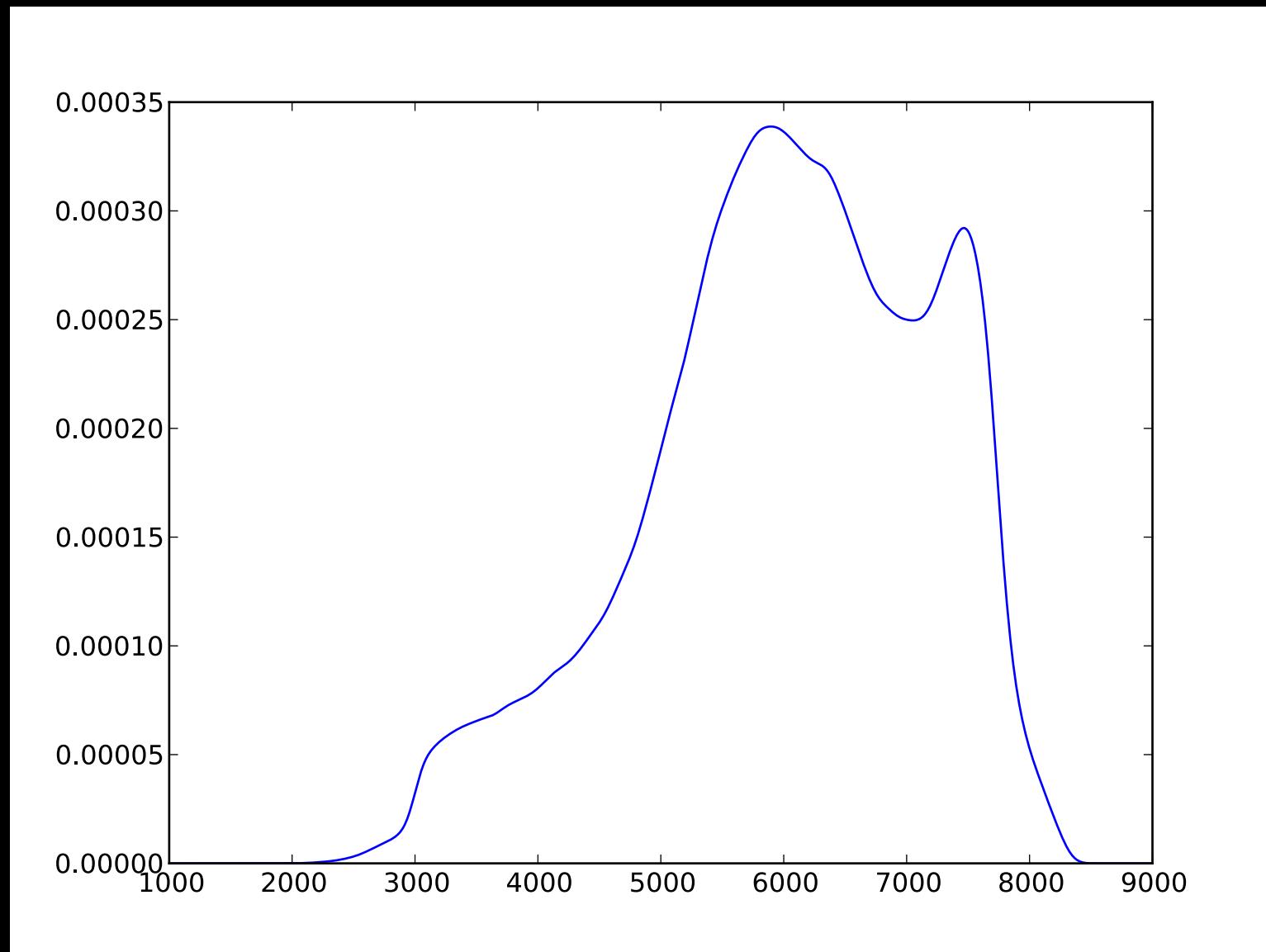
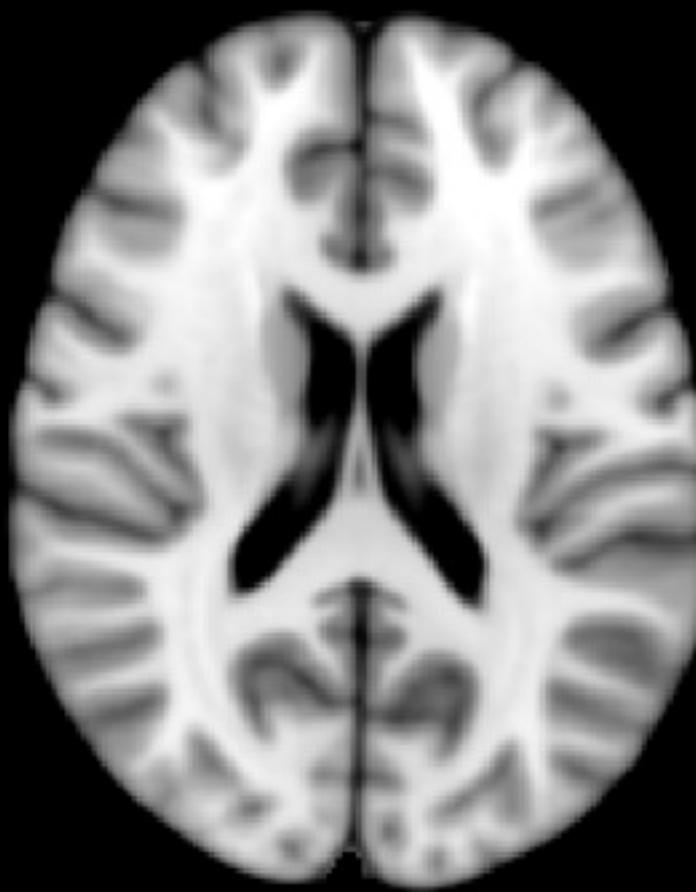


Segmentación De Imágenes

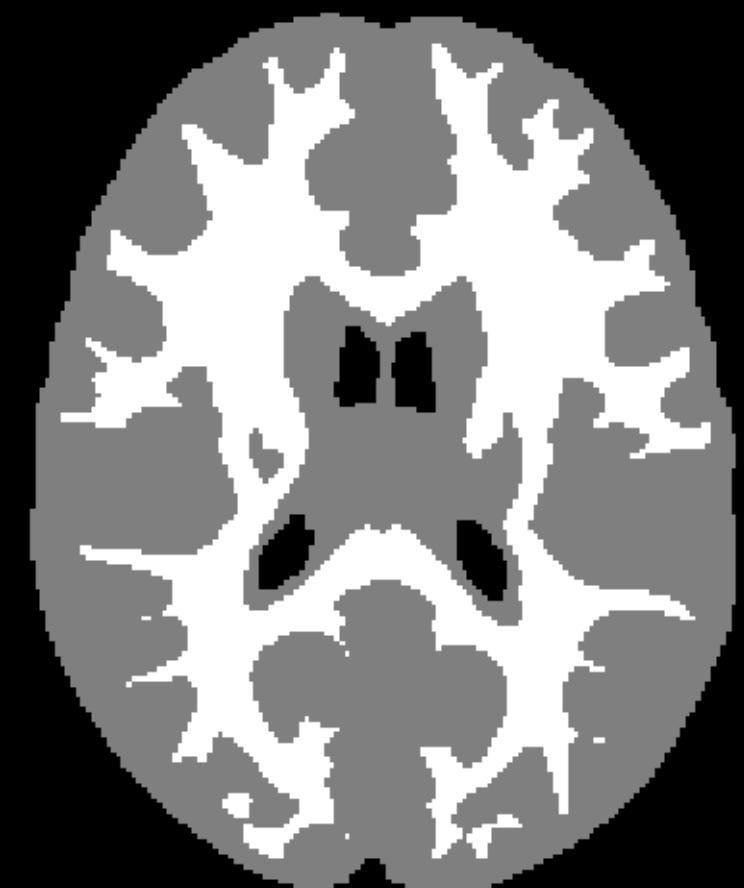
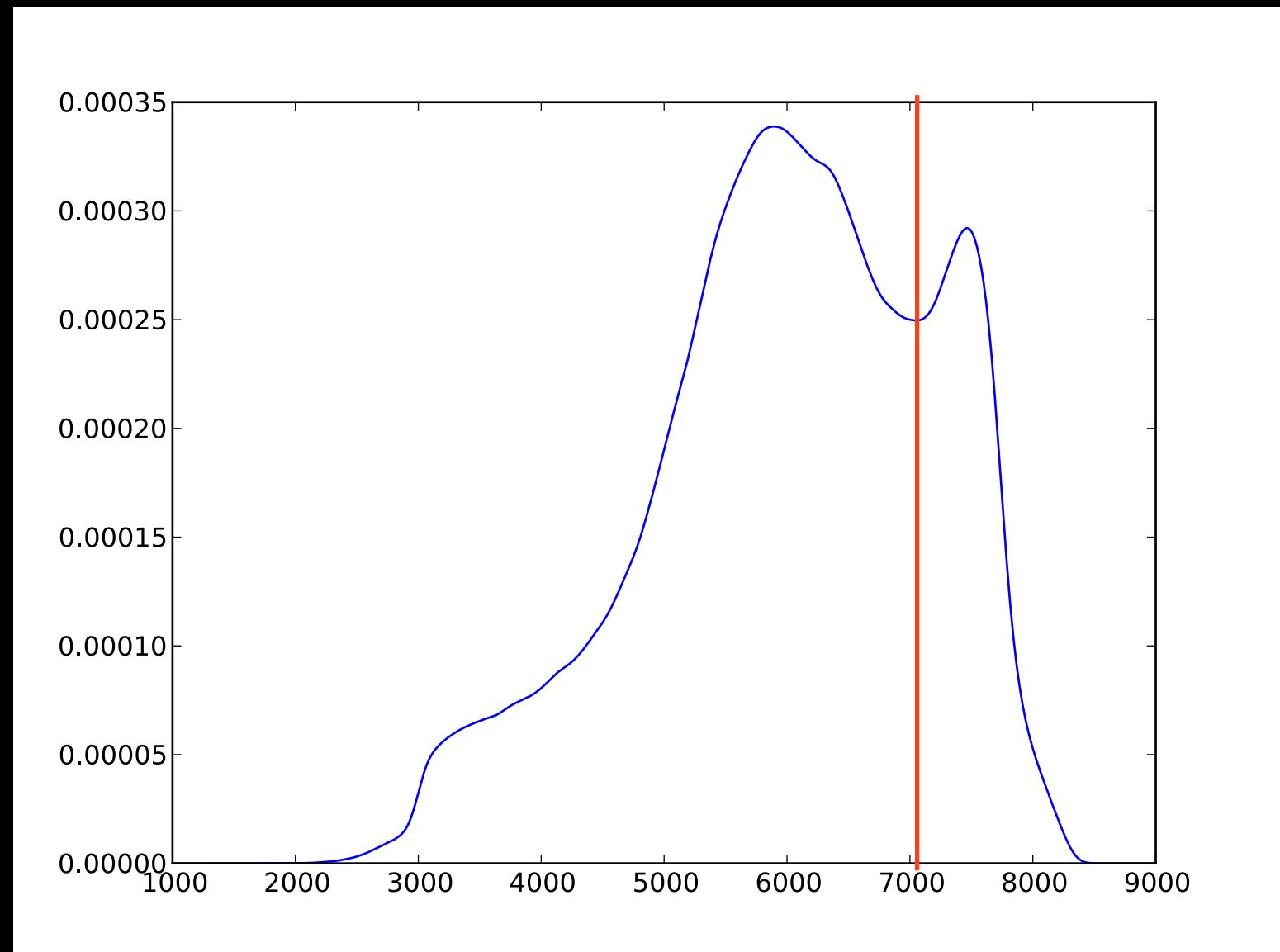
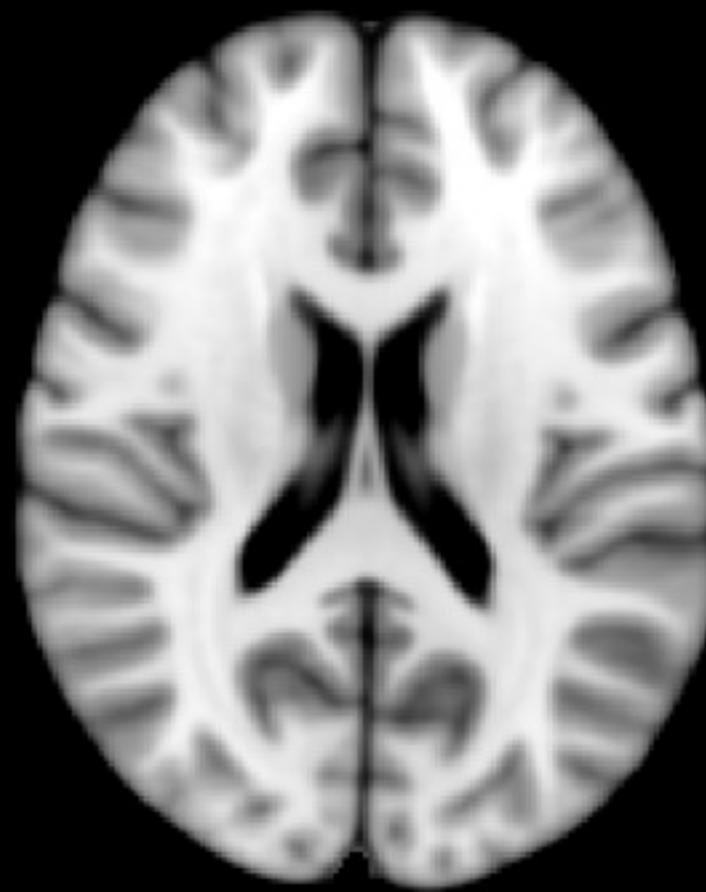


- Umbralado manual
- Umbralado automático
- Separación de modos en distribuciones de probabilidad multimodales
- Incorporación de conocimiento a-priori

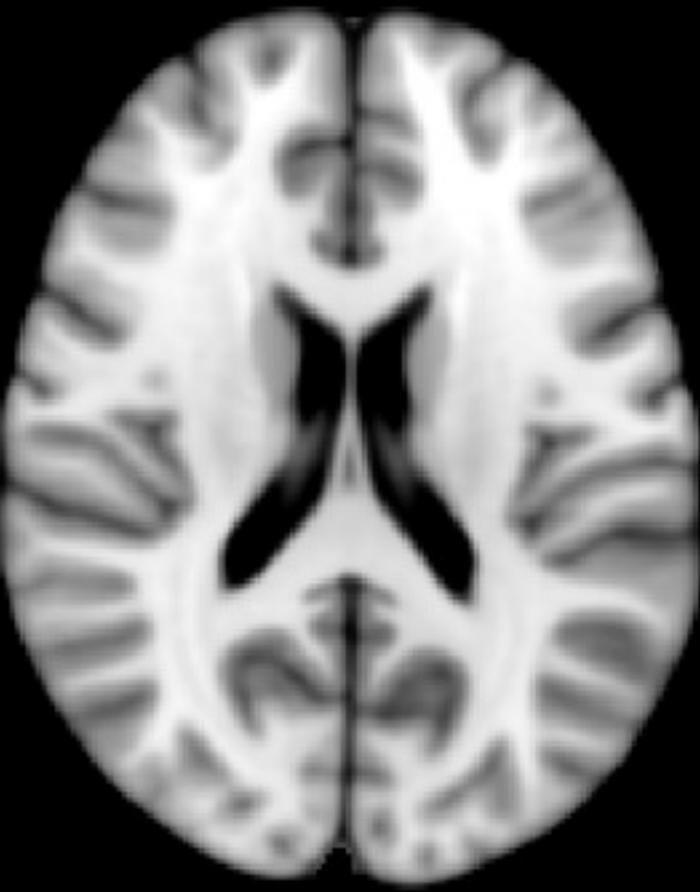
Segmentación De Imágenes



Umbralado Simple



Umbralado Automático



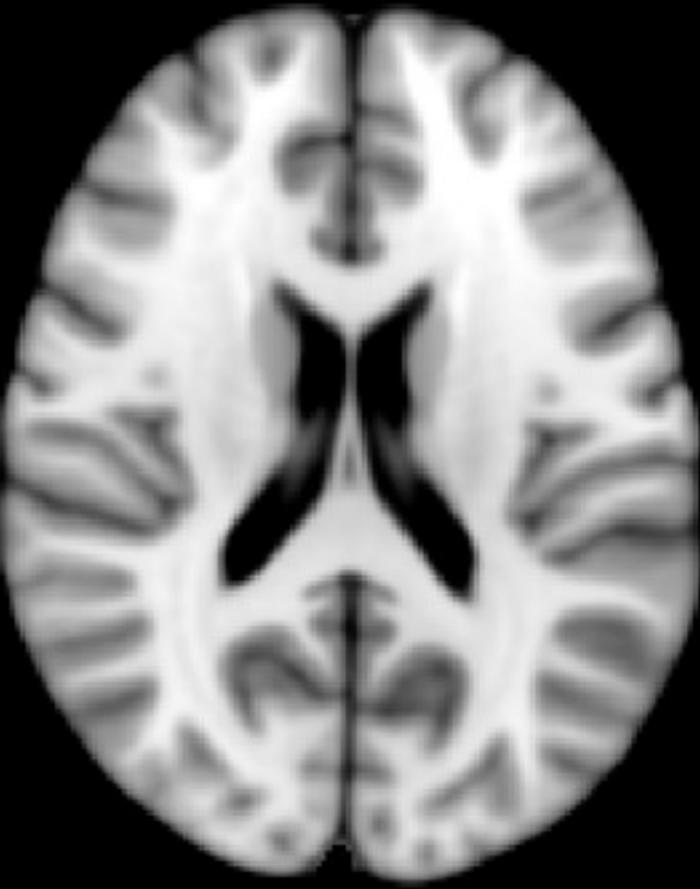
$$p_i = \frac{\#\{\forall x : I(x) = i\}}{N}$$

$$\omega_0 = Pr(C_0) = \sum_{i=0}^k p_i$$

$$\omega_1 = Pr(C_1) = \sum_{i=k+1}^N p_i$$

$$\sigma_B^2 = \omega_0(\mu_0 - \mu_T)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_T)^2 = \omega_0\omega_1(\mu_1 - \mu_0)^2$$

Umbralado Automático



$$p_i = \frac{\#\{\forall x : I(x) = i\}}{N}$$

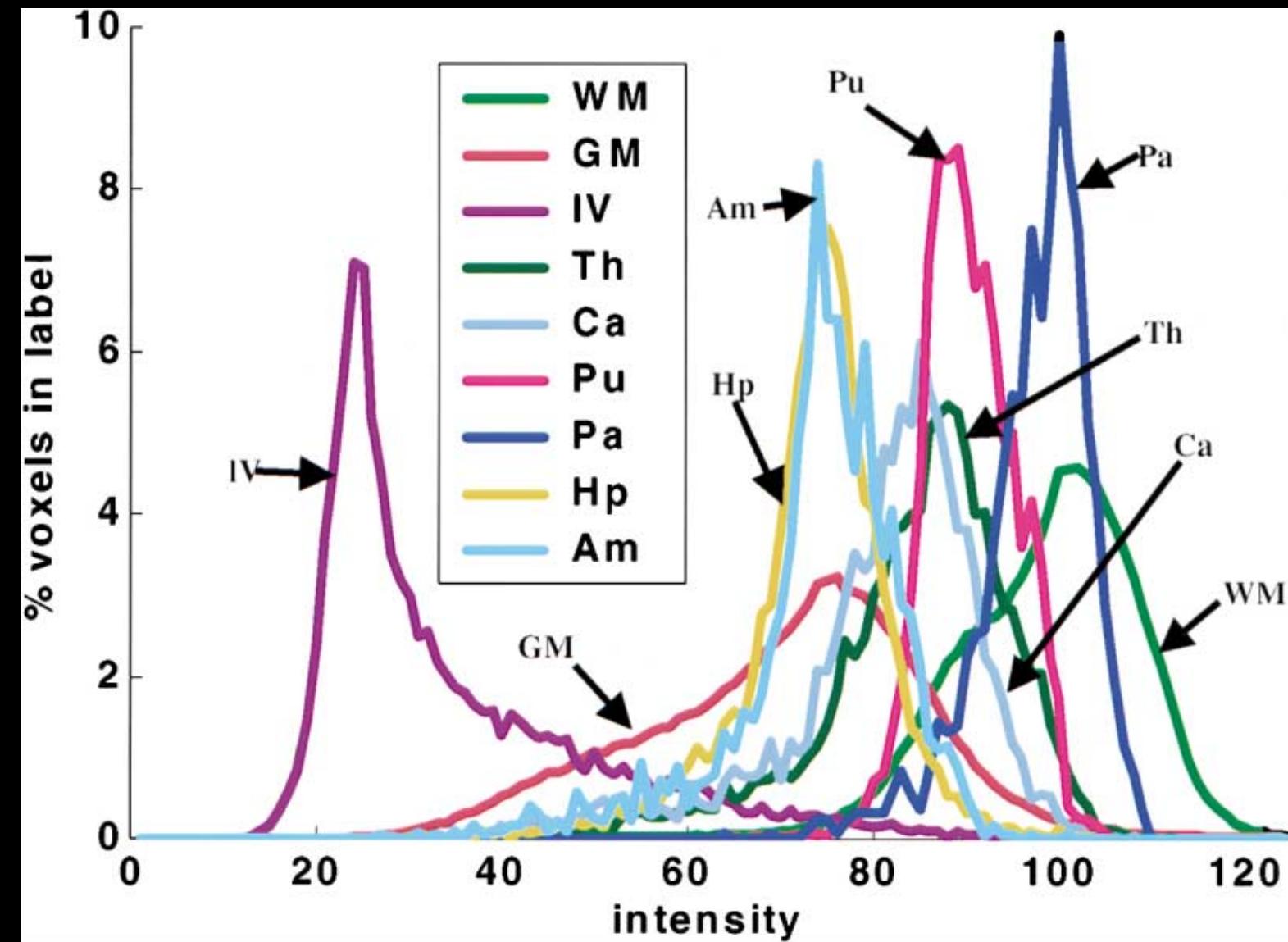
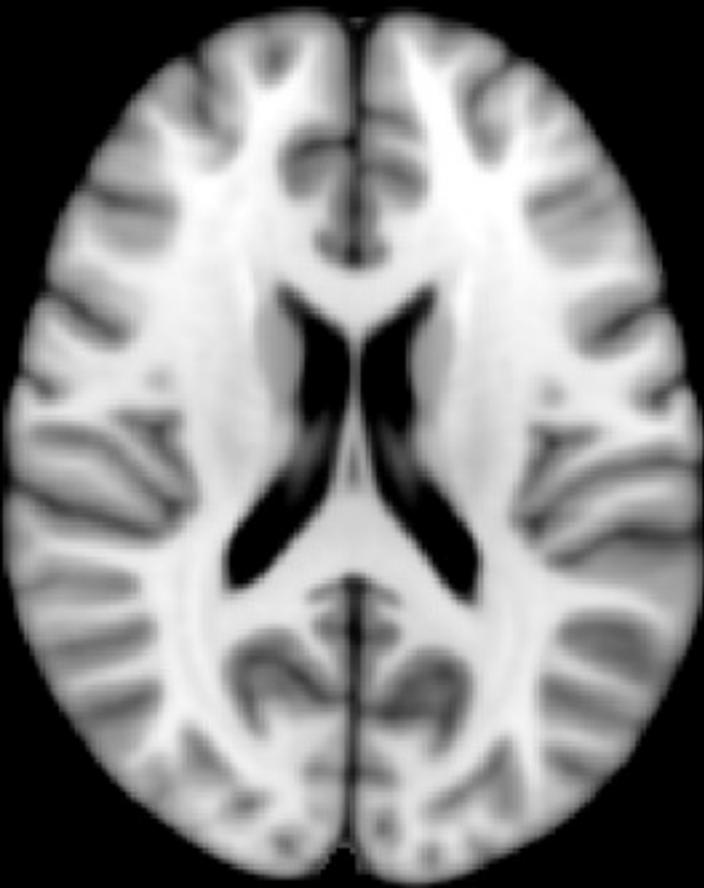
$$\omega_0 = Pr(C_0) = \sum_{i=0}^k p_i$$

$$\omega_1 = Pr(C_1) = \sum_{i=k+1}^N p_i$$

$$\sigma_B^2 = \omega_0(\mu_0 - \mu_T)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_T)^2 = \omega_0\omega_1(\mu_1 - \mu_0)^2$$

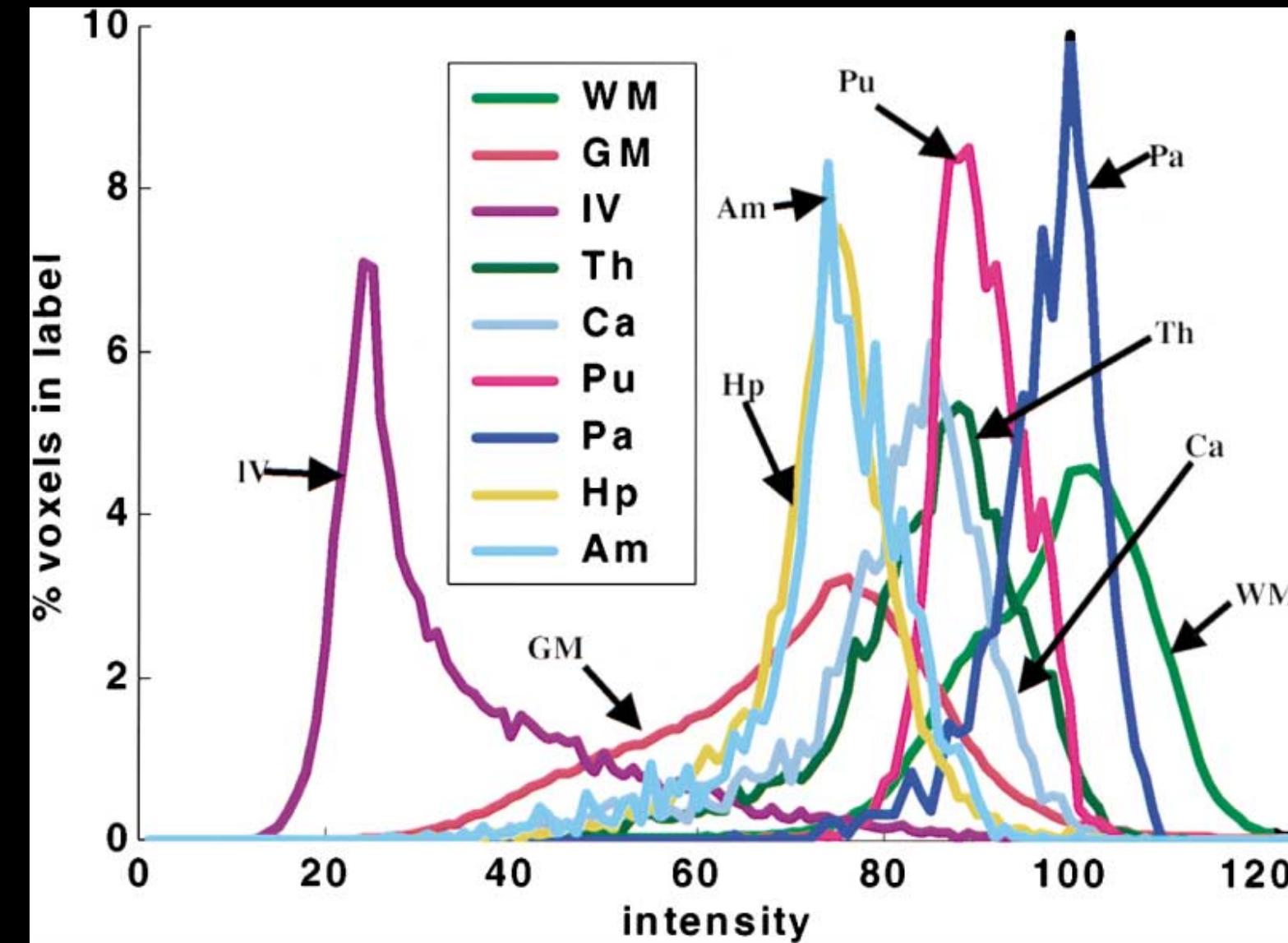
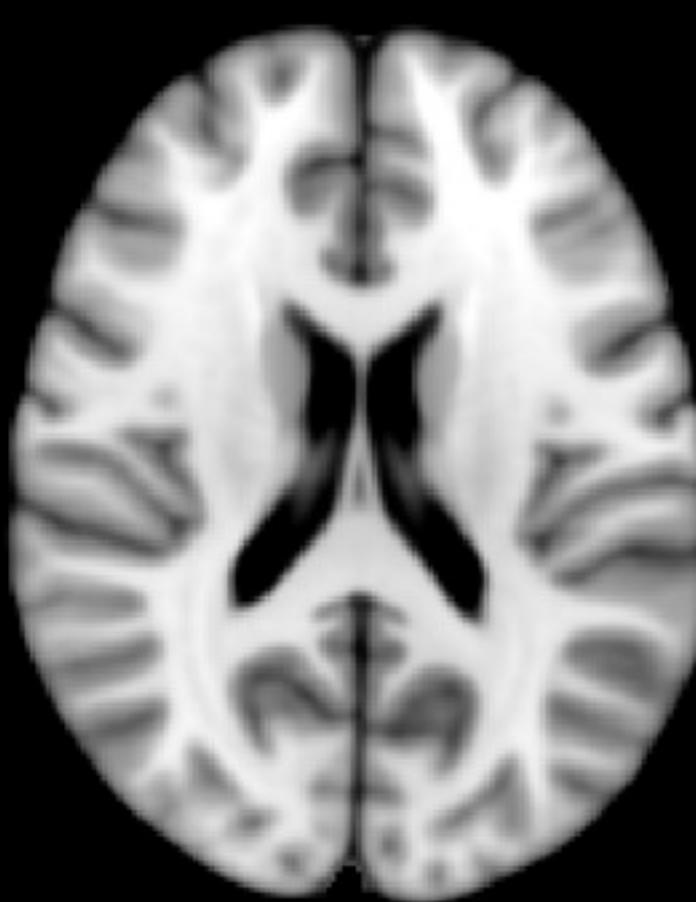
Minimizar: $Pr(C_0 \cap C_1)$

Problemas: Tejidos



[Fischl et al 2002]

Solución: Incorporar Conocimiento Previo



[Fischl et al 2002]

-3000

-450

200 1200

1500 1600 1700 1800 1900 2000

Historia Antigua

Periodo Clásico

Edad Media

Edad Moderna y Contemporánea

Primer Documento Relacionando Cerebro y Función



Caso Veinte

Título: Instrucciones sobre una herida en la sien, penetrando el hueso[...]

Examinación: Si examinareis un hombre con una herida en la sien, [...] si le preguntareis sobre su enfermedad y el no hablase [...]

Diagnóstico: Deberíais decir sobre él: [...] Una enfermedad que yo trataré."

Tratamiento: Cuando encontrareis al hombre mudo, [...] vos frotareis su cabeza con grasa, (y) vertireis [leche] en sus dos orejas

Papiro Quirúrgico de Edwin, Egipto, 3000 AC

-3000

-450

200 1200

1500 1600 1700 1800 1900 2000

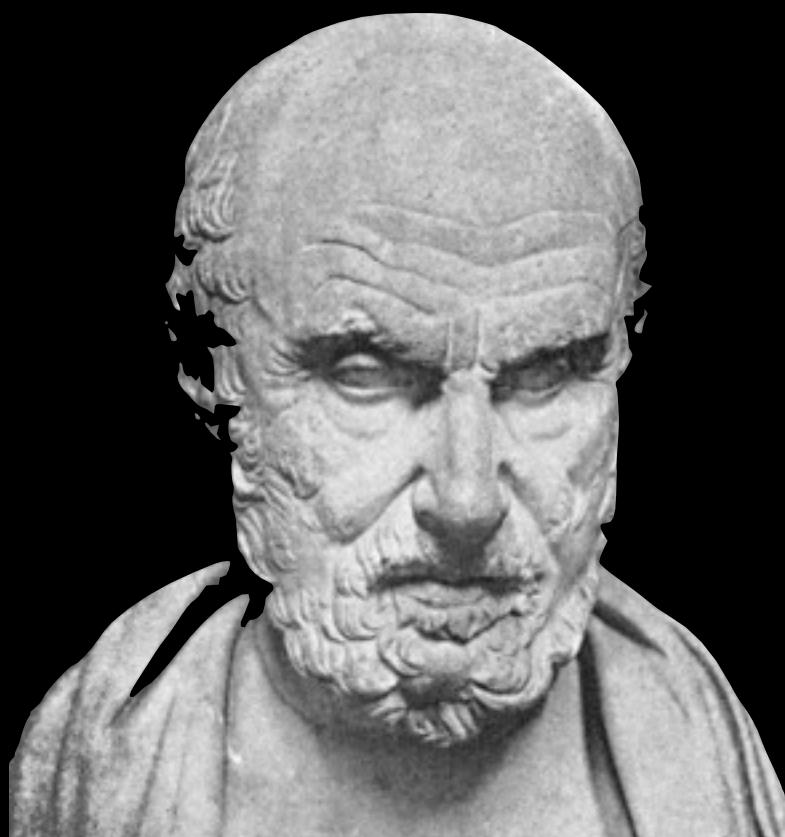
Ancient History

Classical History

Middle Ages

Modern and Contemporary Ages

Cerebro o Corazón? Comienzos de la Dissección Anatómica



Hipócrates (-425)
Cerebro



Aristóteles (-328)
Corazón



Galen (200)
Contribuyó a finalizar
el conflicto
seccionando nervios de
animales vivos

Debate sobre la ubicación de la mente:
¿Está en el cerebro o en el corazón?

-3000

-450

200 1200

1500

1600

1700

1800

1900

2000

Ancient History

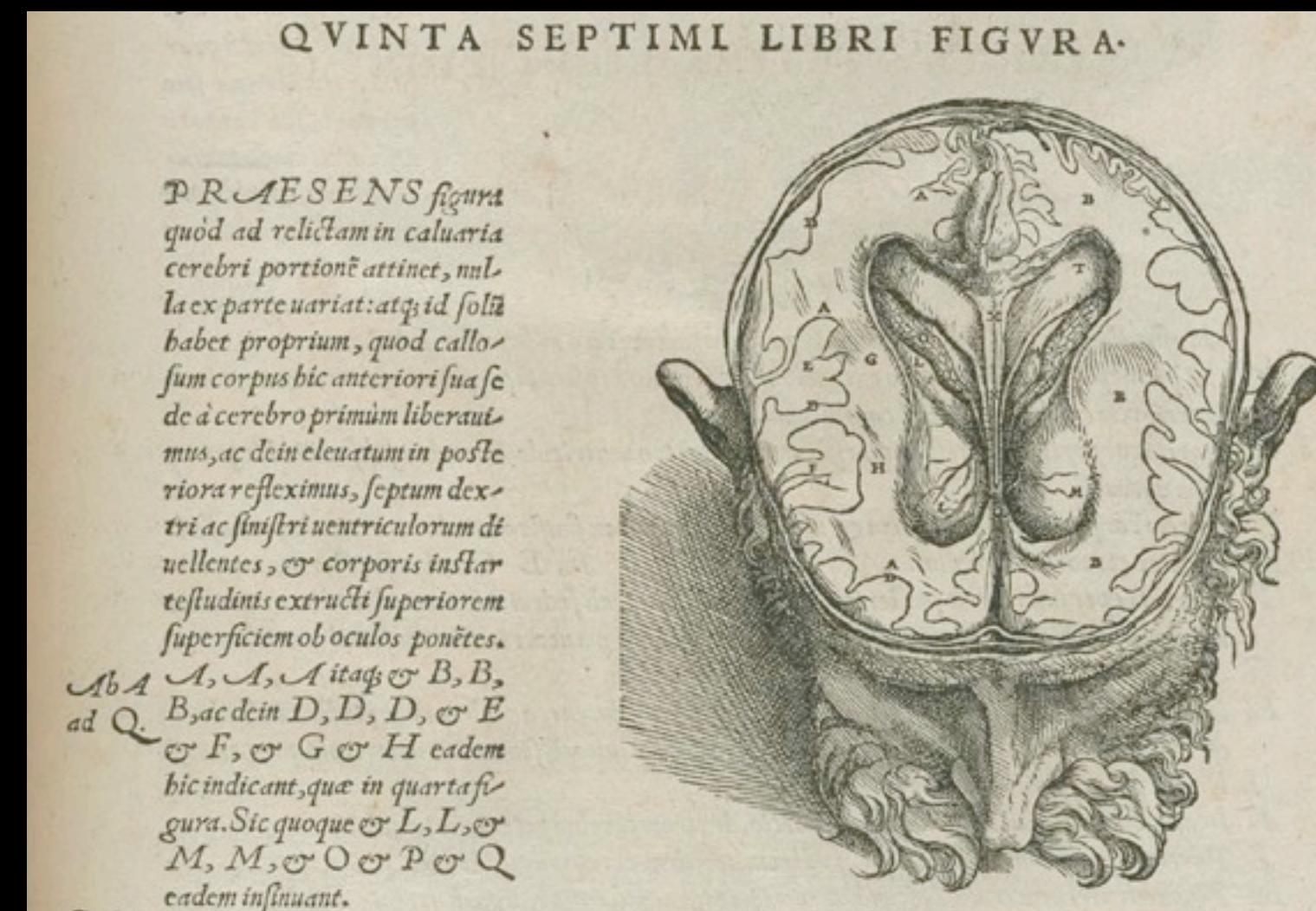
Classical History

Middle Ages

Modern and Contemporary Ages

Teoría Ventricular

Imágenes Como Documento de Estudios Anatomícos



Andreas Vesalius, “De Humani Corporis Fabrica”, 1543

-3000

-450

200 1200

1500

1600

1700

1800

1900

2000

Ancient History

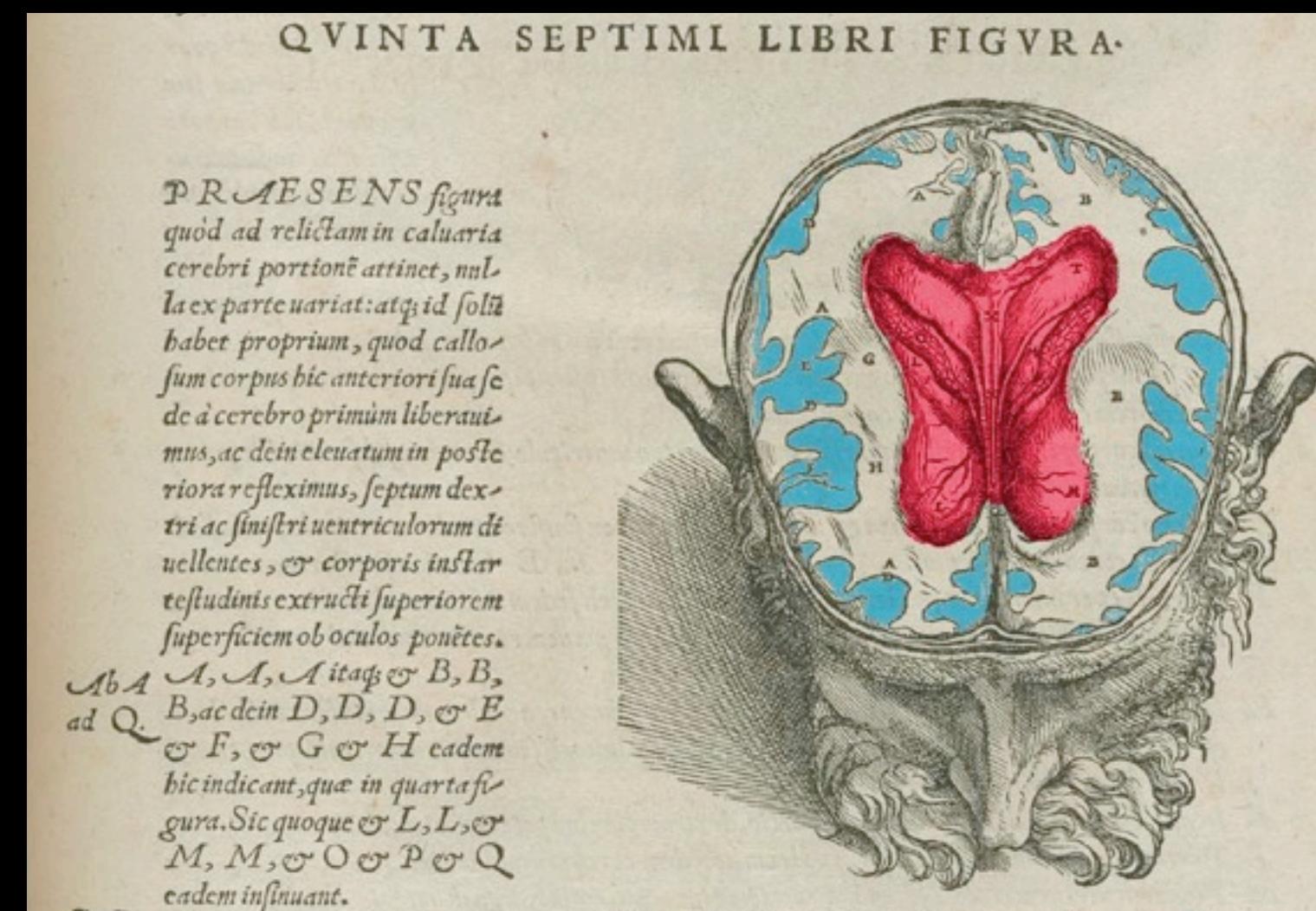
Classical History

Middle Ages

Modern and Contemporary Ages

Teoría Ventricular

Imágenes Como Documento de Estudios Anatomícos



Andreas Vesalius, “De Humani Corporis Fabrica”, 1543

-3000

-450

200 1200

1500

1600

1700

1800

1900

2000

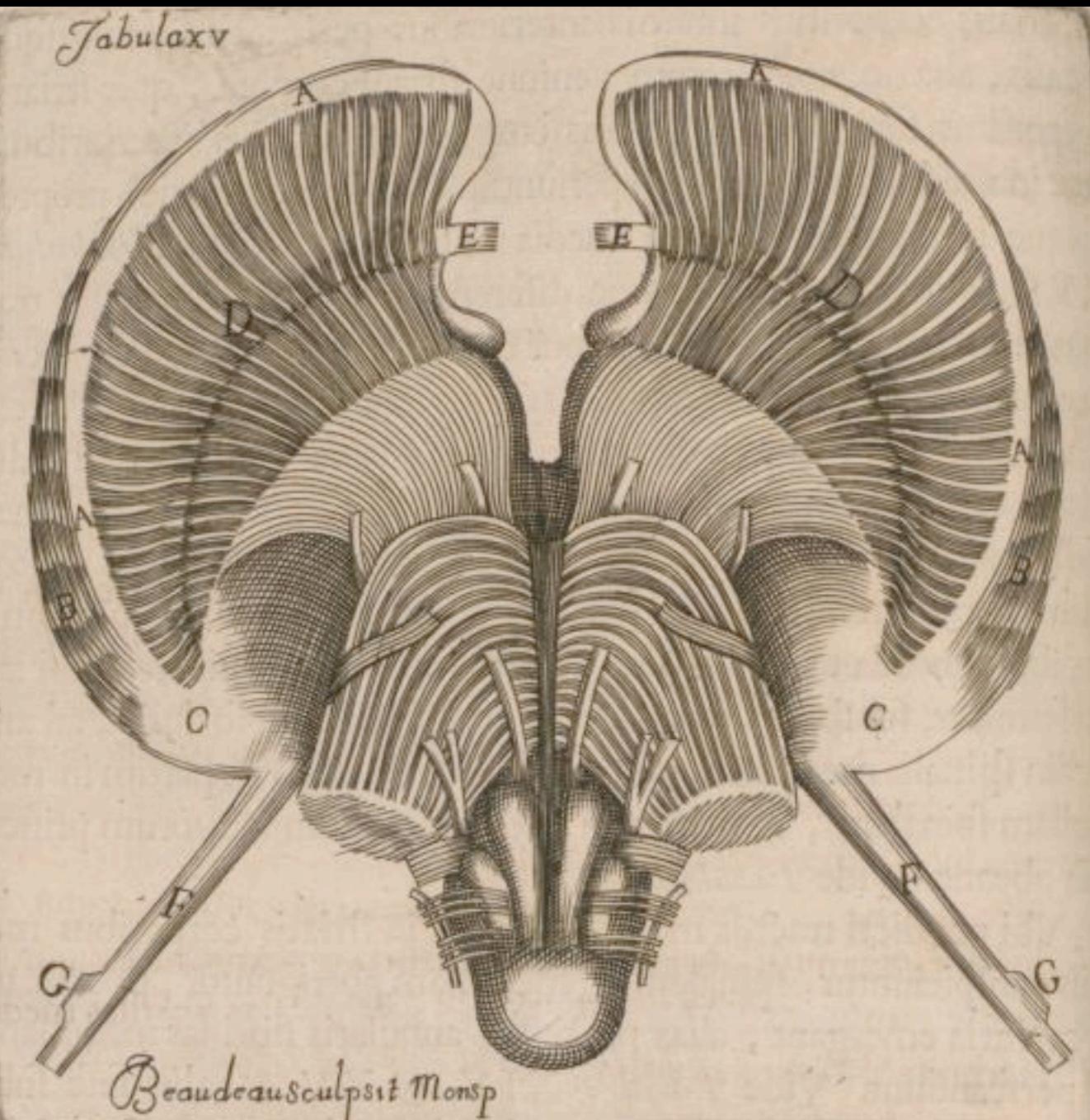
Ancient History

Classical History

Middle Ages

Modern and Contemporary Ages

Teorías basadas en los tejidos. Dissección



Vieussens, 1685

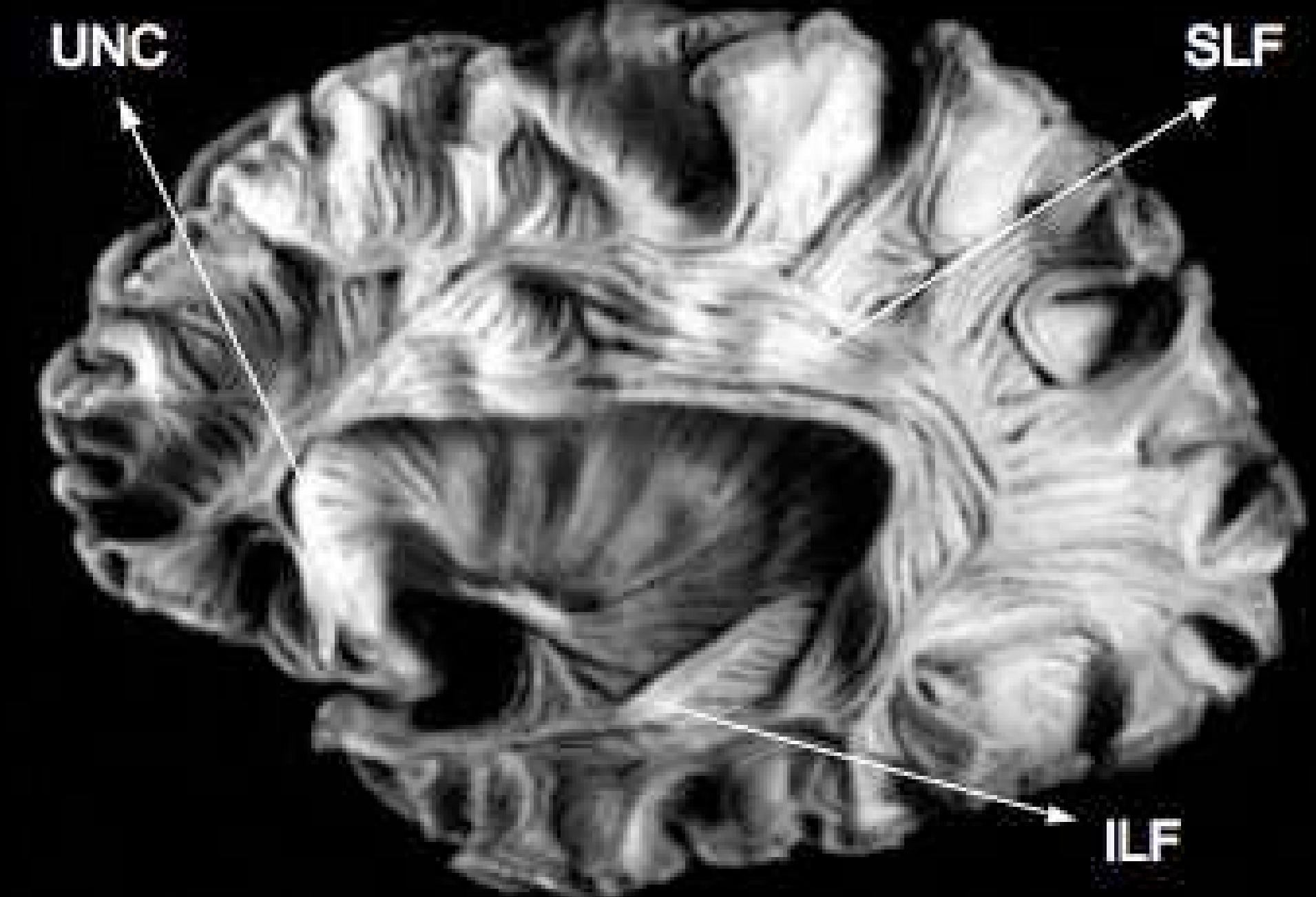


Imagen histológica del cerebro, medio-sagital

-3000

-450

200 1200

1500 1600

1700 1800

1900 2000

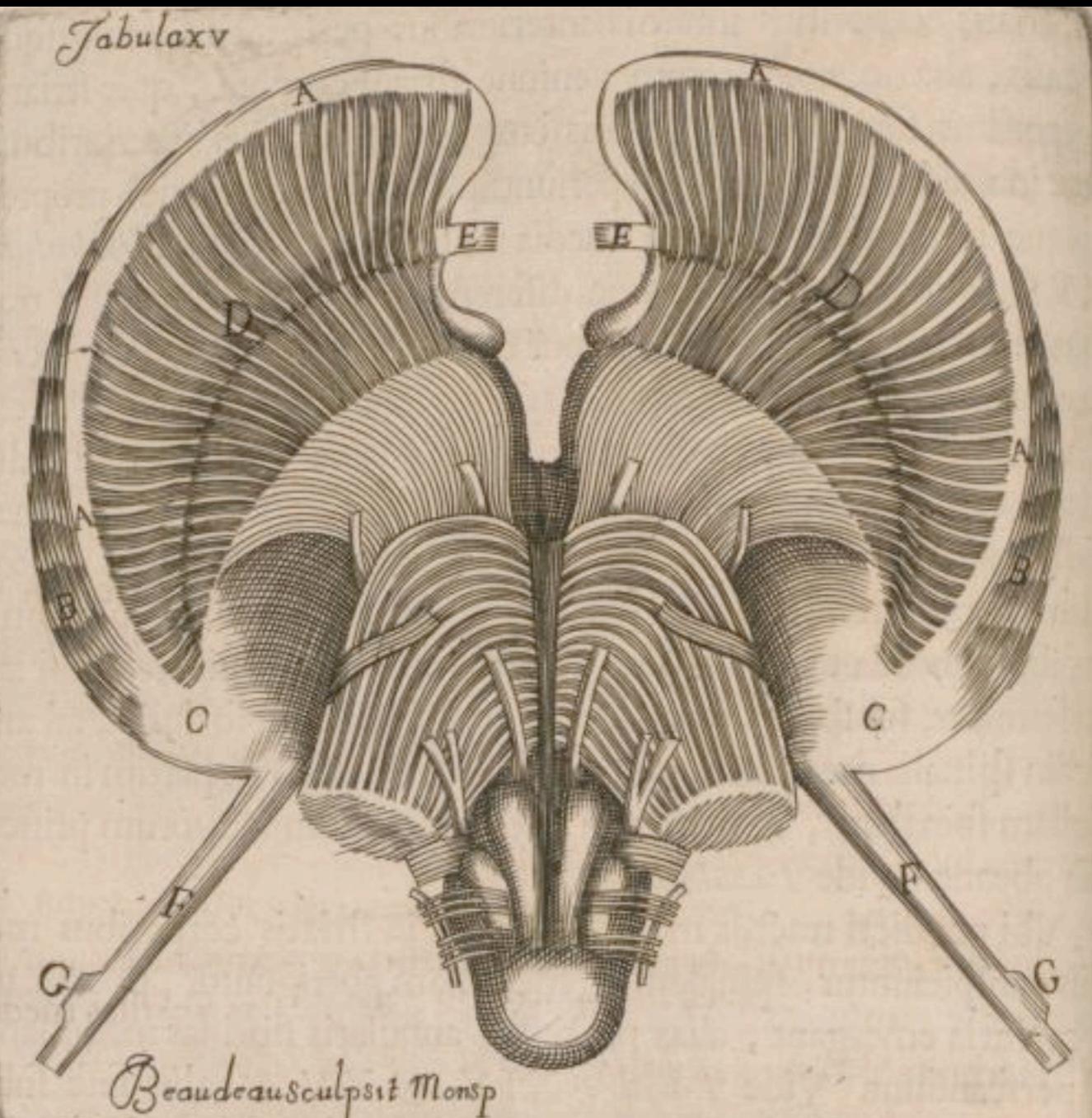
Ancient History

Classical History

Middle Ages

Modern and Contemporary Ages

Teorías basadas en los tejidos. Dissección



Vieussens, 1685

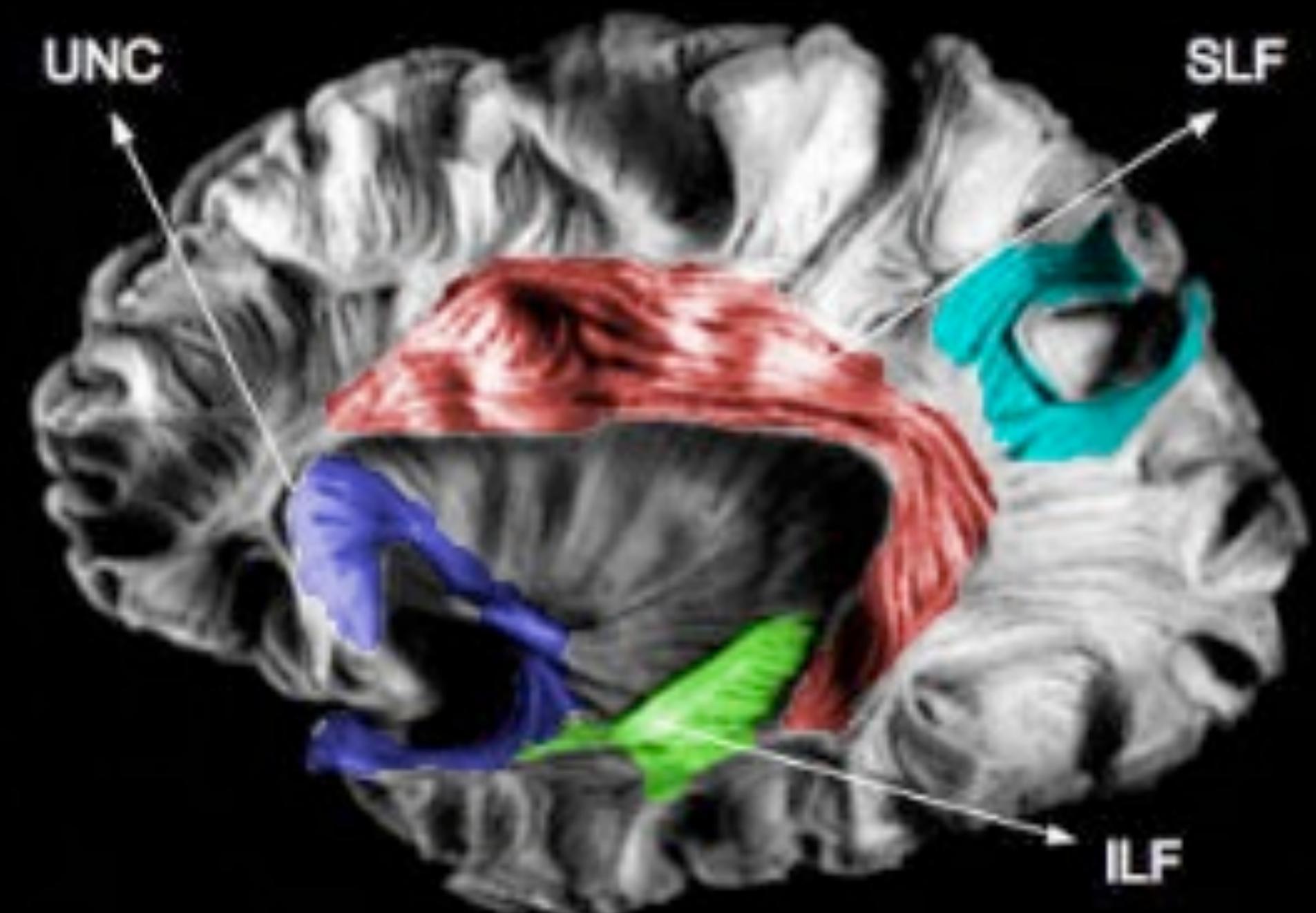


Imagen histológica del cerebro, medio-sagital

-3000

-450

200 1200

1500

1600

1700

1800

1900

2000

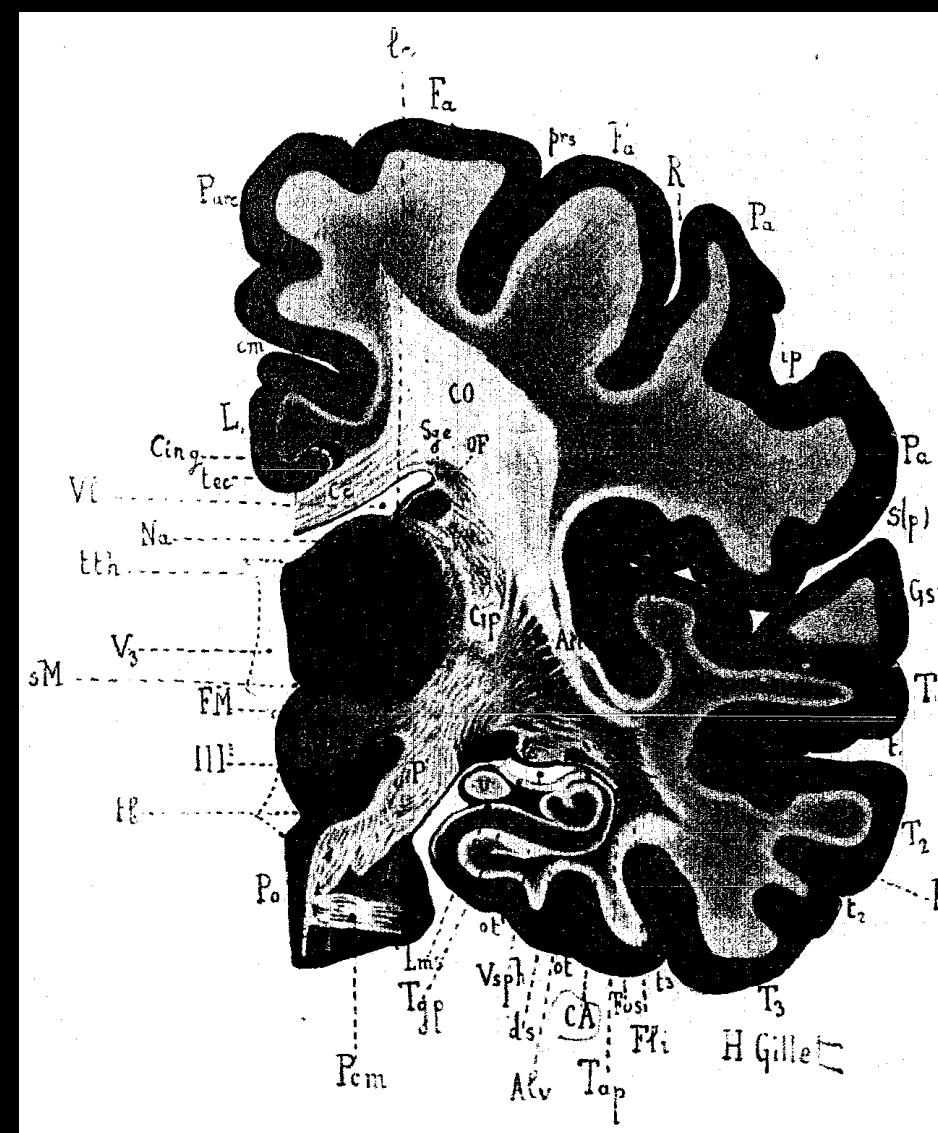
Ancient History

Classical History

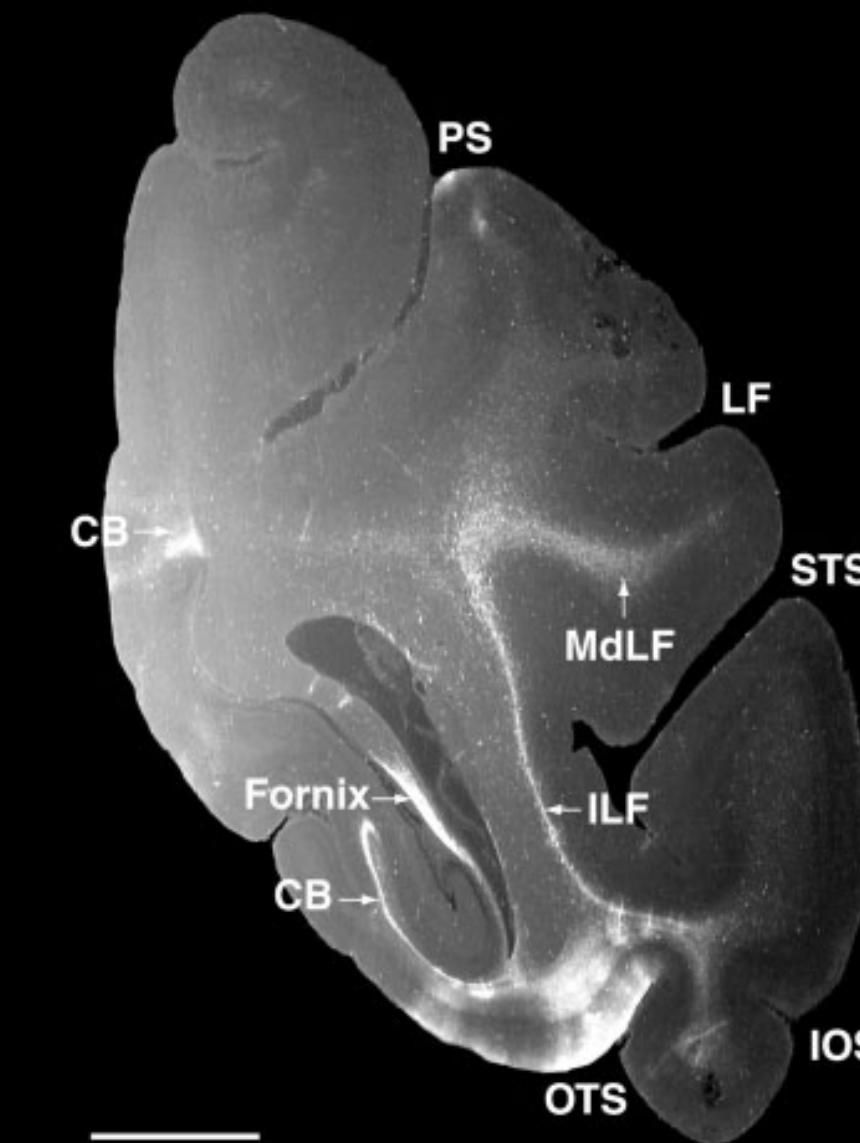
Middle Ages

Modern and Contemporary Ages

Tinción para Investigar la Materia Blanca Cerebral

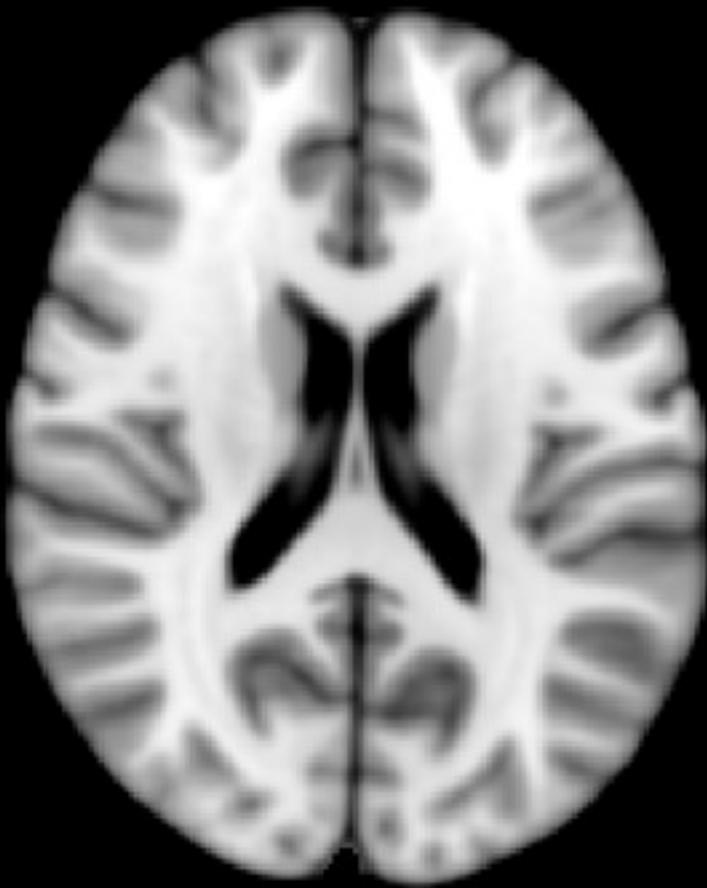


Tinción química y disección
Dejerine et al, 1914



Marcadores radioactivos e imagenología
Pandya et al., 2009

Incorporación de Conocimiento



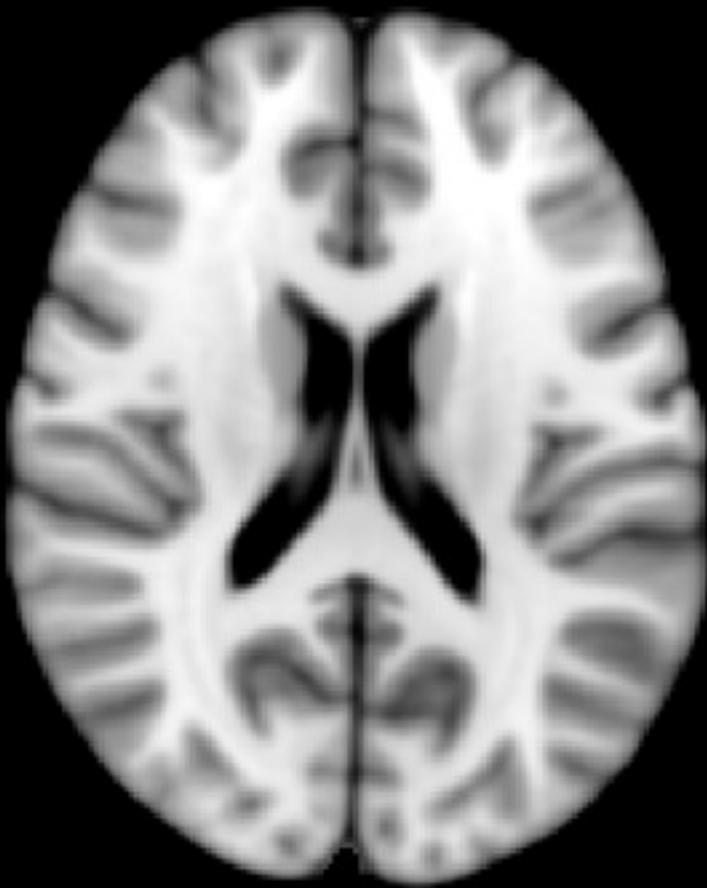
Teorema de Bayes: $Pr(W|L) = \frac{Pr(L|W)Pr(W)}{Pr(L)}$

$Pr(W|I) \propto Pr(I|W)Pr(W)$ I :Imagen W :Segmentación

$Pr(I|W) \propto \prod_x Pr(I(x)|W(x))$ (Independencia de los x)

[Fischl et al 2002]

Incorporación de Conocimiento



Teorema de Bayes: $Pr(W|L) = \frac{Pr(L|W)Pr(W)}{Pr(L)}$

$$Pr(I(x)|W(x) = c) \sim Gauss(\mu_c(x), \Sigma_c(x))$$

$$Pr(W(x)|W(X - \{x\}) = Pr(W(x)|W(x_1), \dots) x_i \in N(x)$$

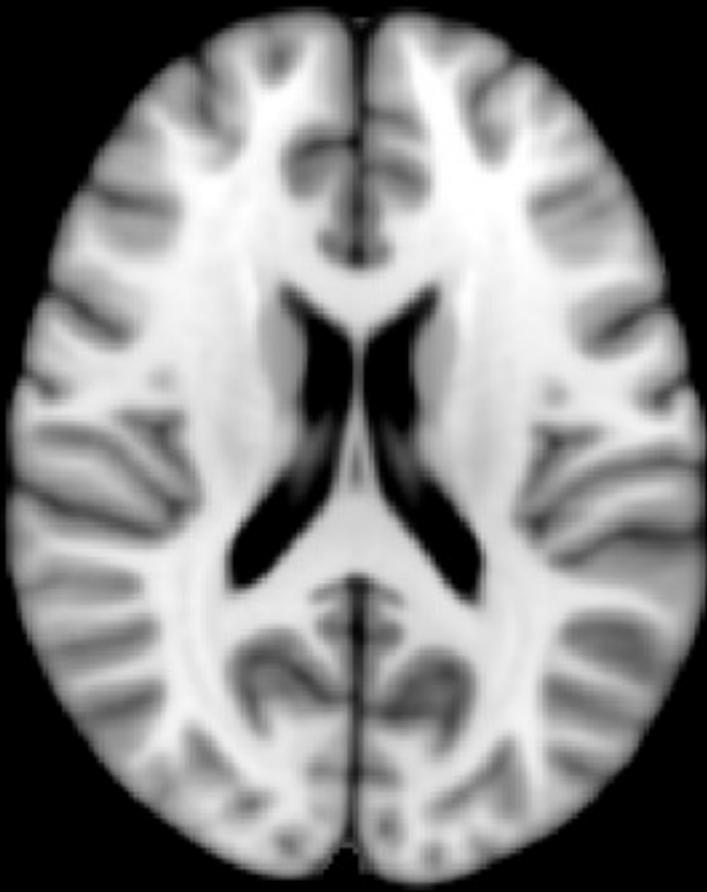
$$Pr(W) \propto \prod_x \boxed{Pr(W(x))} \prod_{i \in N(x)} \boxed{Pr(W(x_i)|W(x), x_i)}$$

Probabilidad de que ese punto tenga esa etiqueta en el atlas

Probabilidad de que ese punto tenga esa etiqueta con respecto al vecindario

[Fischl et al 2002]

Incorporación de Conocimiento



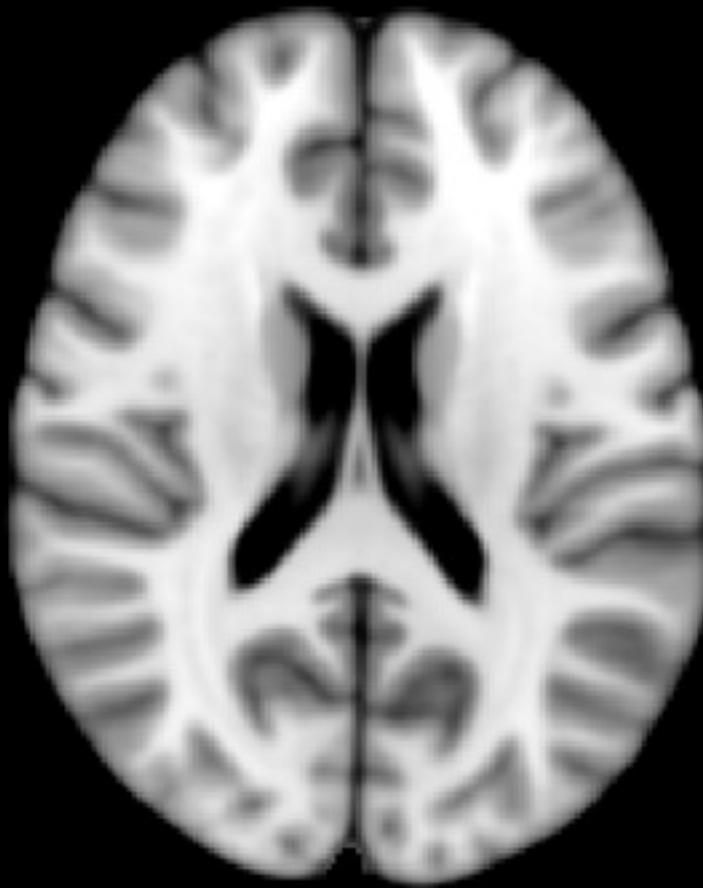
Maximo a Posteriori:

$$Pr(W|I) \propto Pr(I|W)Pr(W) \quad I:\text{Imagen} \quad W:\text{Segmentación}$$

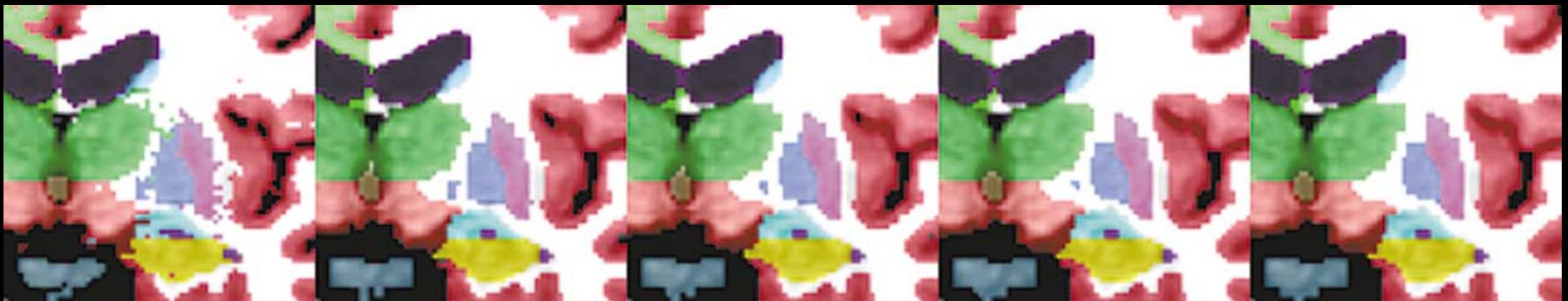
$$W(x) = \arg \max_c \{Pr(W(x) = c|W(x_i), I(x))\}$$
$$W(x) = \arg \max_c \left\{ \begin{array}{l} Pr(I(x)|W(x) = c) \times \\ Pr(W(x) = c) \times \\ \prod_{i \in N(x)} Pr(W(x_i)|W(x) = c, x_i) \end{array} \right\}$$

[Fischl et al 2002]

Incorporación de Conocimiento



$$W(x) = \arg \max_c \left\{ \begin{array}{l} Pr(I(x)|W(x) = c) \times \\ Pr(W(x) = c) \times \\ \prod_{i \in N(x)} Pr(W(x_i)|W(x) = c, x_i) \end{array} \right\}$$



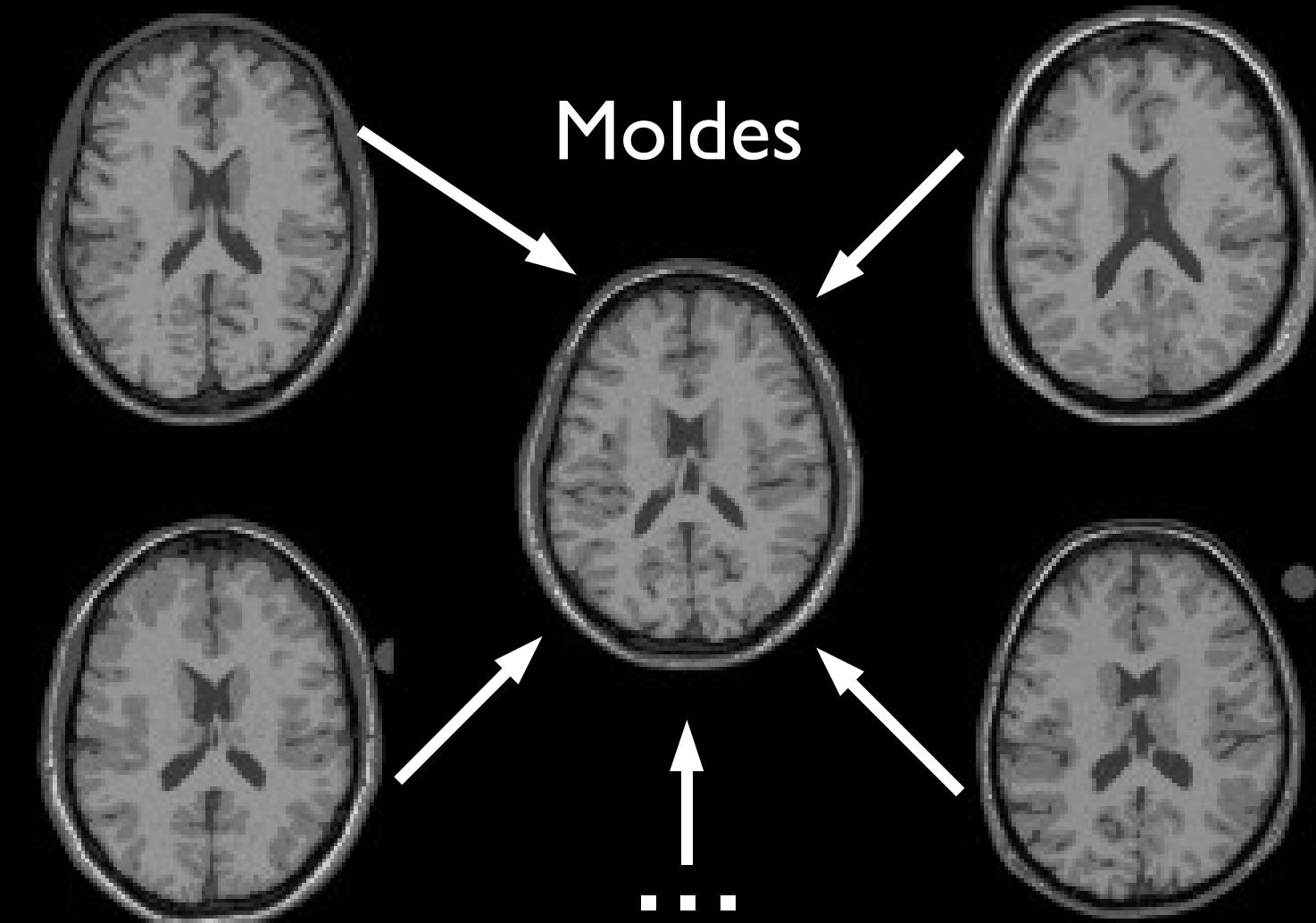
Evolución

[Fischl et al 2002]

Registración

La Registración es Necesaria

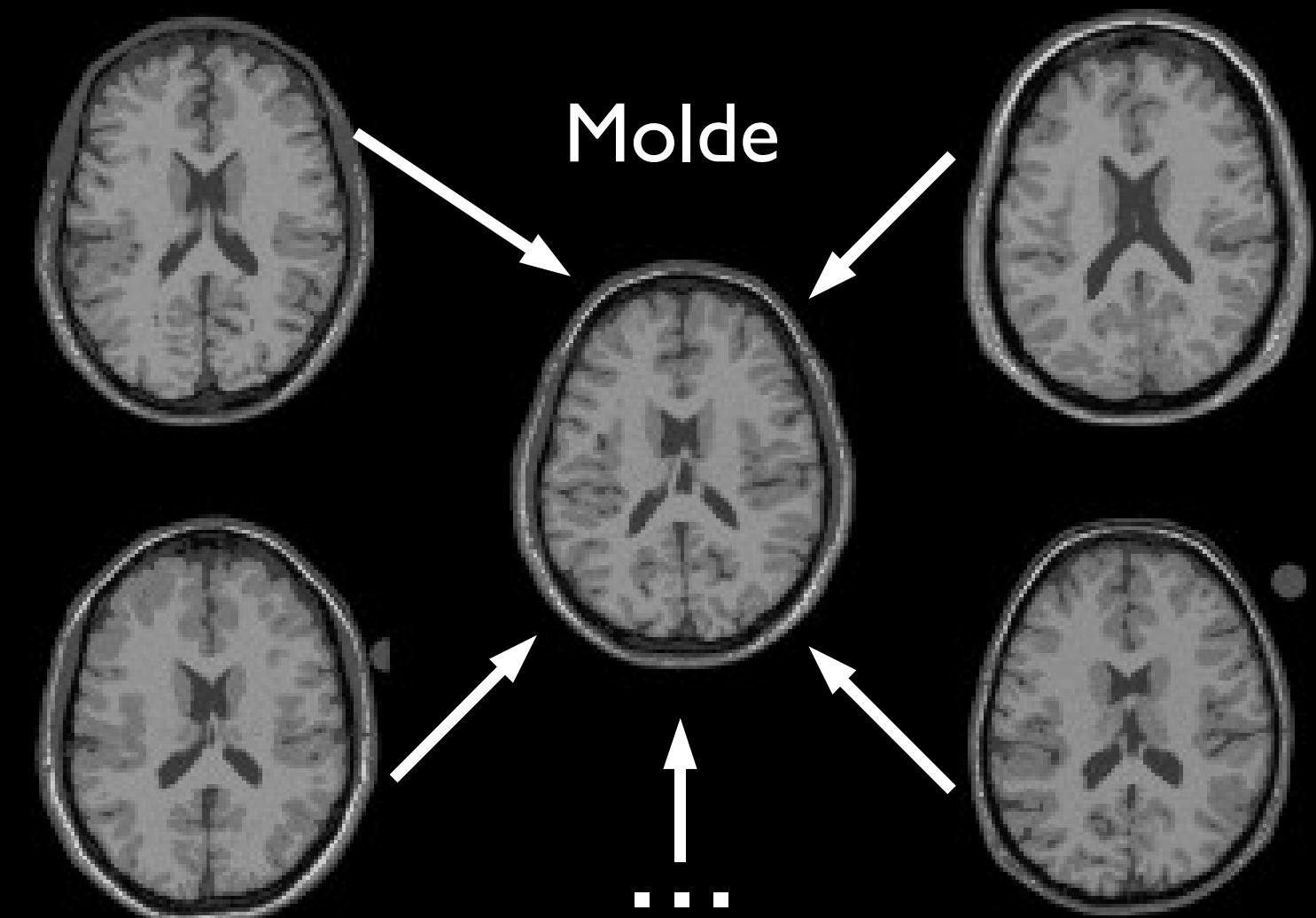
- **Comunicar y comparar datos:** Entre sujetos, a lo largo del tiempo, y en patologías
- **Clasificar Datos:** Usando un atlas o moldes
- **Encontrar Patrones en los datos:** Para inferir estructura o función



Registración

Proceso de Maximización: Busca una deformación que maximice la similaridad entre elementos

Para esto, muchos tipos de deformaciones son posibles



Registración

Proceso de Maximización: Busca una deformación que maximice la similaridad entre elementos

Para esto, muchos tipos de deformaciones son posibles



Rotación



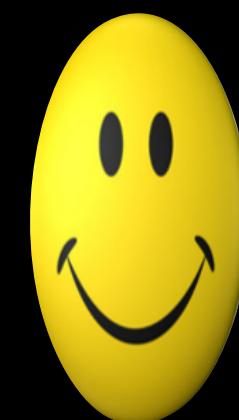
Escalamiento



Registración

Proceso de Maximización: Busca una deformación que maximice la similaridad entre elementos

Para esto, muchos tipos de deformaciones son posibles



Rotación

Escalamiento



Deformable

Evaluación de Técnicas Existentes

