

# Tratamiento de Imágenes Médicas Registración

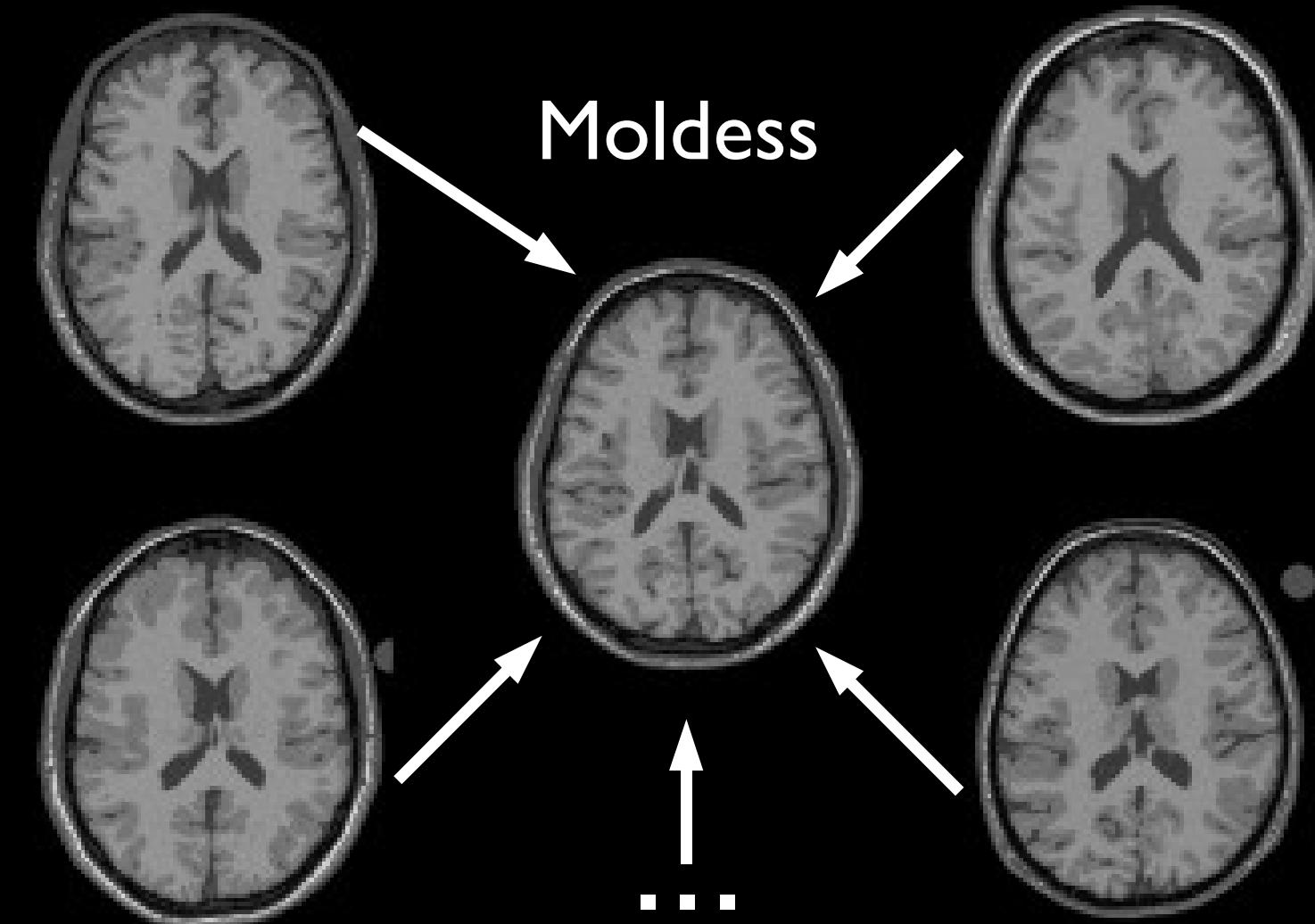
Demián Wassermann

Departamento de Radiología

Harvard Medical School & Brigham and Women's Hospital

# La Registración es Necesaria

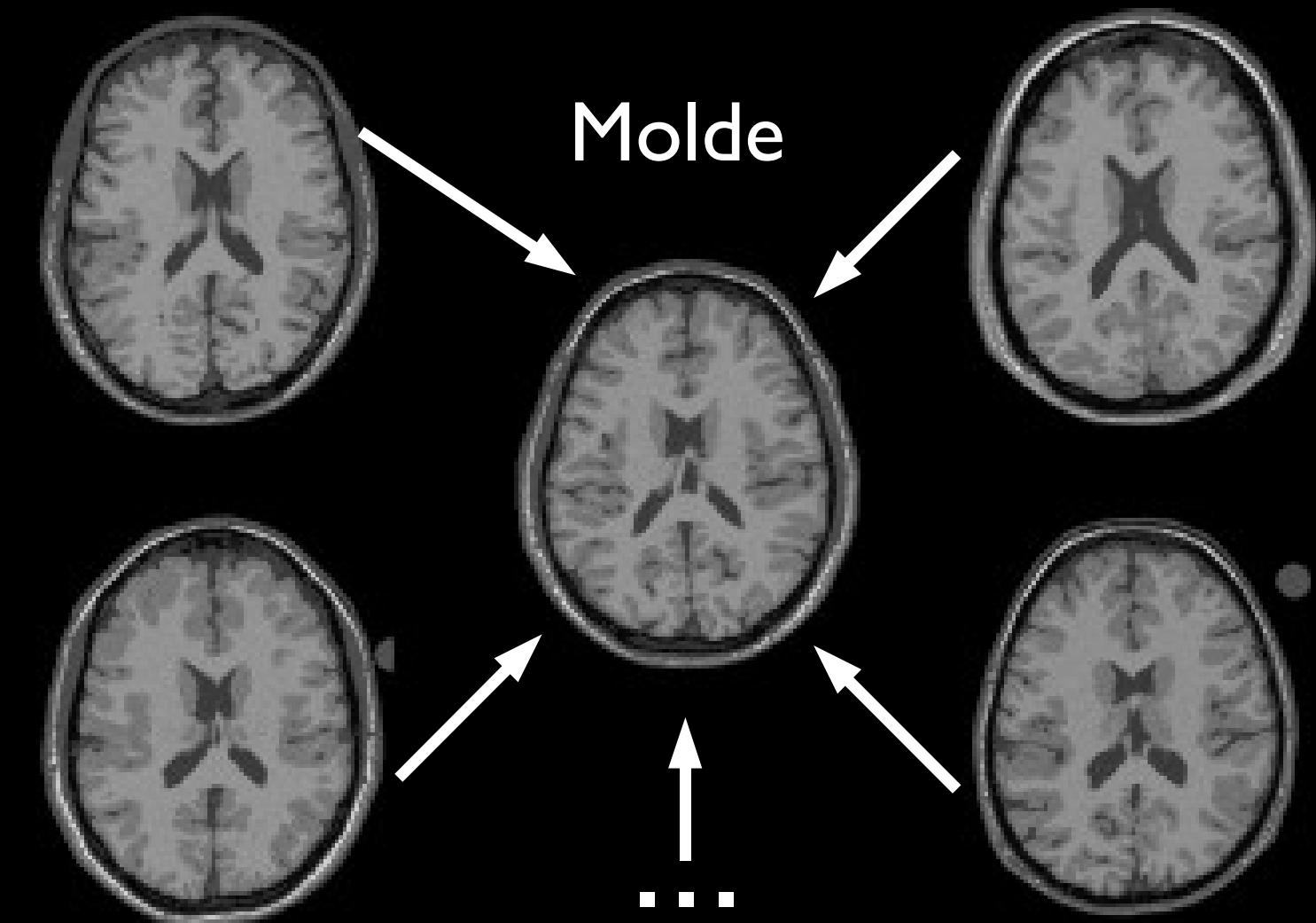
- **Comunicar y comparar datos:** Entre sujetos, a lo largo del tiempo, y en patologías
- **Clasificar Datos:** Usando un atlas o moldes
- **Encontrar Patrones en los datos:** Para inferir estructura o función



# 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

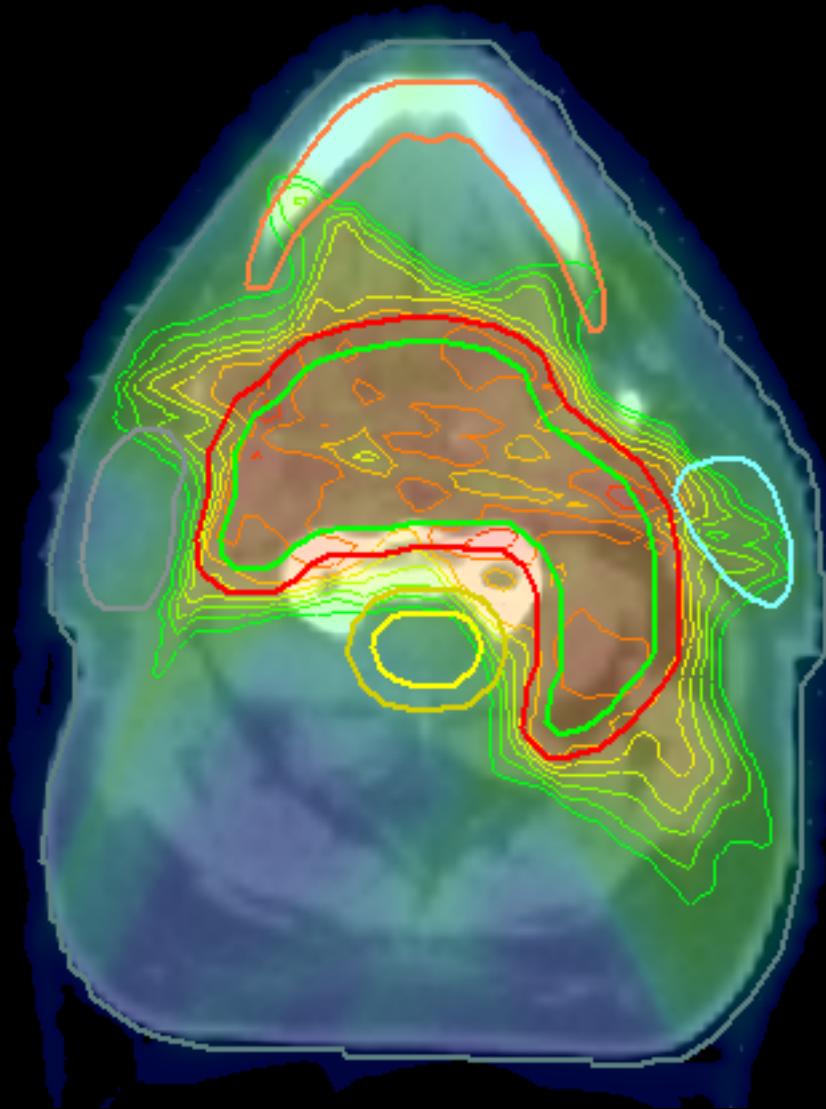


Deformable

# Casos de Uso

- Misma modalidad : Mismo Paciente
  - Seguimiento de la evolución de una enfermedad
  - Procedimientos intra-quirúrgicos
- Diferentes modalidades: Mismo Paciente
  - Fusión de la información
- Misma modalidad: Diferentes Pacientes
  - Construcción de altases
  - Estudios de variabilidad o caracterización de deformaciones anatómicas

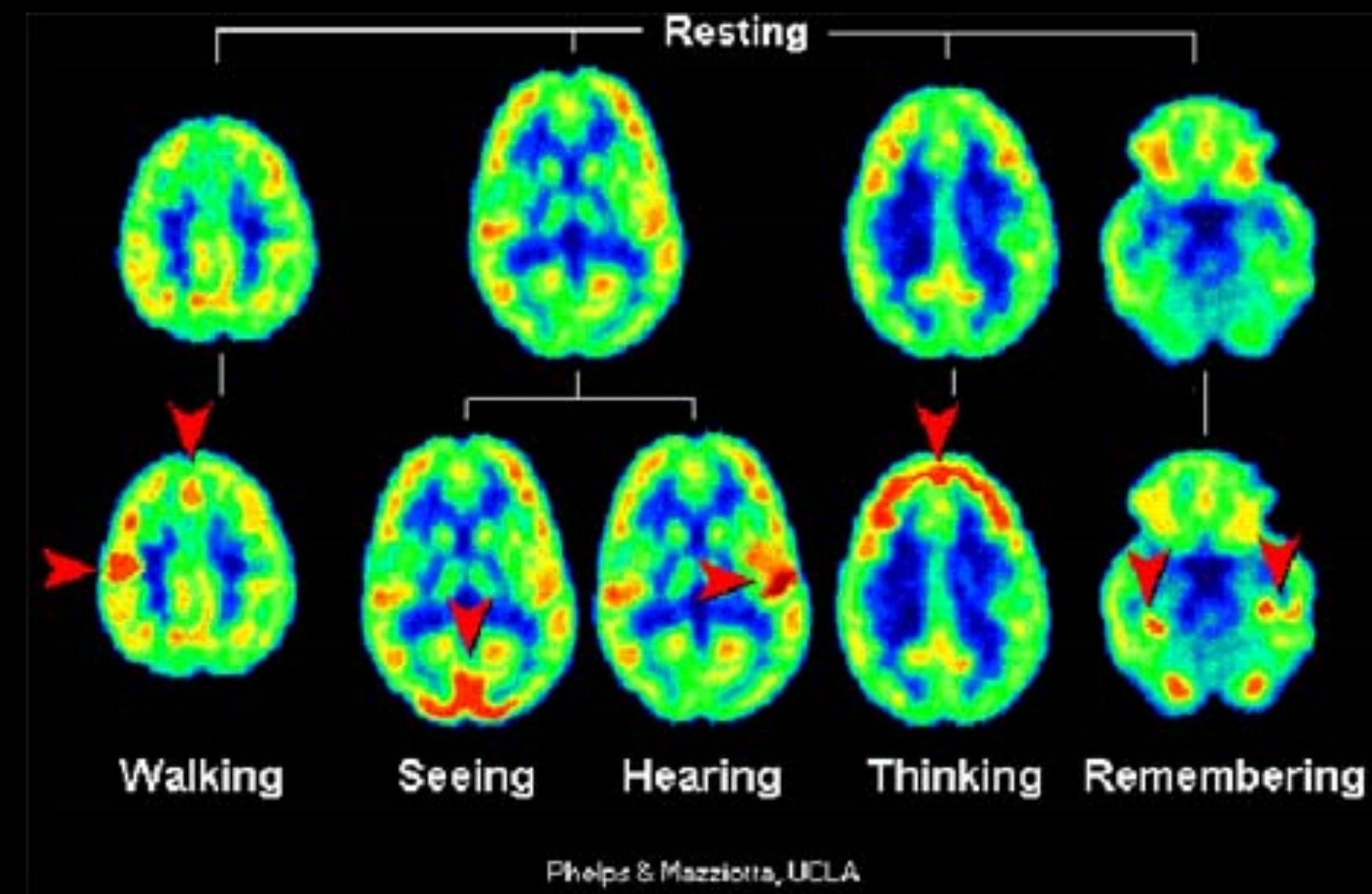
# Aplicaciones



Planeamiento de Radioterapia: Contornos de Isoradiación

[Clase de B Romeny]

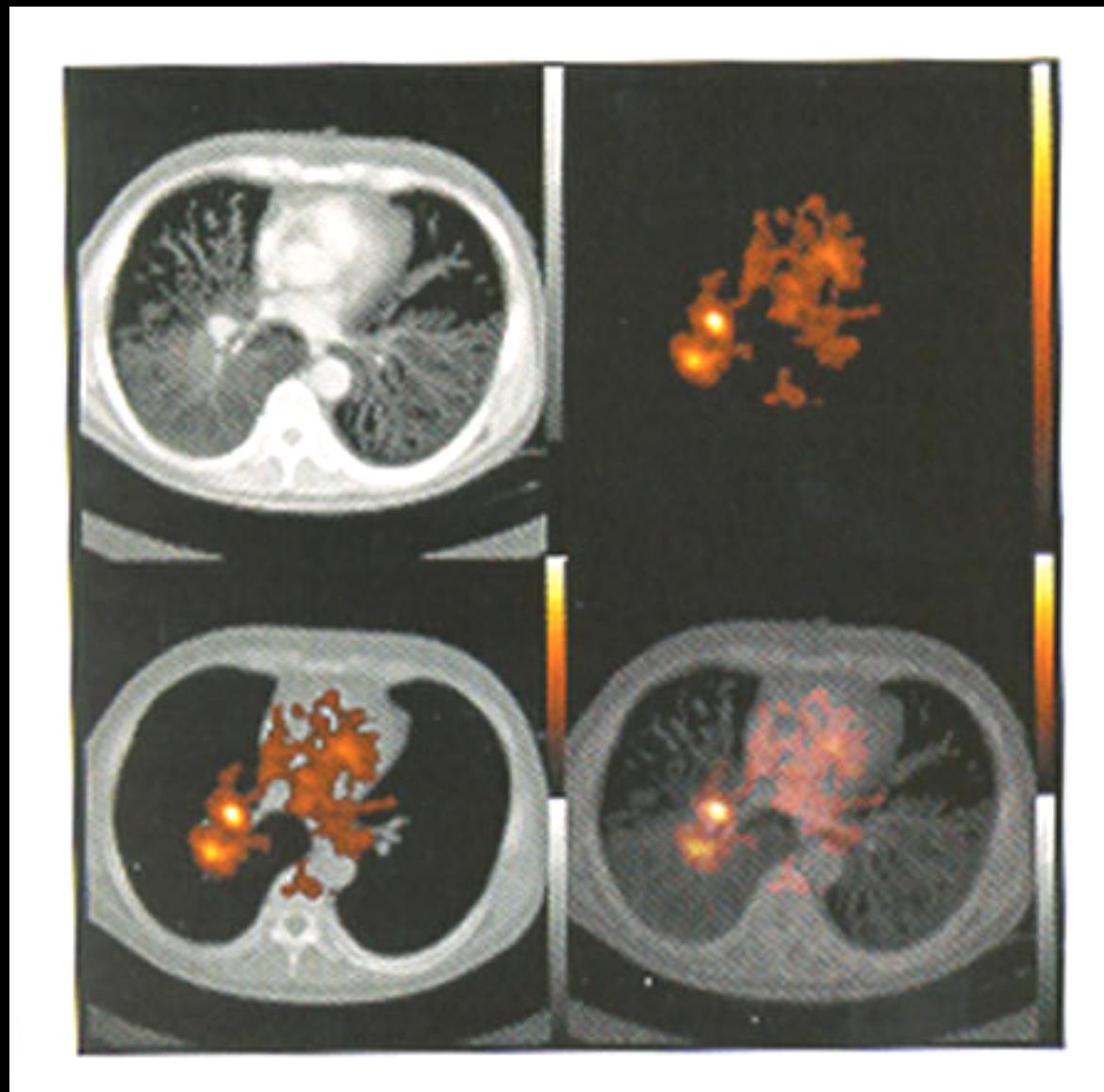
# Aplicaciones



Intra-Paciente, PET-scan. Análisis de áreas de activación cerebral

[Clase de B Romeny]

# Aplicaciones



Fusión de Información PET:CT

[Clase de B Romeny]

# Aplicaciones



1.5 Tesla



0.15 Tesla

Fusion Intra-quirúrgica

[Clase de B Romeny]

# Clasificación de Algoritmos

Dimensionalidad de la Imagen

Bases Geométricas de la  
Registración

Transformaciones Geométricas

Grado de Interacción

Algoritmo de Optimización

Modalidades

Sujetos

Objetos

2D, 3D, tiempo...

Puntos, Marcadores, Imágenes

Afín, Deformable

Inicialización Manual, Automática

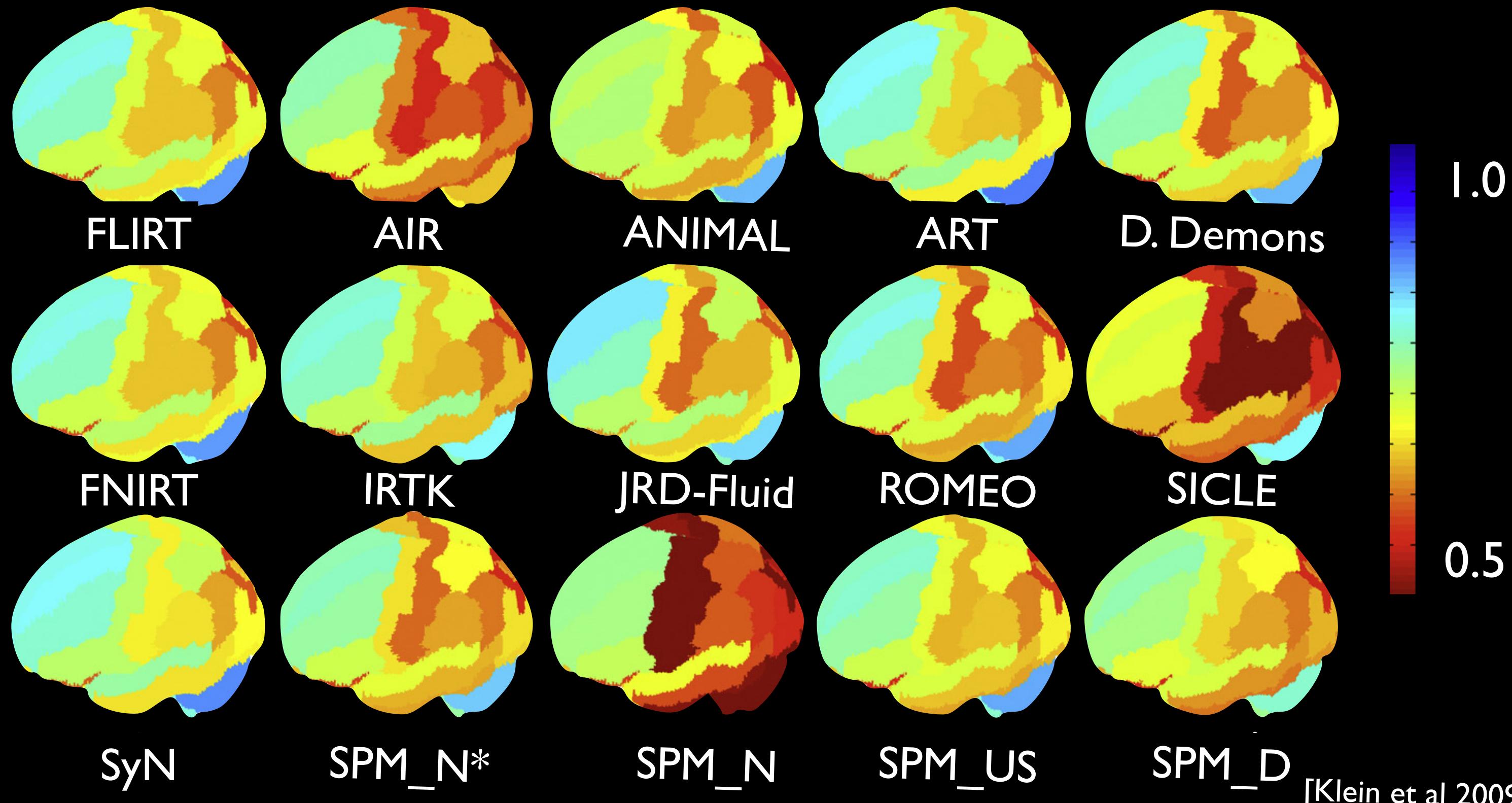
Gradiente conjugado, Global

Multi-modal, intra-modal

Inter-sujeto, intra-sujeto

Cabeza, vértebras, hígado

# Evaluación de Técnicas Existentes



# Transformaciones

Translaciones de  $t_x$  y  $t_y$

$$x_I = a x_0 + b y_0 + t_x$$

$$y_I = c x_0 + d y_0 + t_y$$

Rotaciones de  $\theta$  radianes

$$x_I = \cos(\theta) x_0 + \sin(\theta) y_0$$

$$y_I = -\sin(\theta) x_0 + \cos(\theta) y_0$$

Escalamiento de  $s_x$  y  $s_y$

$$x_I = s_x x_0$$

$$y_I = s_y y_0$$

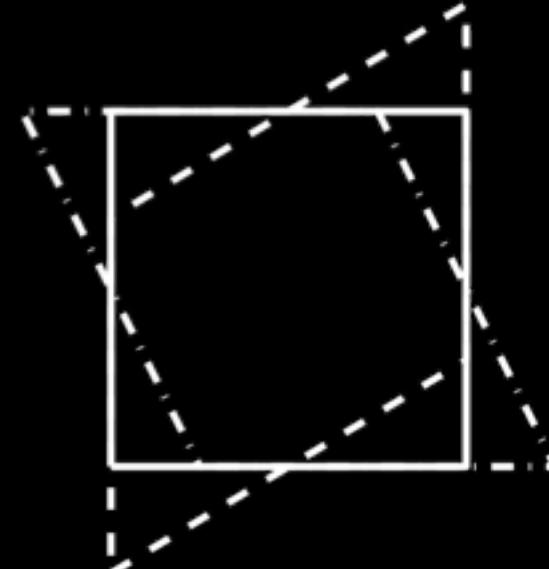
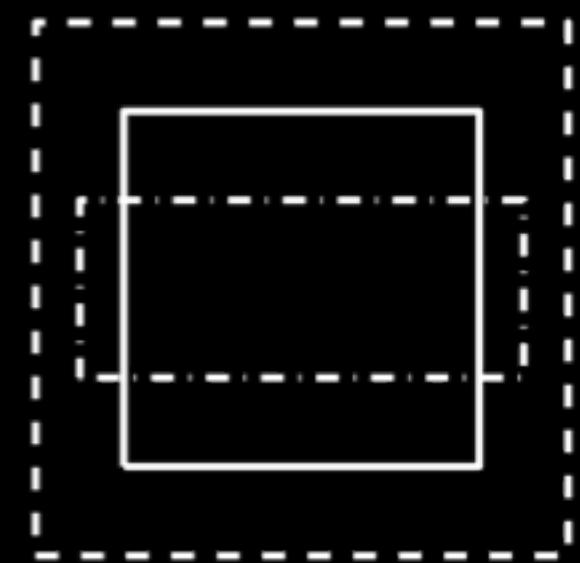
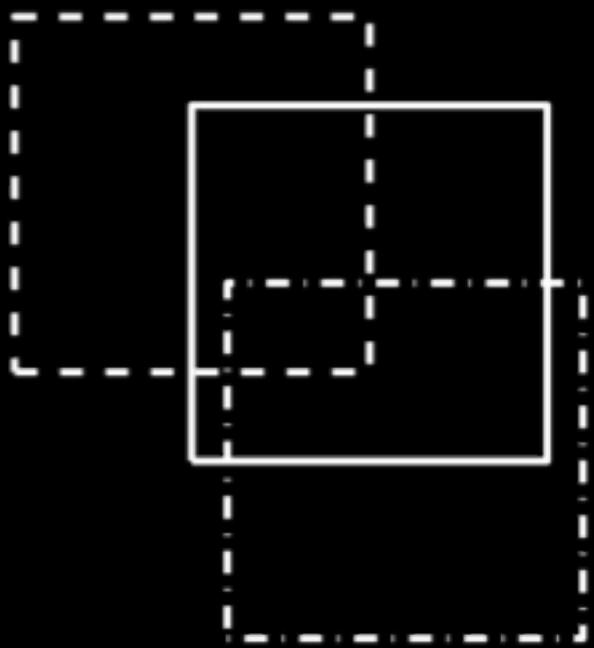
Cizalladura de  $h$

$$x_I = x_0 + h y_0$$

$$y_I = y_0$$

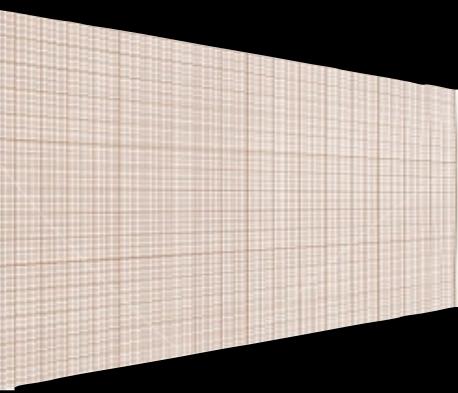
Deformable

<http://www.dt.org/html/meshwarp.html>

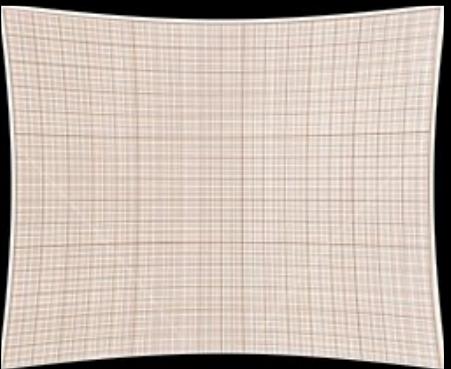


# Transformaciones

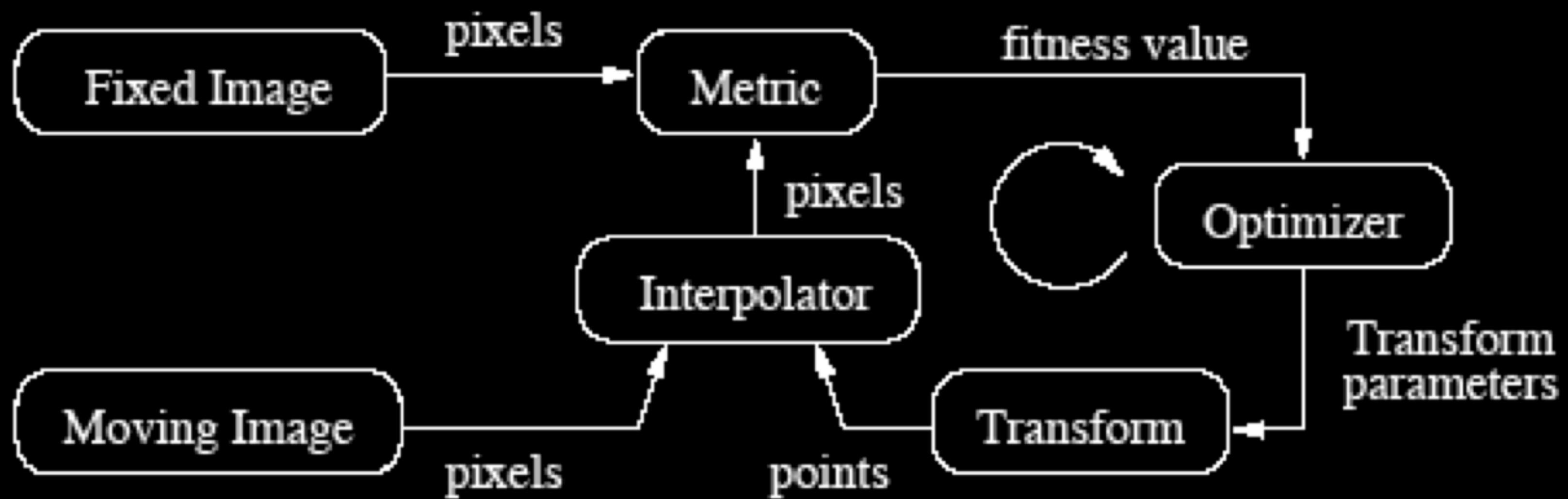
Lineales



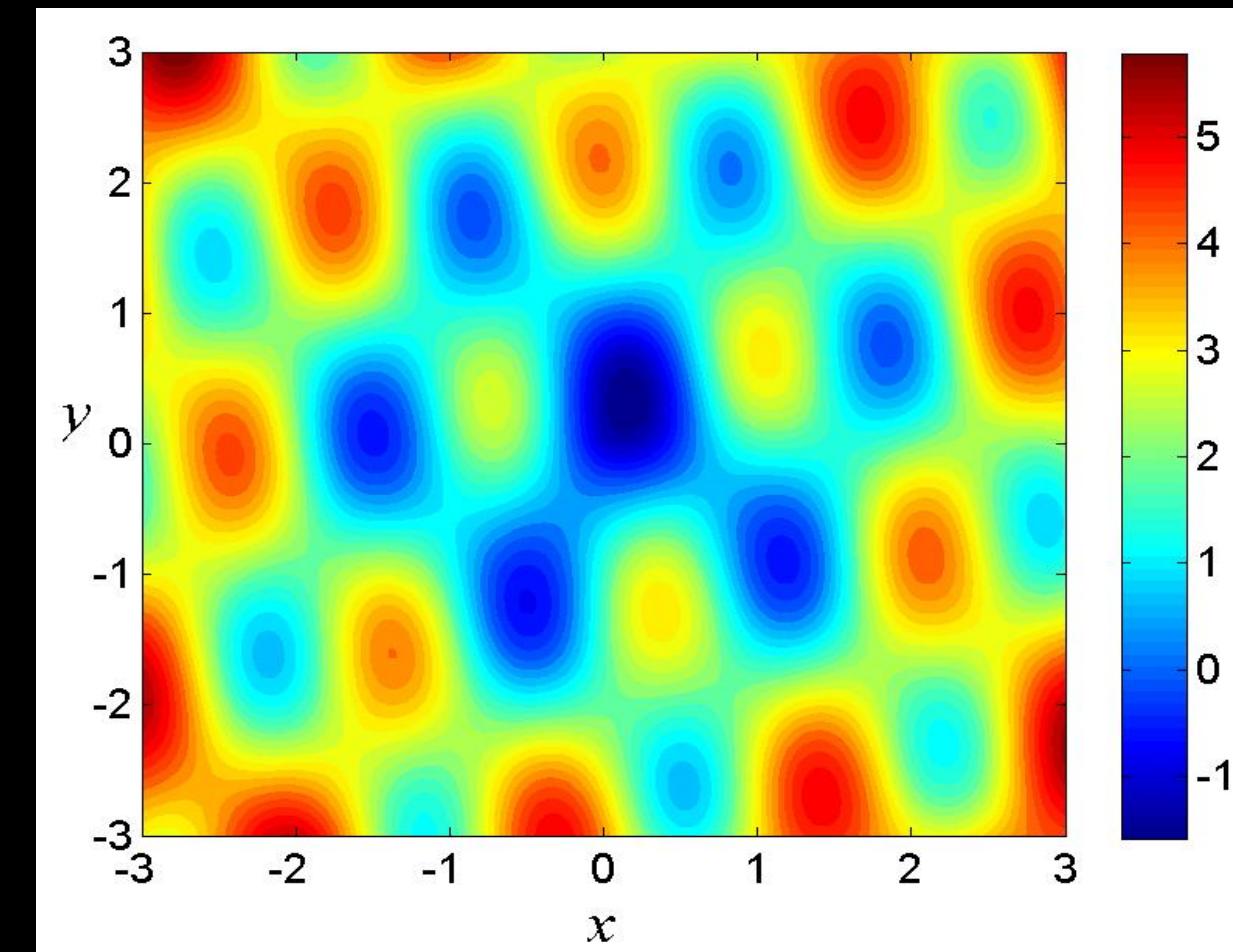
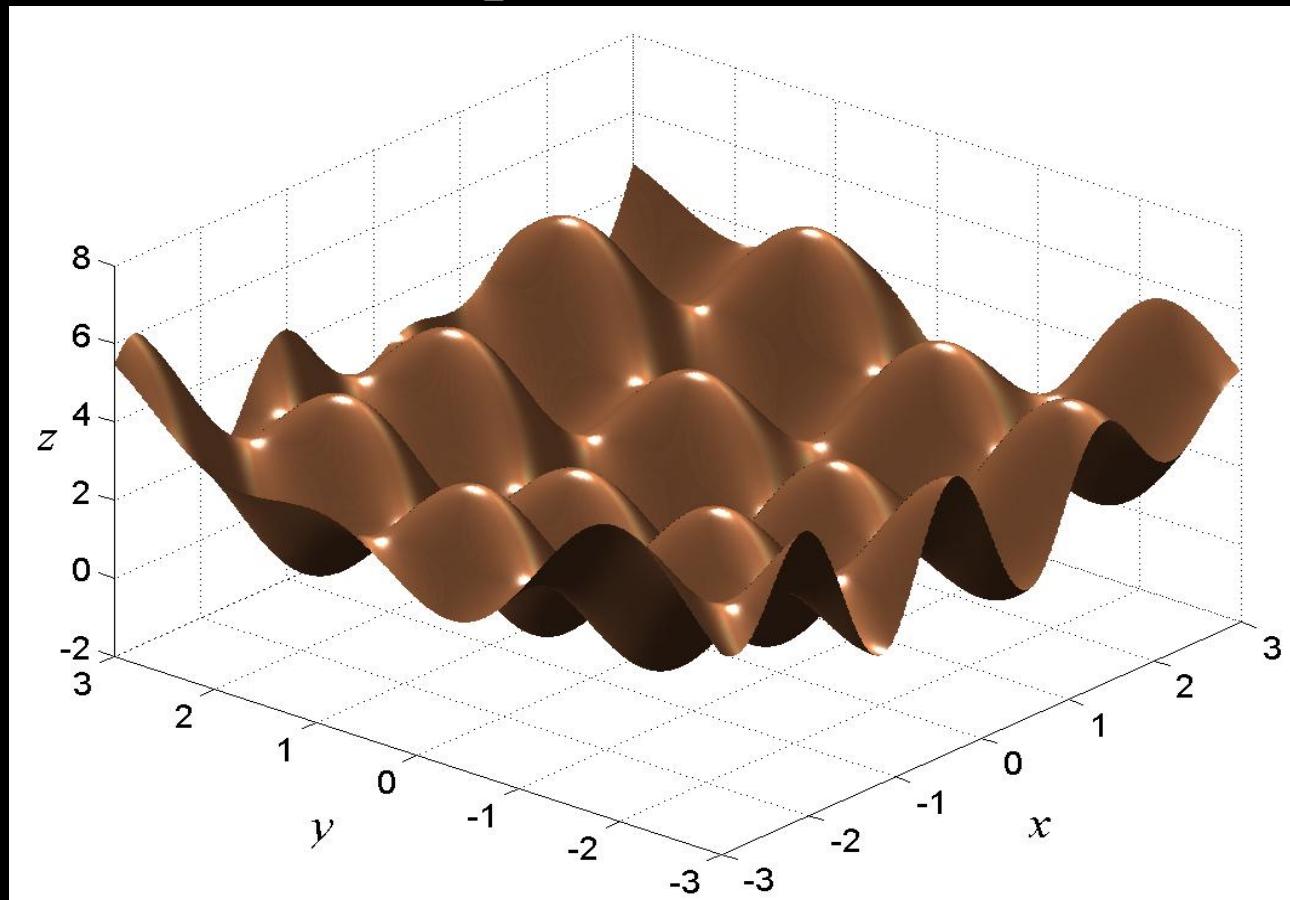
No-Lineales o Deformables



# Esquema de Optimización (ITK)



# Optimización Numérica

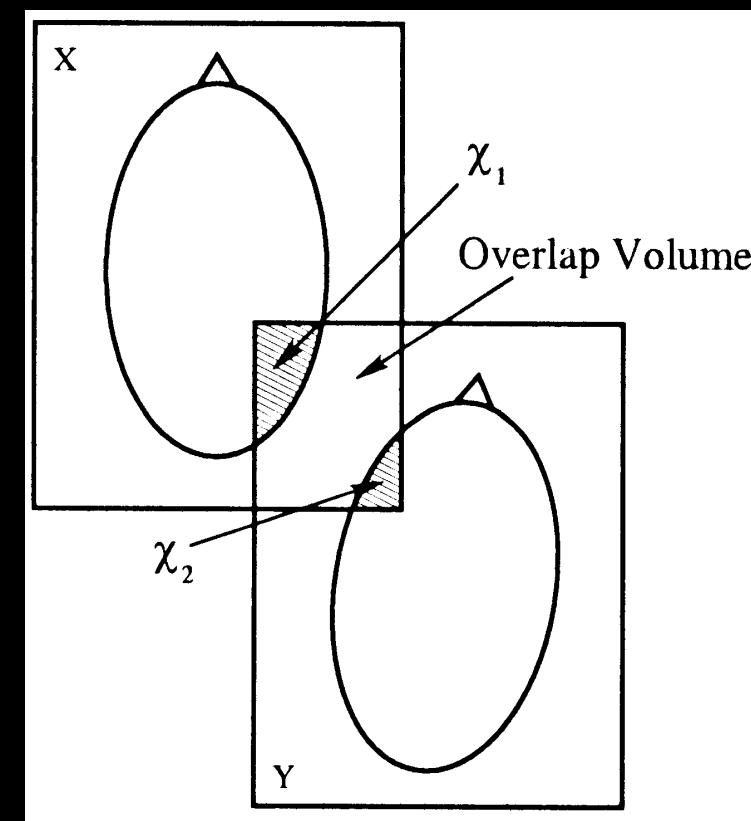
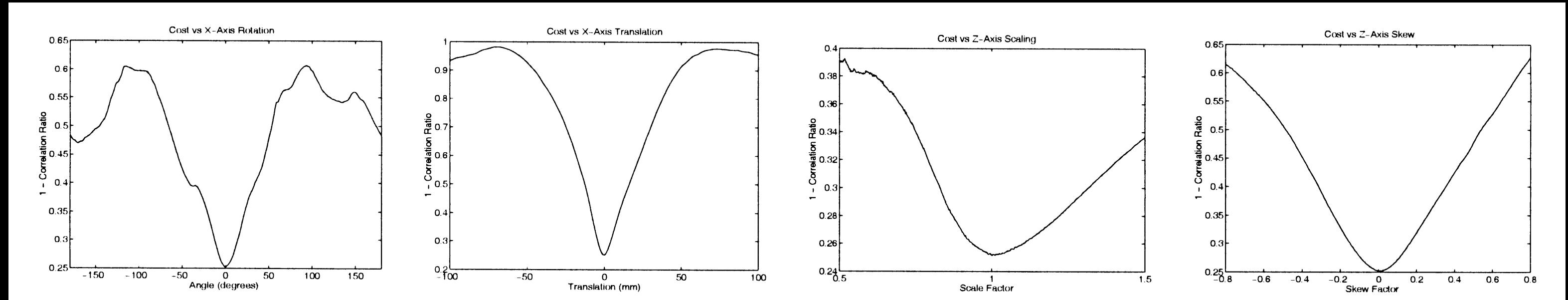


# Métricas

Cost function	Definition	Minimum	Maximum
$C^W$	$\sum_k \frac{n_k}{N} \frac{\sqrt{\text{Var}(Y_k)}}{\mu(Y_k)}$	0	$\infty$
$C^{CR}$	$\frac{1}{\text{Var}(Y)} \sum_k \frac{n_k}{N} \text{Var}(Y_k)$	0	1
$C^{JE}$	$H(X, Y)$	0	$\infty$
$C^{MI}$	$H(X, Y) - H(X) - H(Y)$	$-\infty$	0
$C^{NMI}$	$\frac{H(X, Y)}{H(X) + H(Y)}$	0	1

[Jenkinson et al 2001]

# Costo vs Transformación



[Jenkinson et al 2001]

# Transformaciones Deformables

- Modelos Físicos
  - Elasticidad Lineal
  - Fluido Viscoso
  - Flujo Óptico
- Expansiones de Funciones Base
  - Funciones Radiales
  - B-Splines
  - Onditas
- Restricciones
  - Consistencia Inversa
  - Preservación de Topología
  - Difeomorfismo