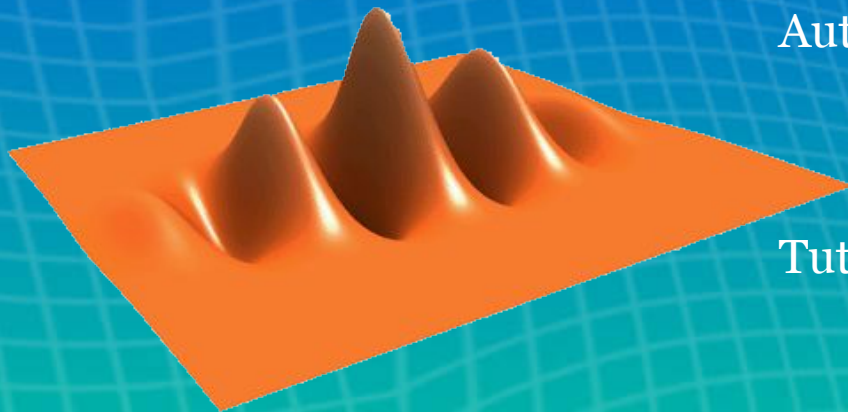


# Segmentación No Supervisada de Textura en Imágenes utilizando el Método Mean Shift y los Descriptores de Gabor y Wavelet de Gabor



Autor:           Osmanys Alonso Guerra  
Facultad de Matemática y Computación,  
Universidad de La Habana.

Tutores:       M.Sc. Ing. José Luis Gil Rodríguez  
Lic. Alain Ramírez Cabrejas  
Centro de Aplicaciones de Tecnologías  
Avanzadas (CENATAV)



# Objetivos

- Estudiar el algoritmo Mean Shift para la segmentación no supervisada de textura en imágenes.
- Estudiar el filtrado de Gabor multicanal y Wavelets de Gabor multicanal para obtener espacios de representación multispectral de descriptores de textura.
- Desarrollar parte de una plataforma para la evaluación de algoritmos de segmentación de textura en imágenes con elementos de Procesamiento Digital de Imágenes.



# Introducción

Prepro-  
cesamiento

Extrac-  
ción  
de  
Rasgo

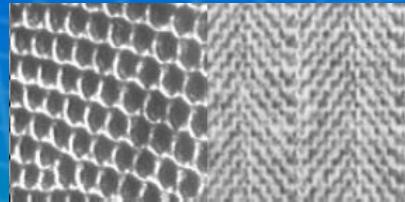
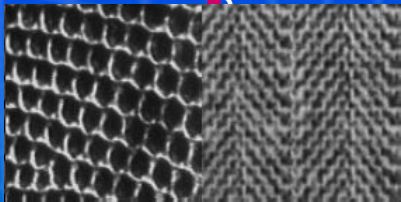
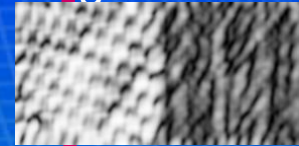


Imagen Original

Procesamiento

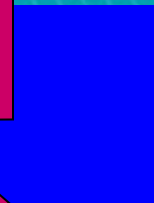


- Filtrado de Gabor
- Filtrado de Wavelet de Gabor

Imagen Resultante

- Segmentación basada en el Mean Shift

Segmentación



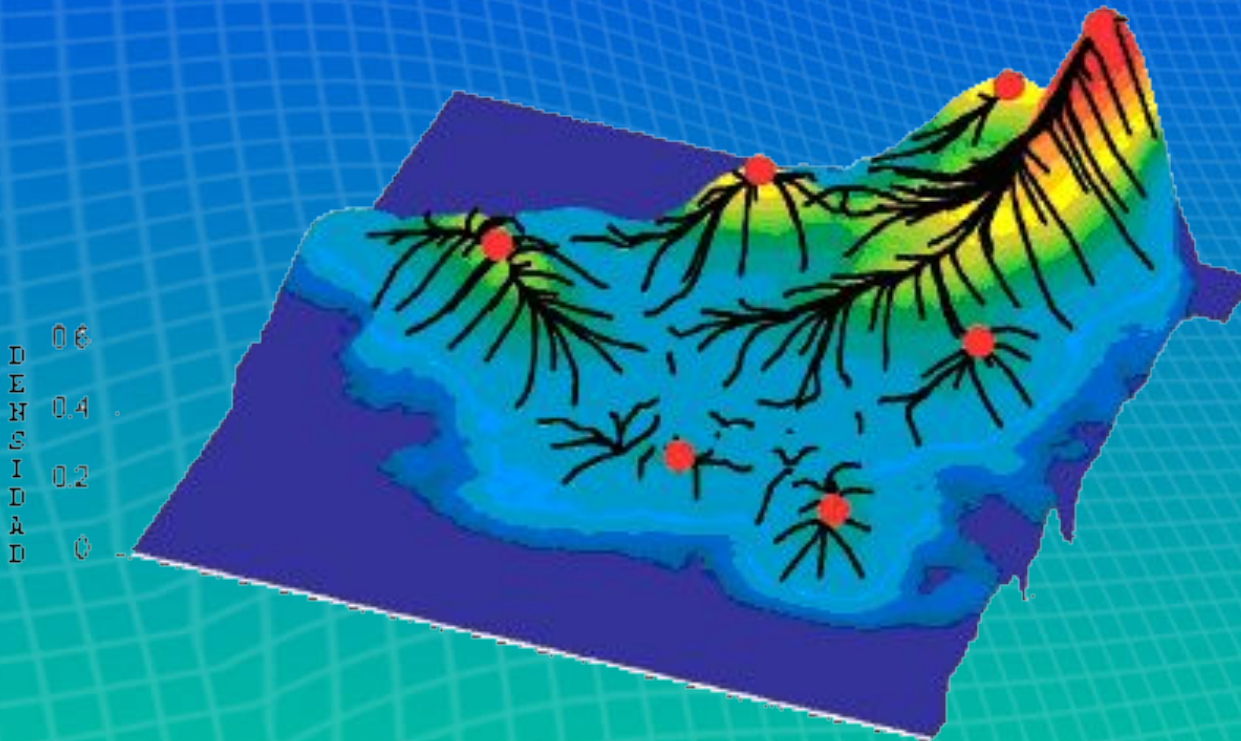


# Algoritmo de Segmentación Mean Shift



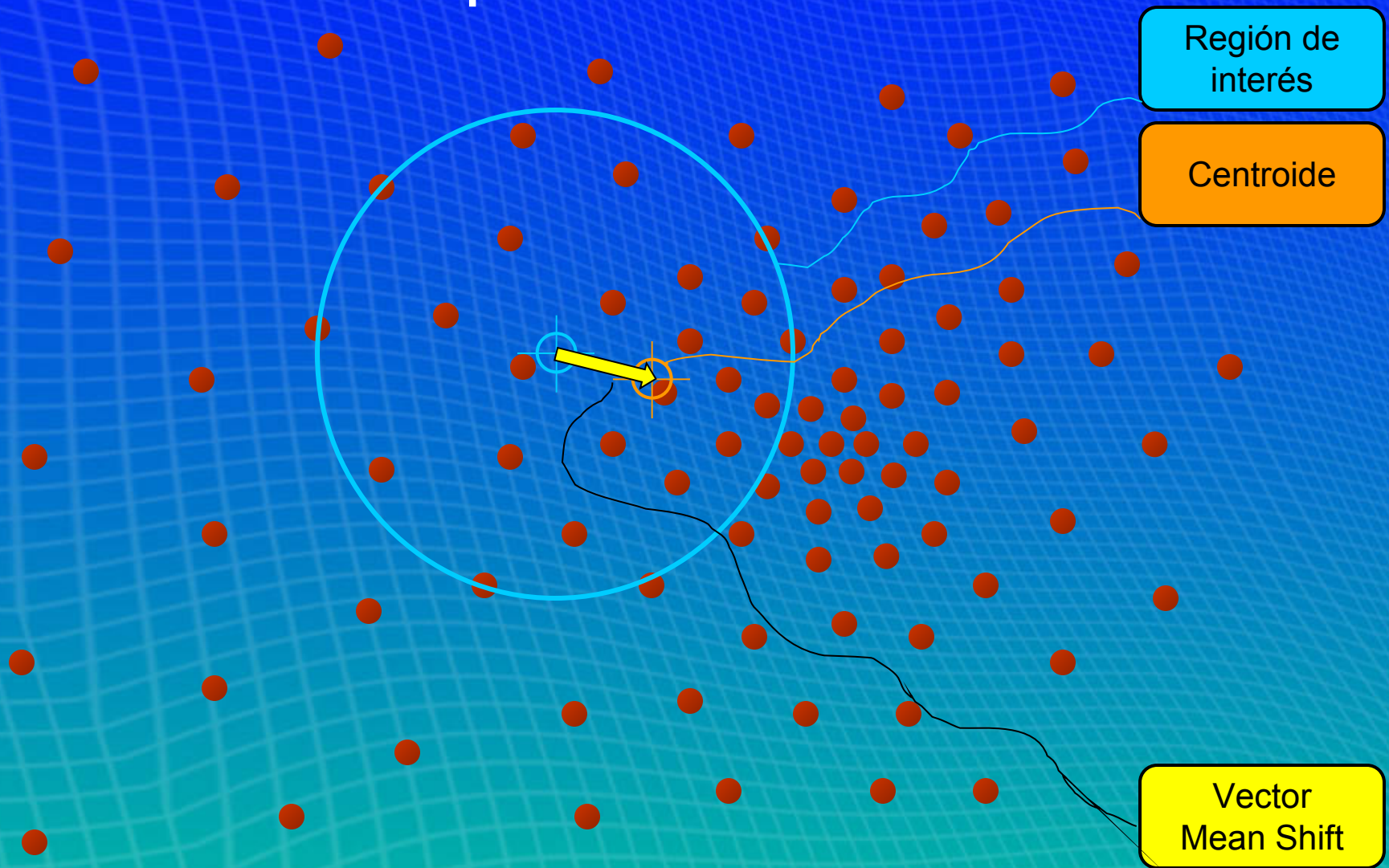
# ¿ Qué es el Mean Shift ?

- Método para detectar las *modas* de un espacio de puntos





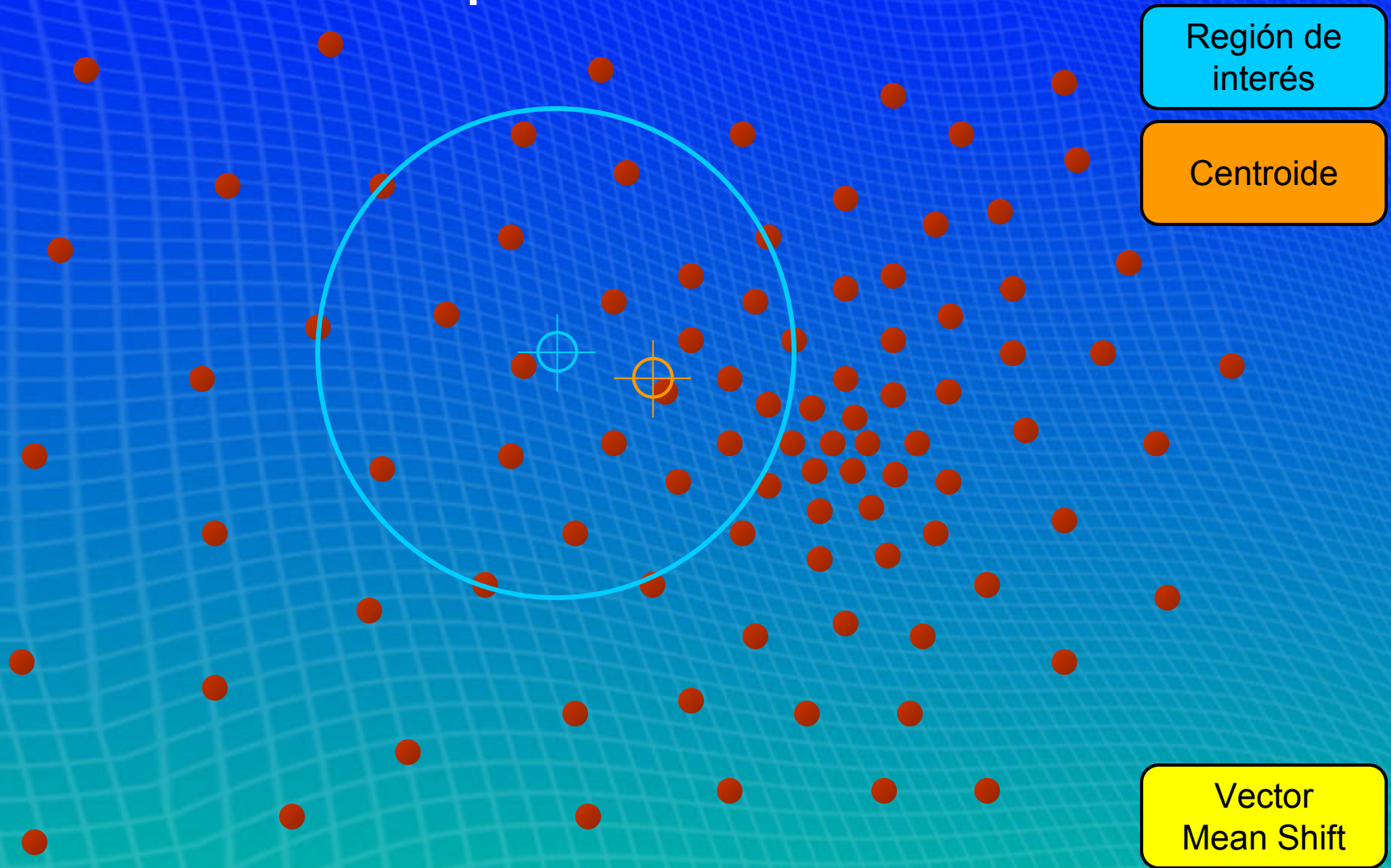
# Descripción Intuitiva



Objetivo: Encontrar la región más densa



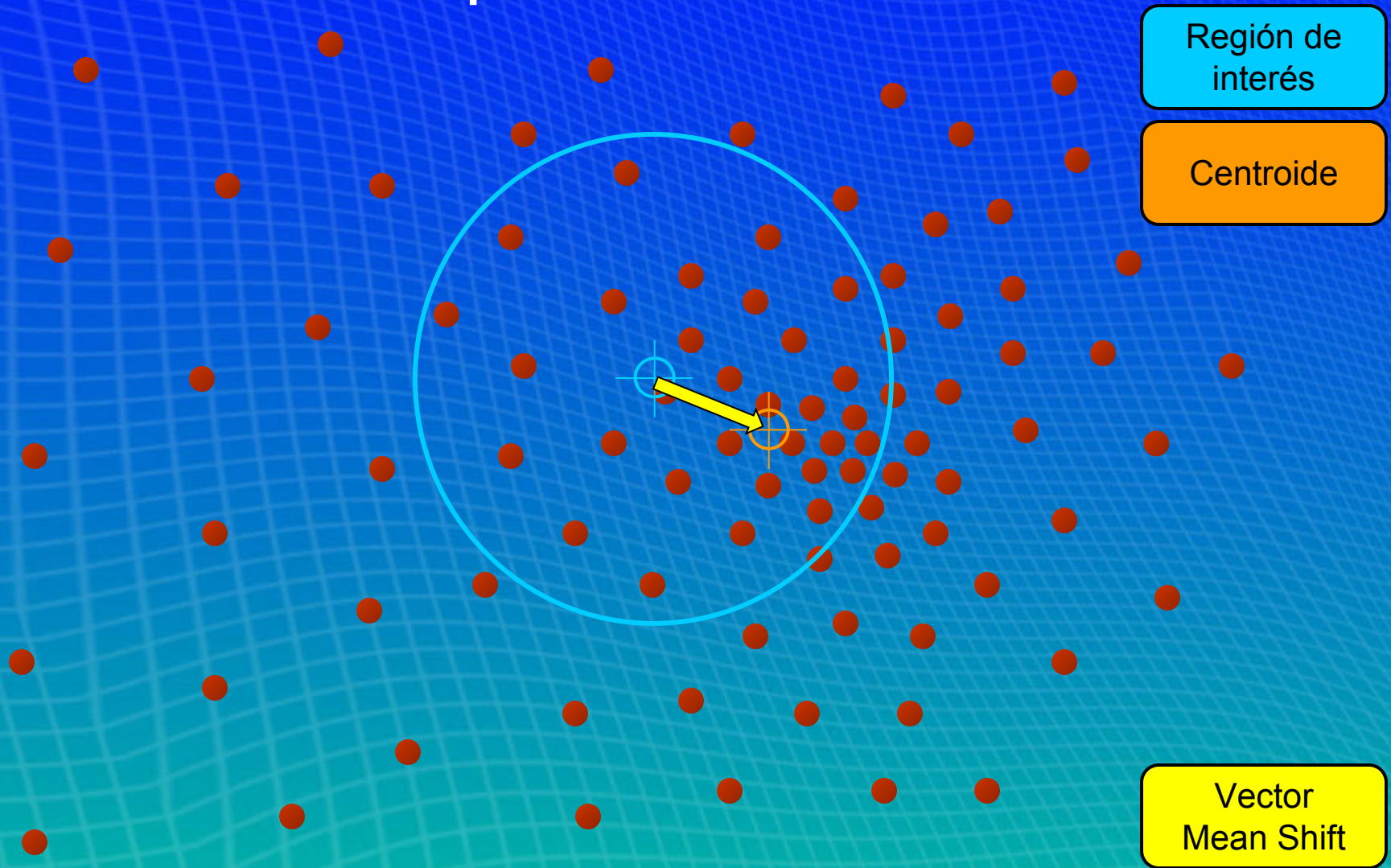
# Descripción Intuitiva



Objetivo: Encontrar la región más densa



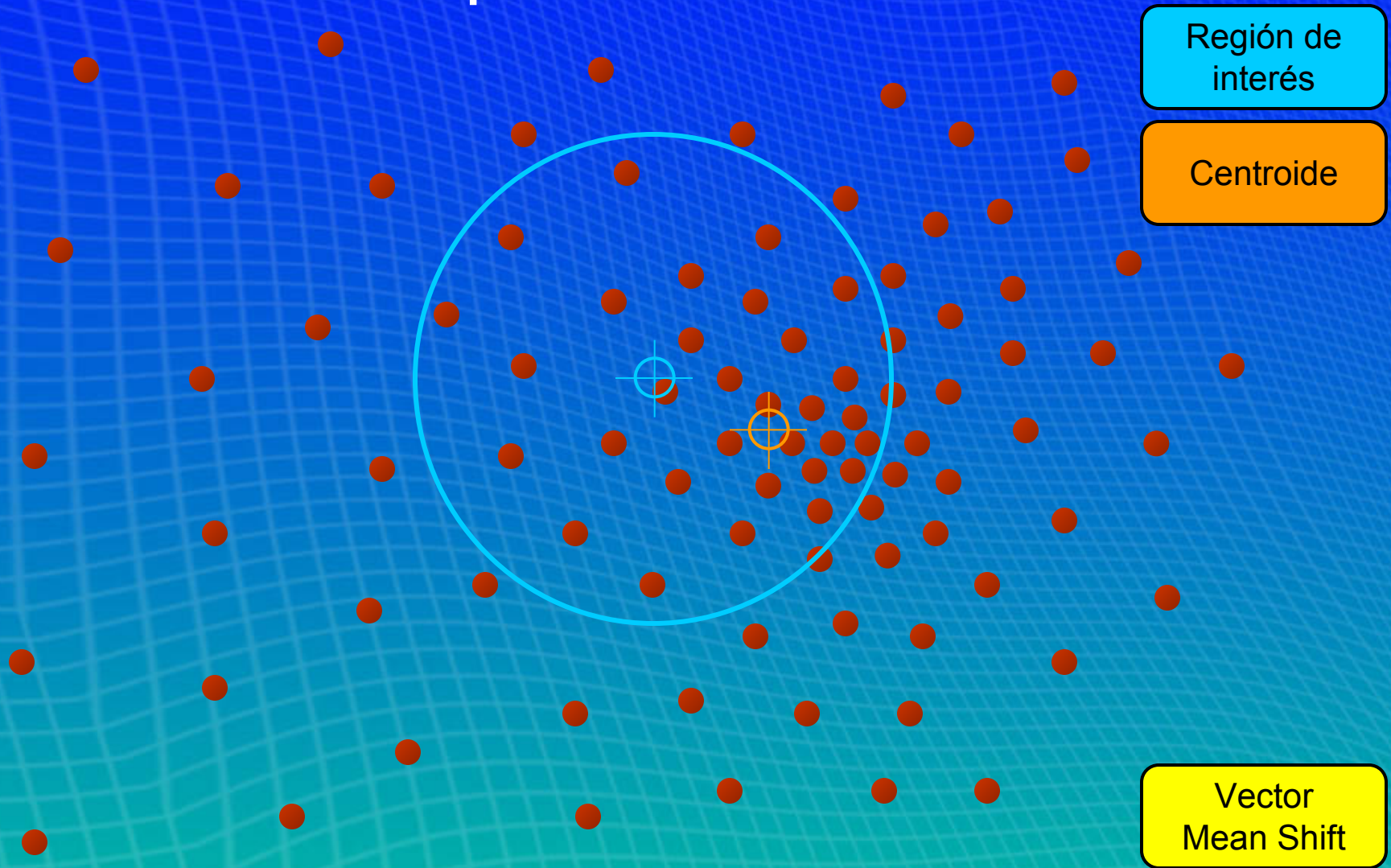
# Descripción Intuitiva



Objetivo: Encontrar la región más densa



# Descripción Intuitiva



Objetivo: Encontrar la región más densa



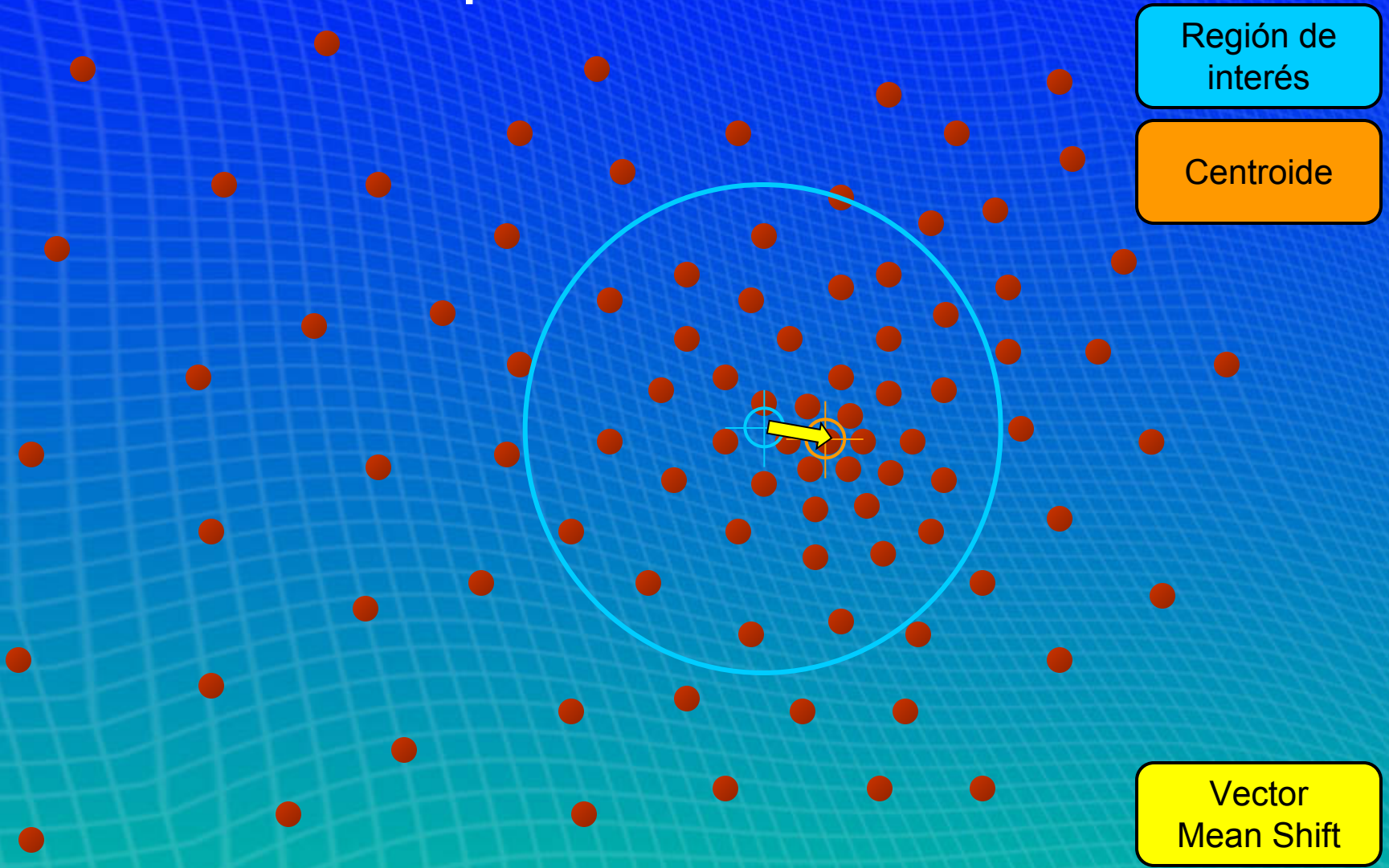
# Descripción Intuitiva

Región de  
interés

Centroide

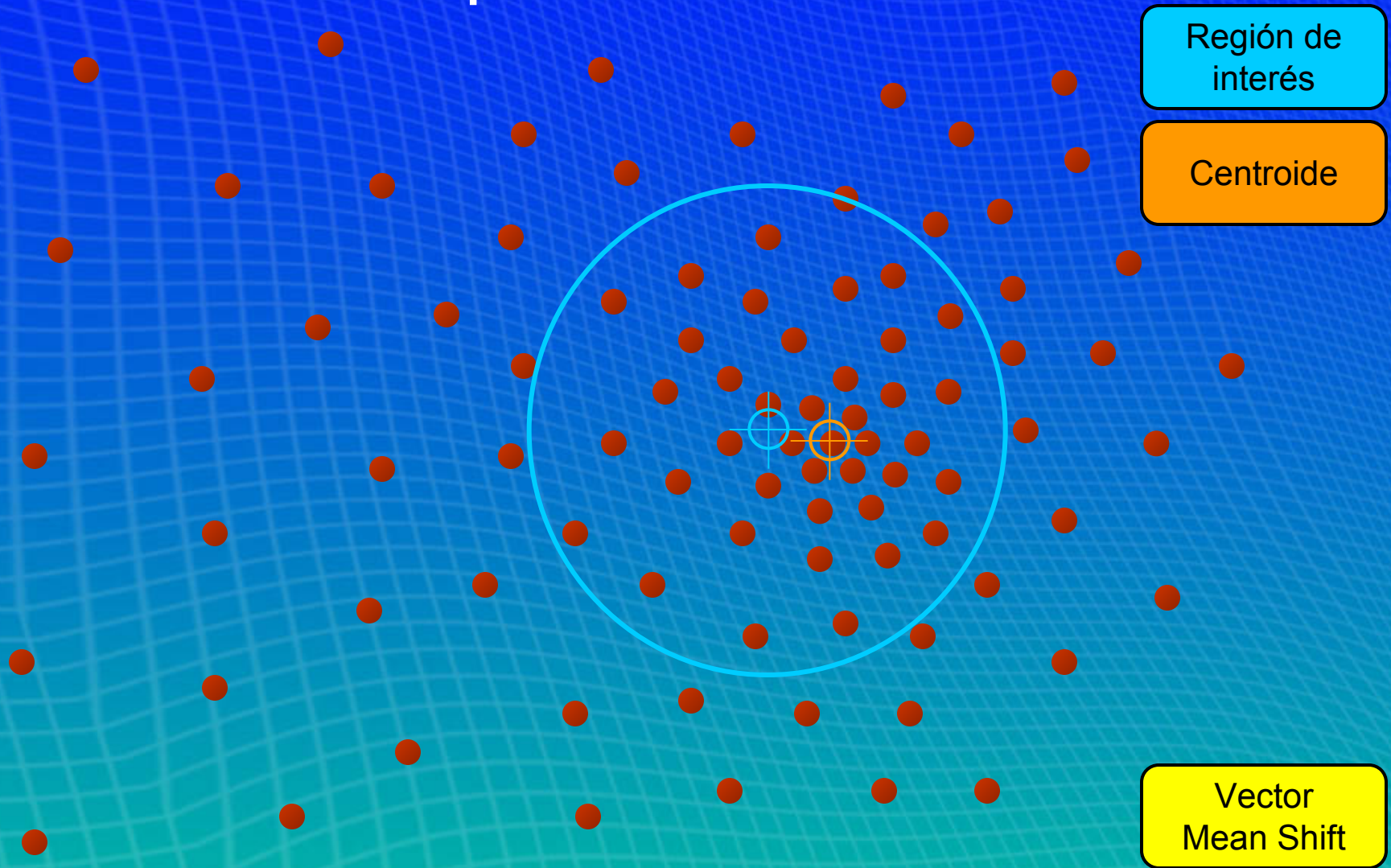
Vector  
Mean Shift

Objetivo: Encontrar la región más densa





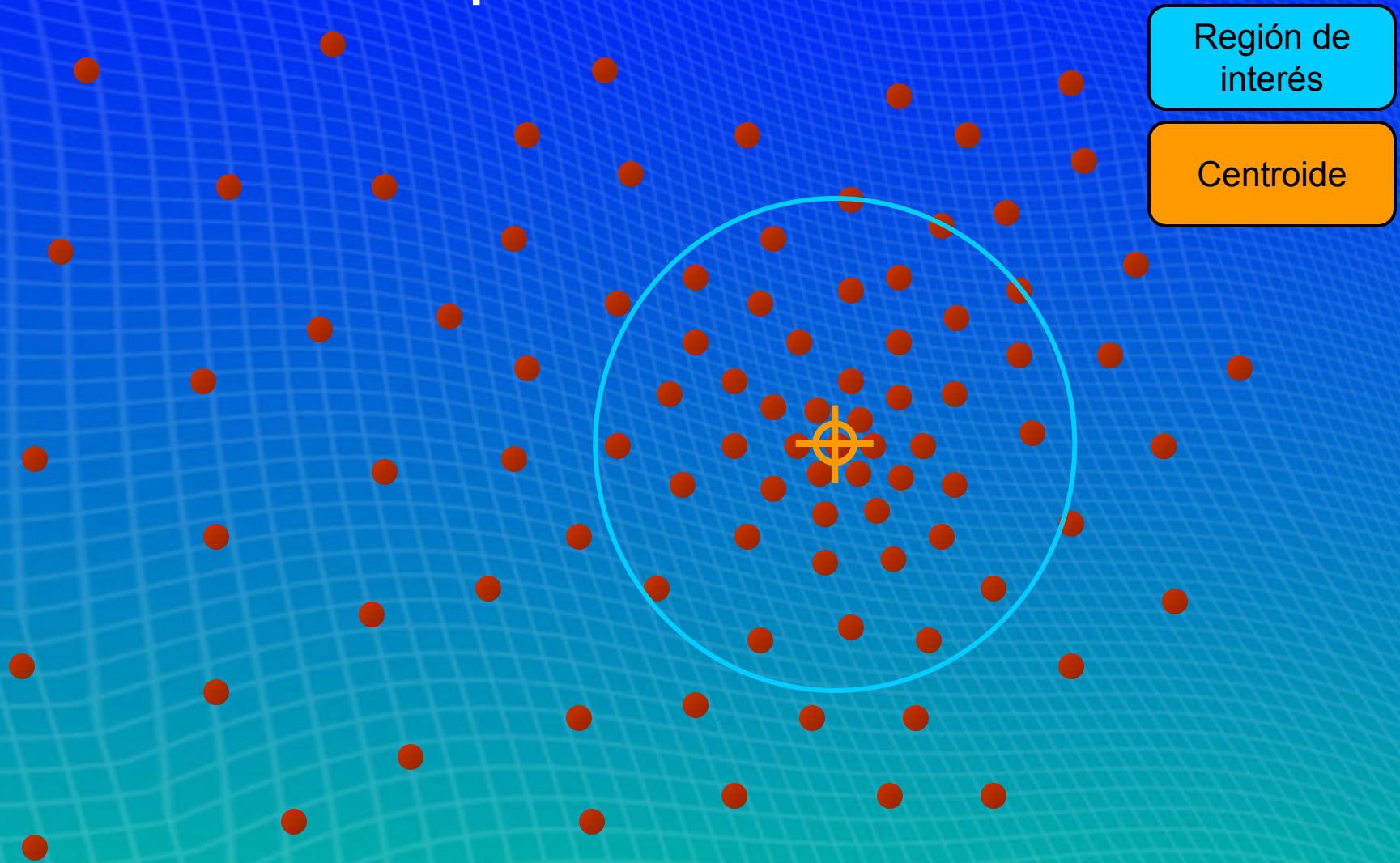
# Descripción Intuitiva



Objetivo: Encontrar la región más densa



# Descripción Intuitiva



Objetivo: Encontrar la región más densa



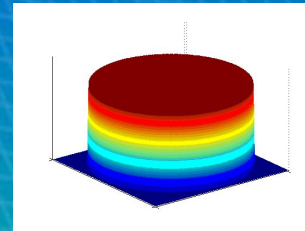
# Procedimiento Mean Shift

➤ Calcular el vector mean shift:

$$\mathbf{m}(\mathbf{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i g\left(\frac{\|\mathbf{x} - \mathbf{x}_i\|}{h}\right)}{\sum_{i=1}^n g\left(\frac{\|\mathbf{x} - \mathbf{x}_i\|}{h}\right)} - \mathbf{x}$$

Tamaño de la ventana

$$g_{\text{UNIFORME}}(\mathbf{x}) = \begin{cases} 1 & \|\mathbf{x}\| \leq 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

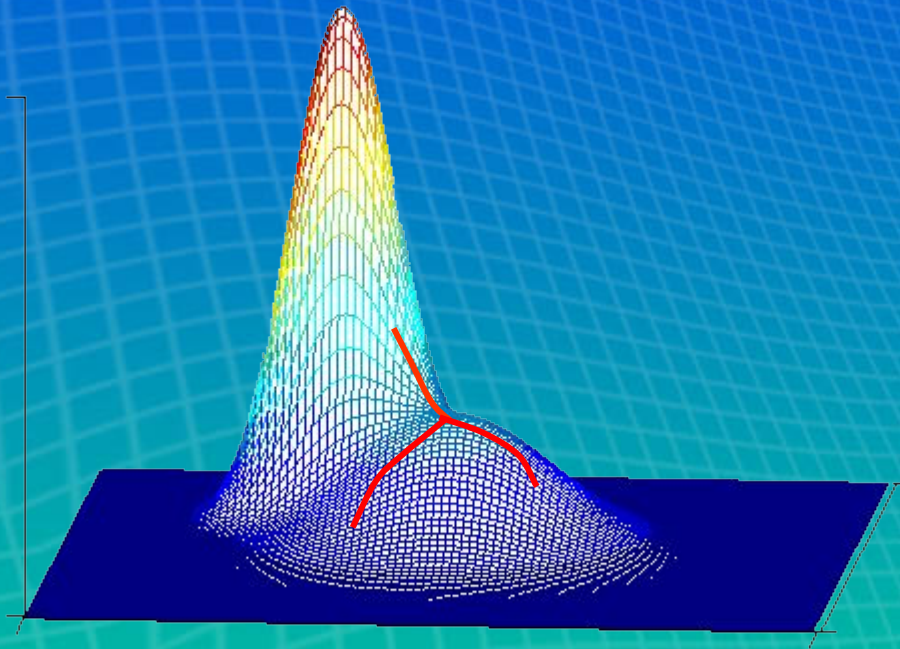


➤ Trasladar la ventana hacia  $\mathbf{m}(\mathbf{x})$



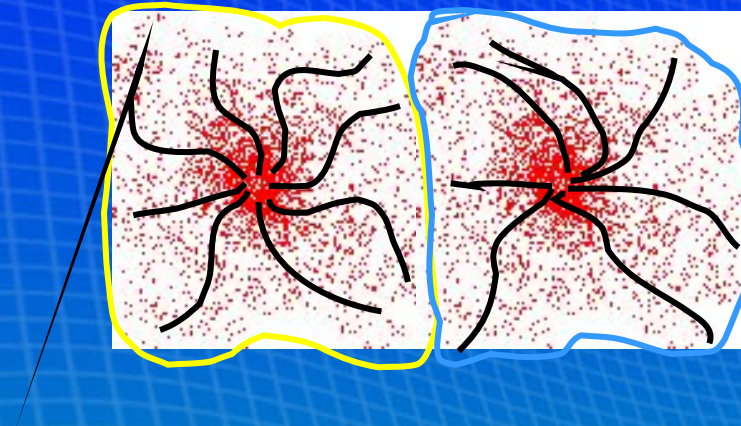
# Procedimiento Mean Shift

- Correr el procedimiento *Mean Shift* sobre todo el espacio para encontrar los puntos modas.
- Podar esos puntos para retener solo los máximos locales de la función de densidad.





# Segmentación

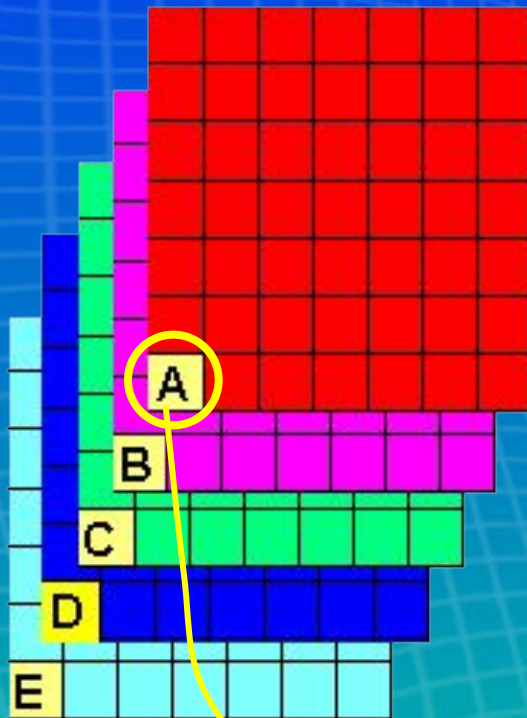


- Cuenca de atracción : La región para la cual todas las trayectorias convergen a la misma moda
- Región : Todos los puntos de la *cuenca de atracción* de una moda



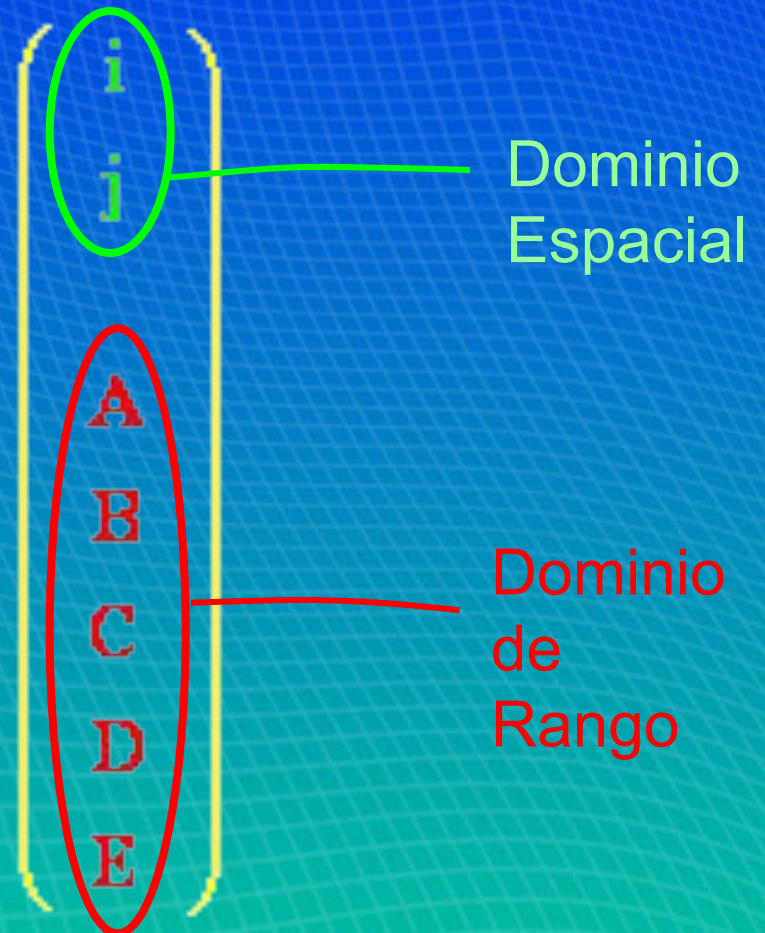
# Segmentación

Espacio de Rasgos



Posición (i, j)

Dominio Rango-Espacial





# Segmentación

- Vector mean shift en el dominio rango-espacial:

$$\mathbf{m}(\mathbf{x}) = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i g\left(\frac{\|\mathbf{x}^r - \mathbf{x}_i^r\|^2}{h_r}\right) g\left(\frac{\|\mathbf{x}^s - \mathbf{x}_i^s\|^2}{h_s}\right)}{\sum_{i=1}^n g\left(\frac{\|\mathbf{x}^r - \mathbf{x}_i^r\|^2}{h_r}\right) g\left(\frac{\|\mathbf{x}^s - \mathbf{x}_i^s\|^2}{h_s}\right)} - \mathbf{x} \right]$$

Componentes del Dominio de Rango  
Componentes del Dominio Espacial

Tamaño de la ventana  
del Dominio de Rango del Dominio Espacial



# Segmentación

## Algoritmo:

- Correr el procedimiento Mean Shift sobre el dominio rango-espacial.
- Obtener la *cuenca de atracción* de las modas.
- Mezclar las regiones que están mas cercanas que el tamaño de la ventana (  $y^{h_s}$  )  $h_r$
- Opcional: Podar las regiones con área menor que un parámetro *minRegion*.

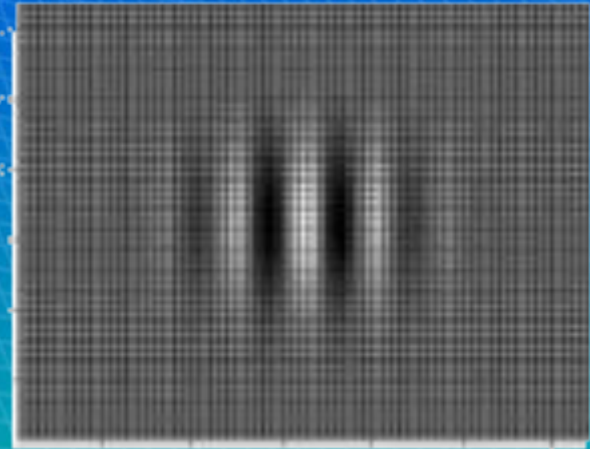
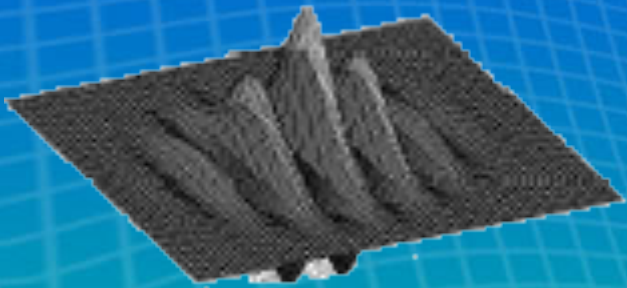


# Descriptor de Textura de Gabor



# Filtro de Gabor

- Es un filtro lineal, aproximadamente de pasa-banda.





# Filtro de Gabor

## ➤ Transformada de Gabor

$$r(x, y) = \iint_{\Omega} I(\xi, \eta) g(x - \xi, y - \eta) d\xi d\eta$$

$$g_{\lambda, \Theta, \varphi}(x, y) = e^{-\frac{(x'^2 + \gamma^2 y'^2)}{2\sigma^2}} e^{i(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \varphi)}$$

$$x' = x \cos \Theta + y \sin \Theta$$

$$y' = -x \sin \Theta + y \cos \Theta,$$



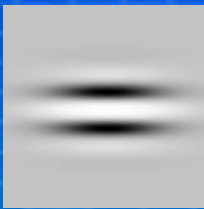
# Parámetros del Filtrado de Gabor

- Desviación Estándar de la Gaussiana:  $\sigma$
- Radio del aspecto espacial:  $\gamma$
- Fase:  $\varphi$

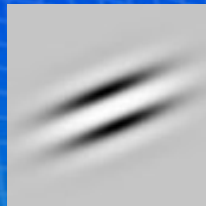


# Parámetros del Filtrado de Gabor

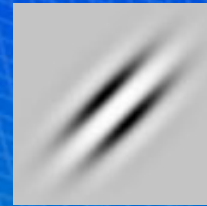
➤ Orientación:



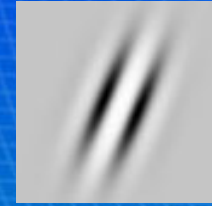
0



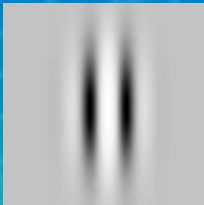
22.5



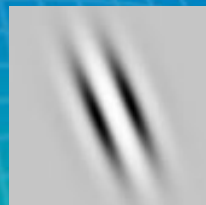
45



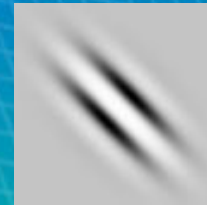
67.5



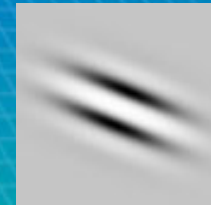
90



112.5



135



157.5

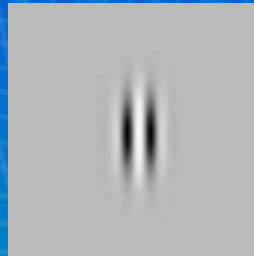


# Parámetros del Filtrado de Gabor

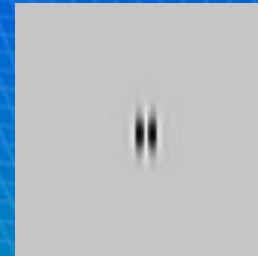
➤ Frecuencia Espacial:  $\frac{1}{\lambda}$



1/16



1/8



1/4



# Filtrado Multicanal de Gabor

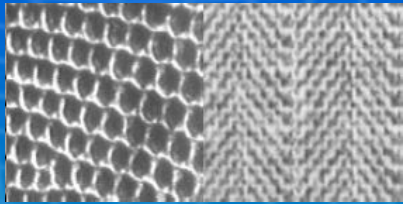
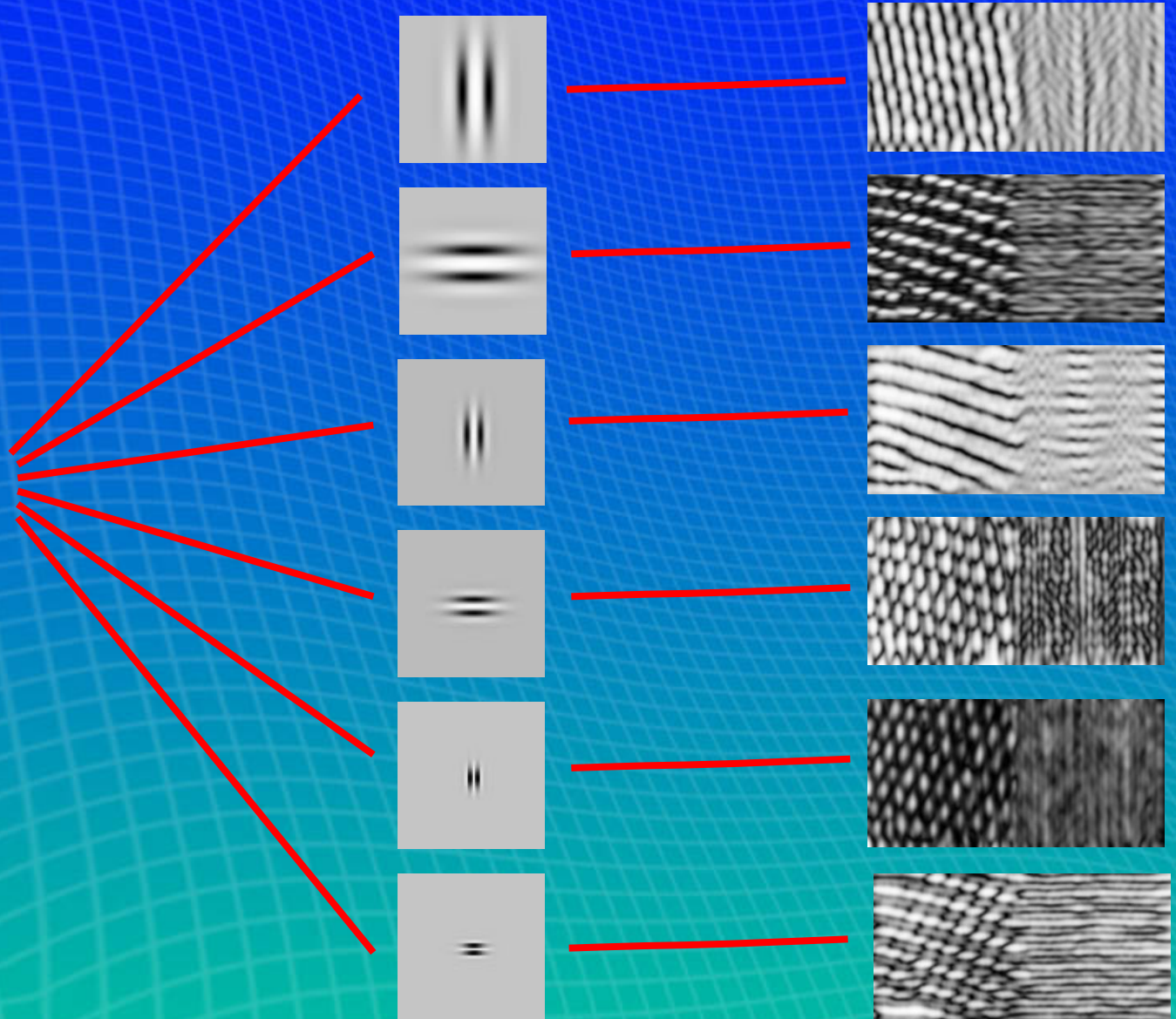


Imagen Original





# Descriptores de Gabor

## ➤ Gabor Simple:

La parte real del filtro de Gabor

$$\text{Re}(\mathbf{g}_{\lambda, \Theta, \varphi}(\mathbf{x}, \mathbf{y}))$$

## ➤ Energía de Gabor:

Módulo del filtro de Gabor

$$\|(\mathbf{g}_{\lambda, \Theta, \varphi}(\mathbf{x}, \mathbf{y}))\|$$



# Descriptores de Gabor

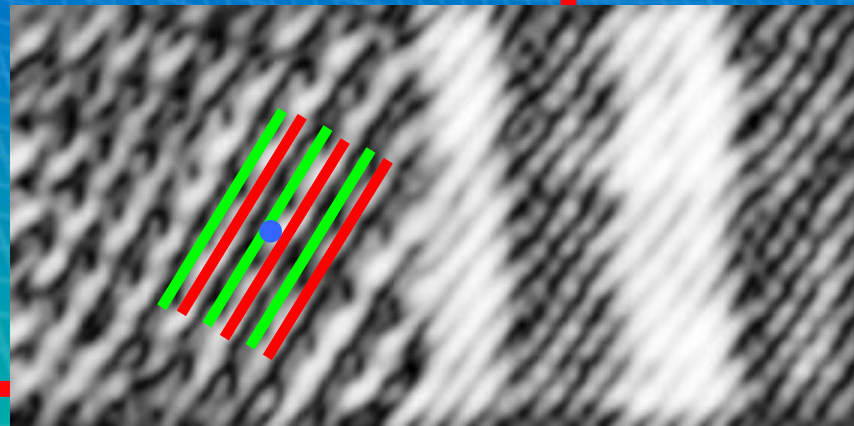
## ➤ Grating Cell:

Filtra  
do  
de  
**Gab**  
or  
Sim  
ple

Ras  
go  
**Grati**  
ng  
Cell



Activ  
idad  
de  
las  
subu  
nida  
des  
de



**Gau**  
ssia  
no



# Descriptor de Textura

## Wavelet de Gabor



# Wavelet de Gabor

## ➤ Wavelet madre

$$g(x, y) = \left( \frac{1}{2\sigma_x \sigma_y} \right) \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2} \right) + 2\pi j W x \right]$$

## ➤ Dilatación

$$g_{mn}(x, y) = a^{-m} g(x', y') \quad a > 1 \quad m, n \in \mathbb{Z}$$

## ➤ Rotación

$$x' = a^{-m} (x \cos \theta + y \sin \theta), \quad y' = a^{-m} (-x \sin \theta + y \cos \theta)$$



# Wavelet de Gabor

## ➤ Reducción de Redundancia

$$\mathbf{a} = \left( \frac{\mathbf{U}_h}{\mathbf{U}_l} \right)^{-\frac{1}{s-1}}$$

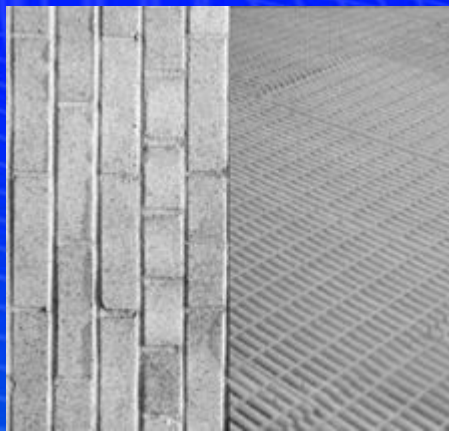
## ➤ Rasgo de Wavelet de Gabor

$$W_{mn}(x, y) = \iint I(\varepsilon, \eta) \| g_{mn}(x - \varepsilon, y - \eta) \| d\varepsilon d\eta$$

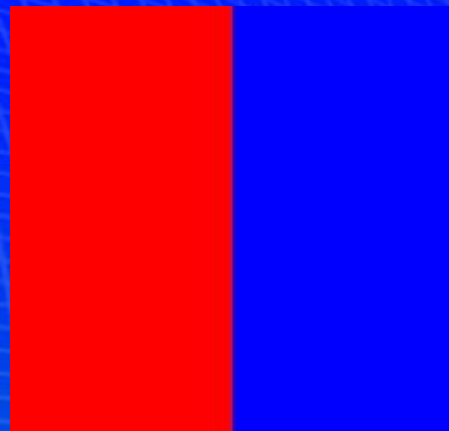


# Resultados

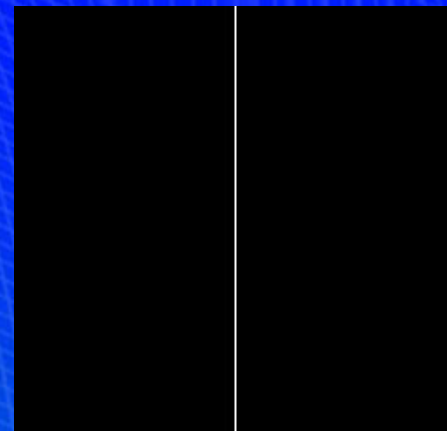




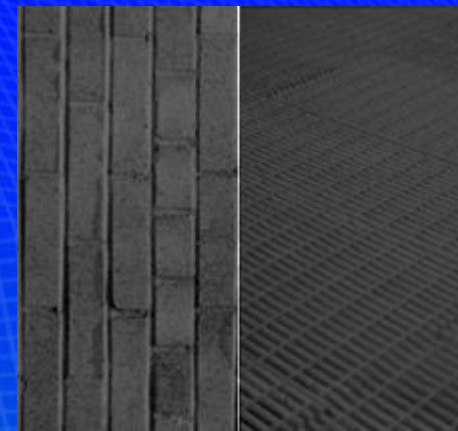
2TT.bmp



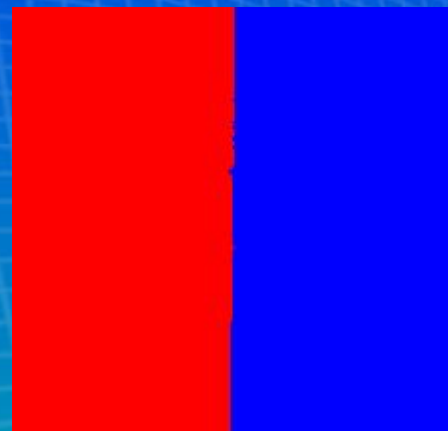
2TTPatron.bmp



2TTPatronBorde



2TT+2TTPatronBorde

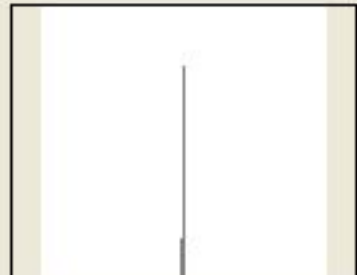


Result

Total coincidence percent: 99,5769523648363

Coincidence measure: 0,987379862460264

Total coincidence map:



Coincidence by class:

- 0,991500934897161
- 0,99164717674574

Rasgos Usados:

Solo la imagen original.

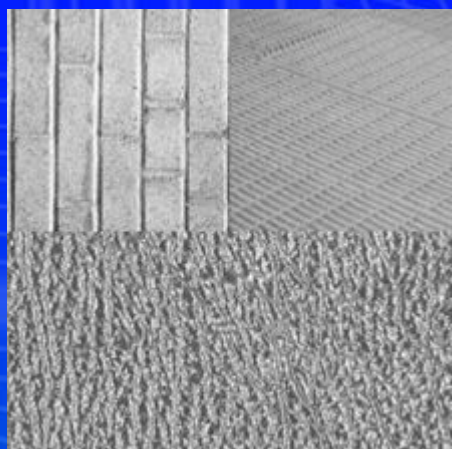
Mean Shift Segmentation

Min Region: 10000

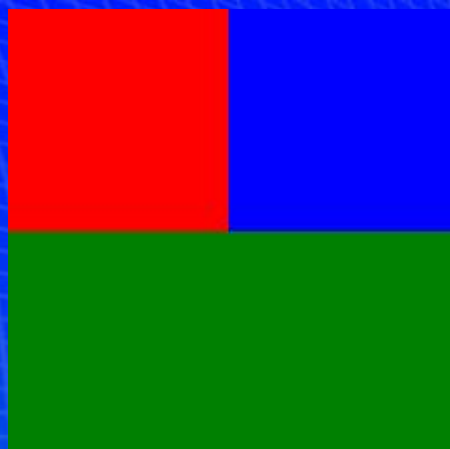
Resolution Spatial: 5

Resolution Range: 45.5

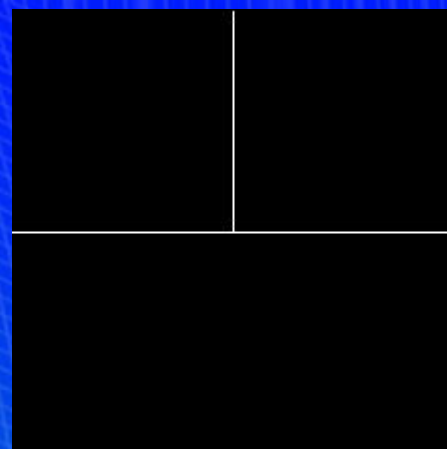




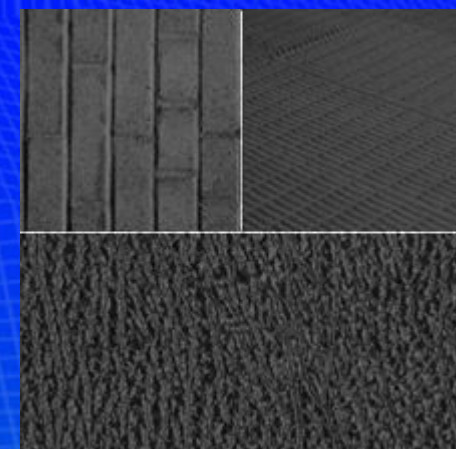
3T.bmp



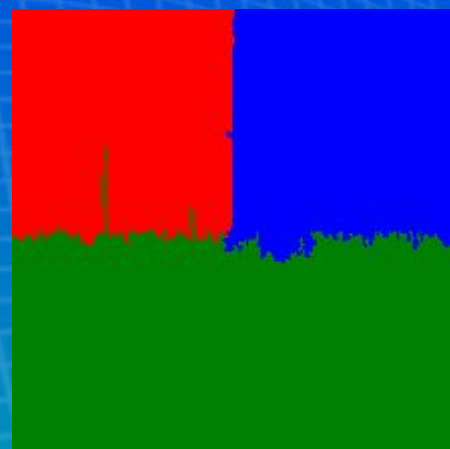
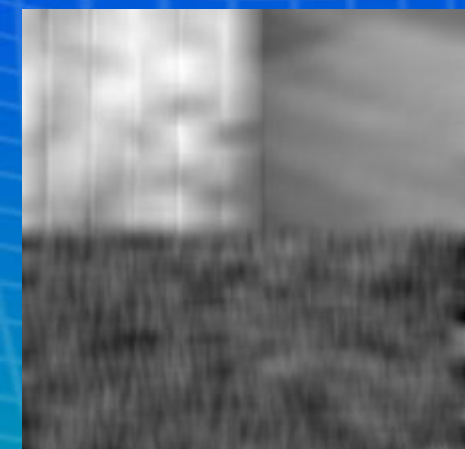
3TPatron.bmp



3TPatronBorde



3T+3TPatronBorde

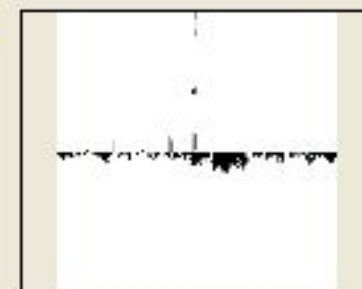


### Result

Total coincidence percent: 98,0871005534683

Coincidence measure: 0,944138698813473

Total coincidence map:



Coincidence by class:

● 0,974447569304942  
 ● 0,948459850147582  
 ● 0,963904012905828

### Rasgos Usados:

Rasgo de Energía de Gabor con frecuencia 1/32 y orientación 0. Se añadió la imagen original.

### Mean Shift Segmentation

Min Region: 10000

Resolution Spatial: 5

Resolution Range: 45.5



# Conclusiones

- Se asimila el principio de funcionamiento de los métodos Mean Shift, Gabor y Wavelets de Gabor.
- Se realiza la implementación de los algoritmos, los cuales son añadidos a la Plataforma de Procesamiento de Textura TxEstudio 2.0



# Conclusiones

- Se diseña un proceso de experimentación con mosaicos de textura para comparar los descriptores de textura de Gabor y Wavelet de Gabor en base a los resultados del proceso de segmentación.
- Se diseña un proceso de experimentación con mosaicos de textura para comparar el rendimiento del algoritmo de segmentación Mean Shift combinando rasgos de textura.



# Recomendaciones

- Enriquecer la plataforma con nuevas implementaciones de algoritmos de segmentación.
- Introducir nuevas variantes de técnicas de segmentación basadas en el Mean Shift.
- Incorporar un proceso de selección de rasgos específico para el filtrado multicanal de Gabor y Wavelet de Gabor.



Muchas Gracias