



DEPARTAMENTO DE
**INGENIERÍA
INFORMÁTICA**
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Procesamiento y Análisis de Imágenes

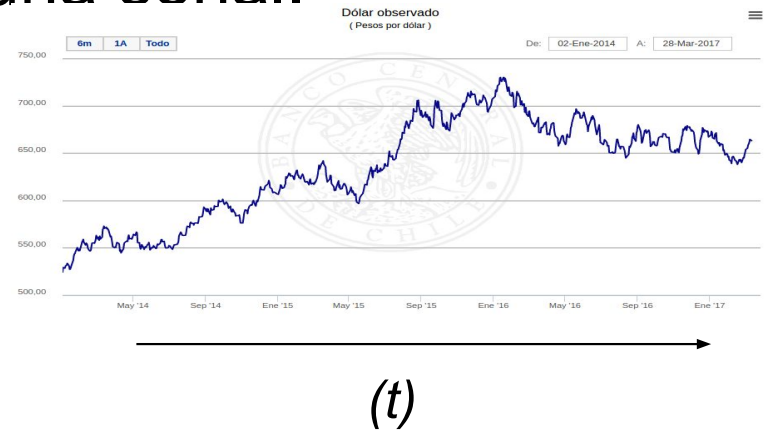
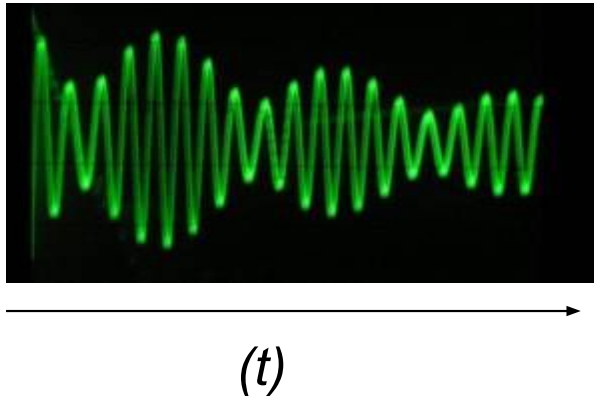
Violeta Chang

violeta.chang@usach.cl

Créditos por slides: José M. Saavedra

SEÑALES

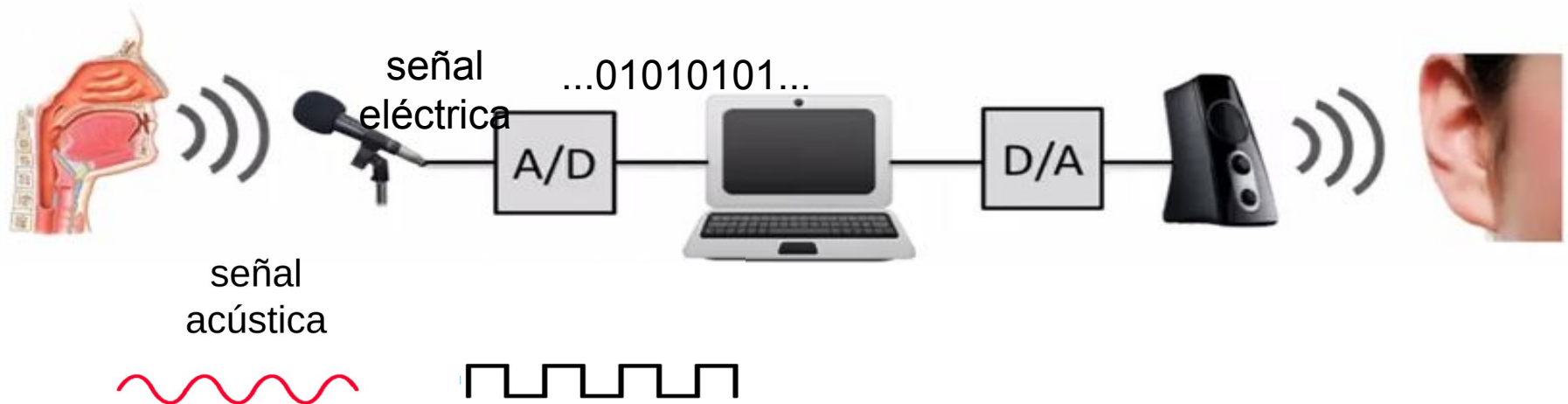
- Una señal es una función $x(t)$ ¹ que representa el comportamiento de algún fenómeno.
- Cualquier cantidad que exhibe variación en el tiempo y/o espacio puede representar una señal.



1: La función puede depender de 1 o más variables

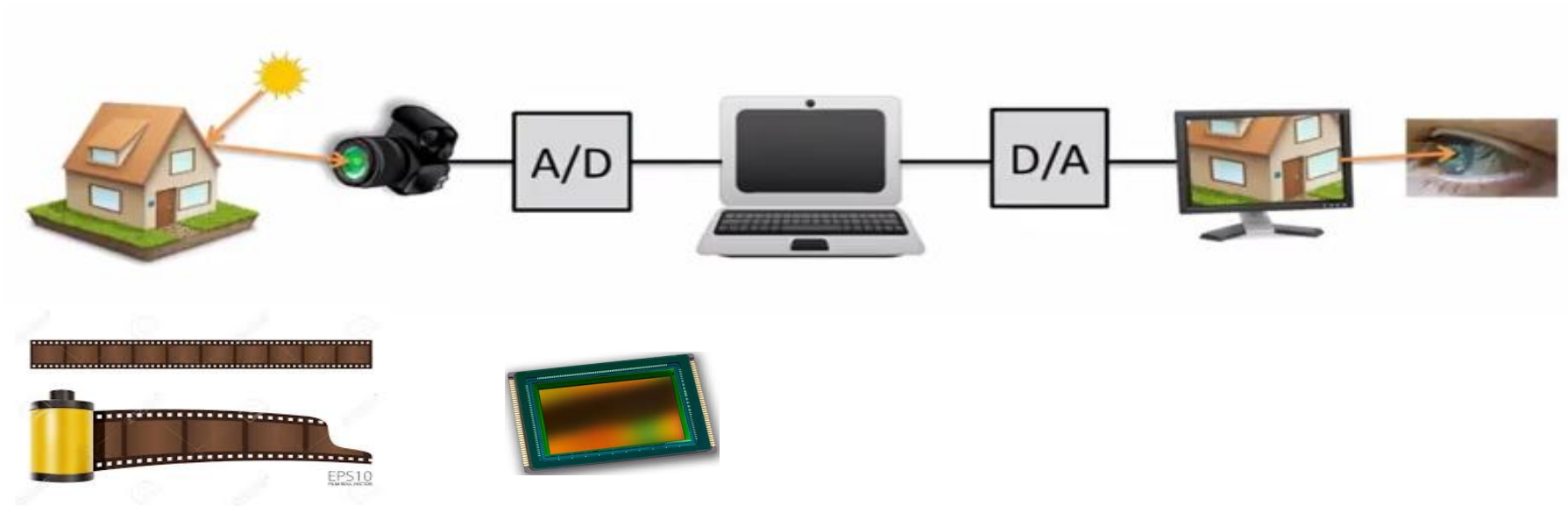
SEÑALES

Señales Analógicas – Señales Digitales



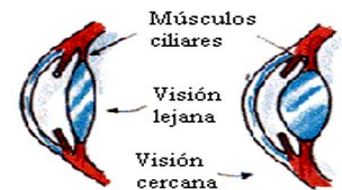
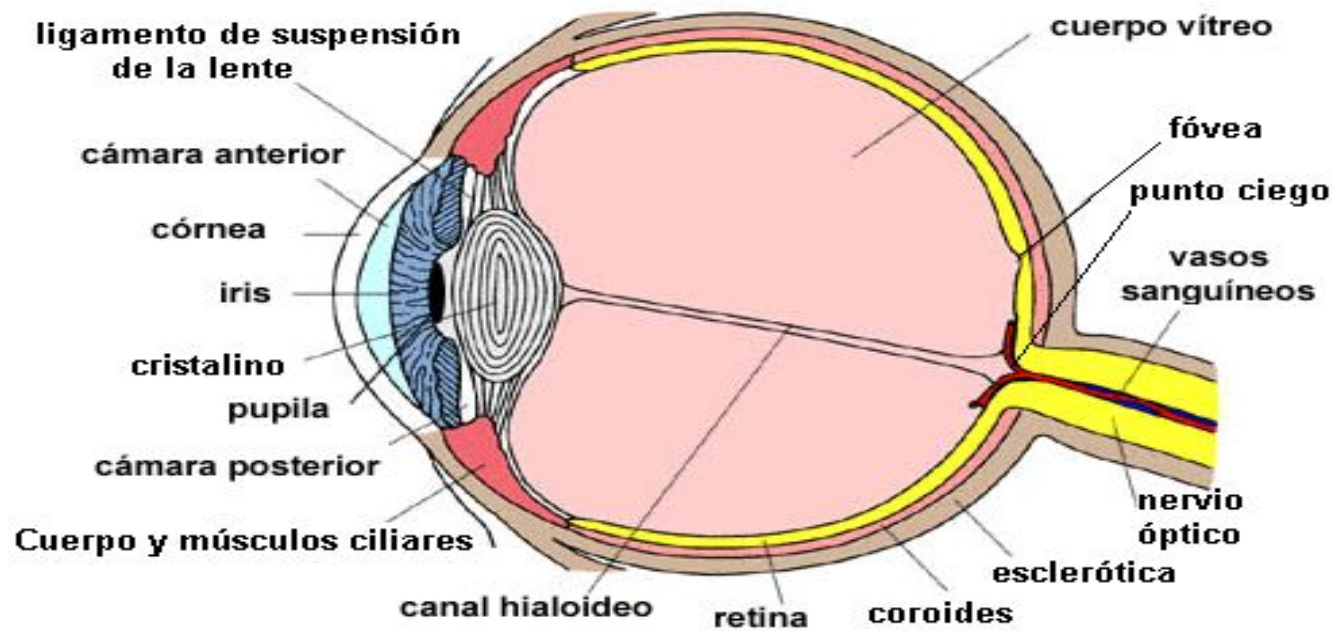
SEÑALES

Señales Analógicas – Señales Digitales



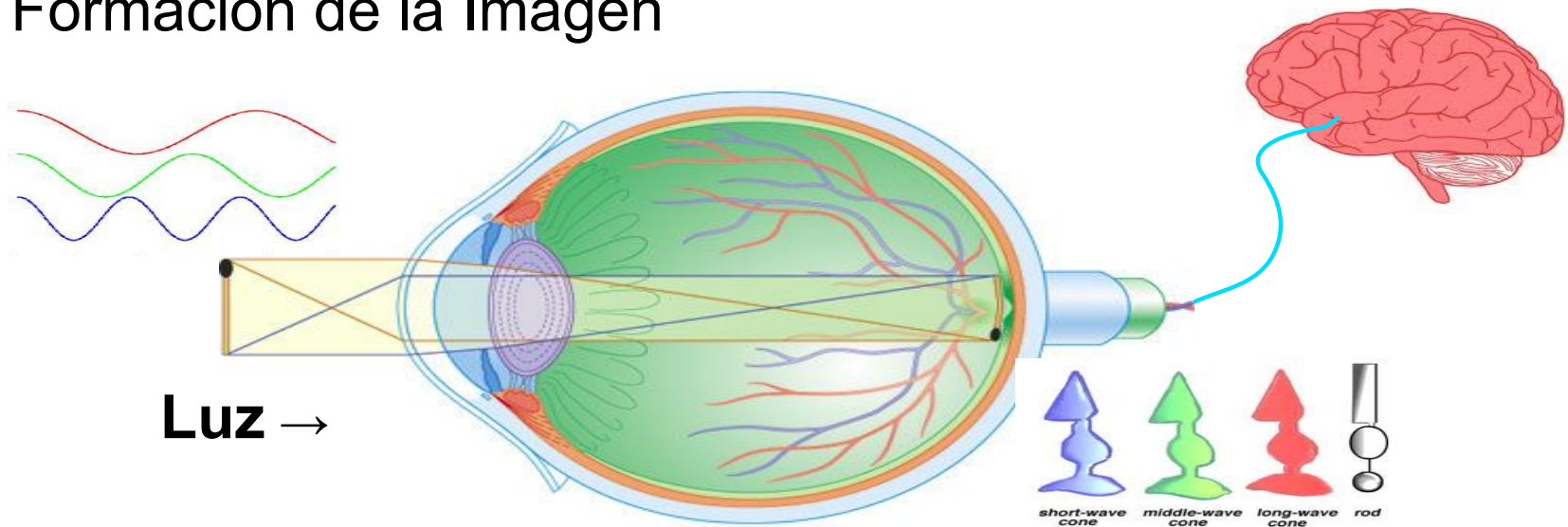
LA IMAGEN

- Formación de la Imagen (Modelo Biológico)



LA IMAGEN

- Formación de la Imagen

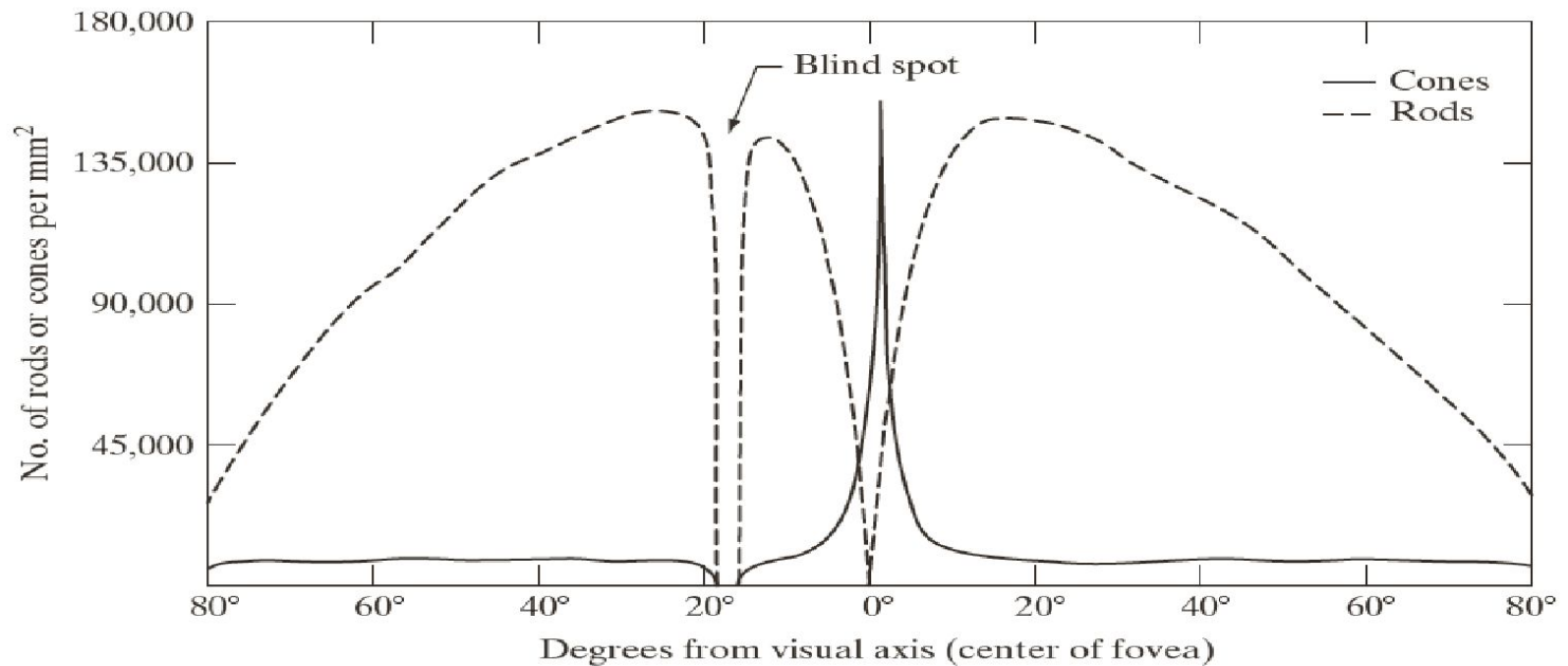


Retina contiene dos tipos de células fotosensibles.

- Conos [*cones*]: Visión color (6~7 millones)
- Bastones [*rods*]: Altamente sensibles ambientes oscuros (120 millones)

LA IMAGEN

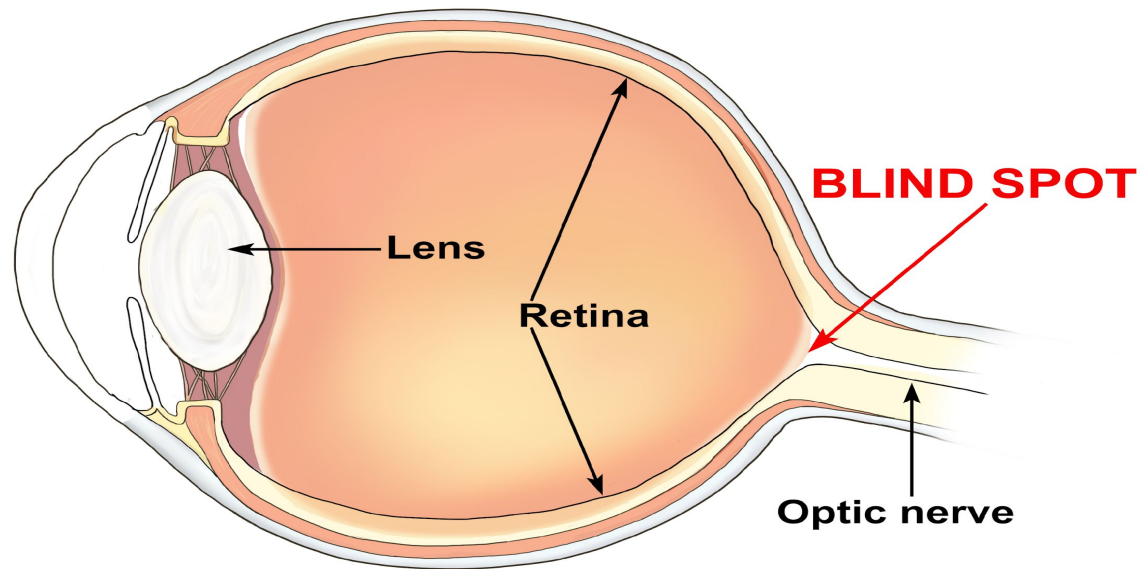
- Formación de la Imagen



Créditos: Digital Image Processing, Gonzalez & Woods, 4th Edition, GE, 2018

LA IMAGEN

- El Punto Ciego



ERRORES DE PERCEPCIÓN HUMANA

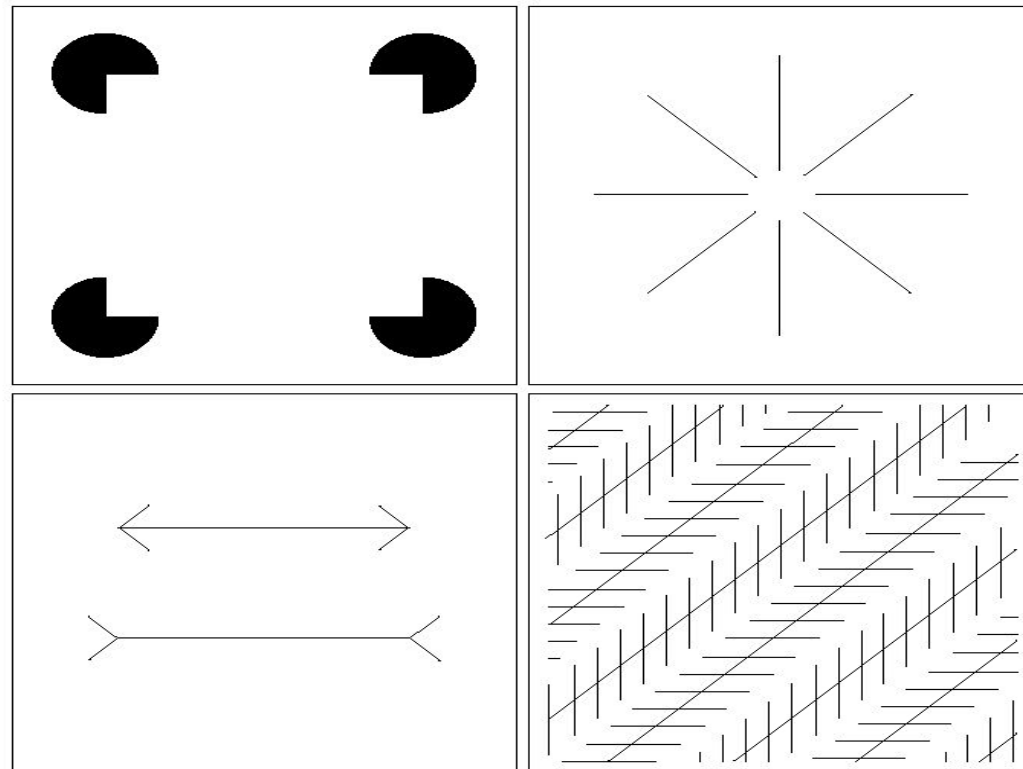
- Contraste simultáneo



Créditos: Digital Image Processing, Gonzalez & Woods, 4th Edition, GE, 2018

ERRORES DE PERCEPCIÓN HUMANA

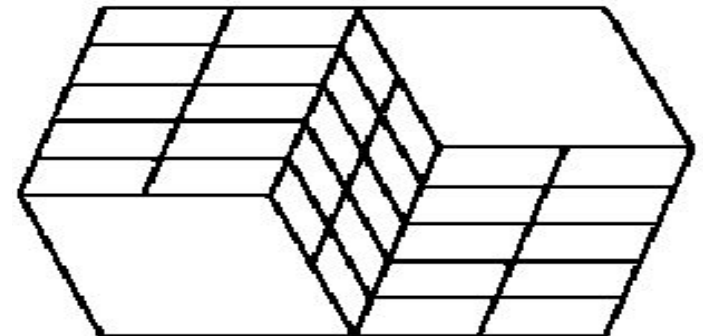
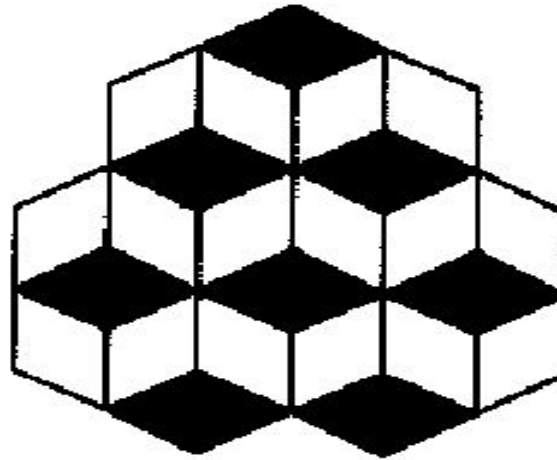
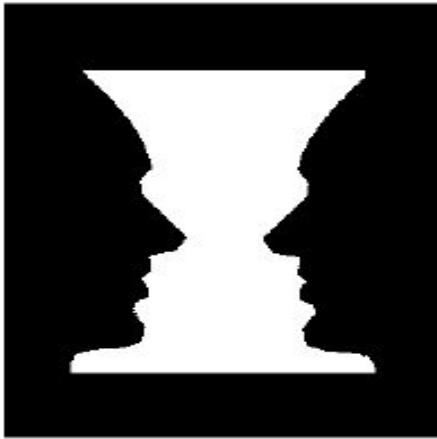
- Ilusión óptica



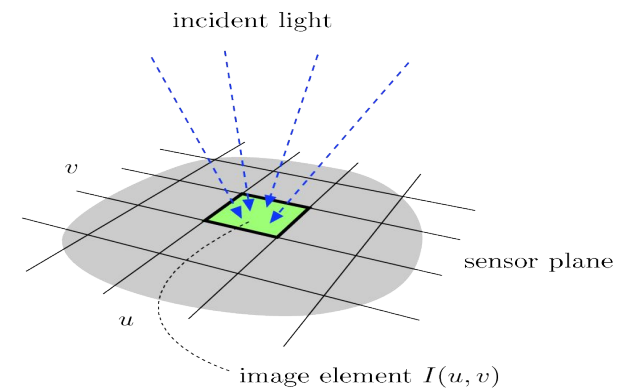
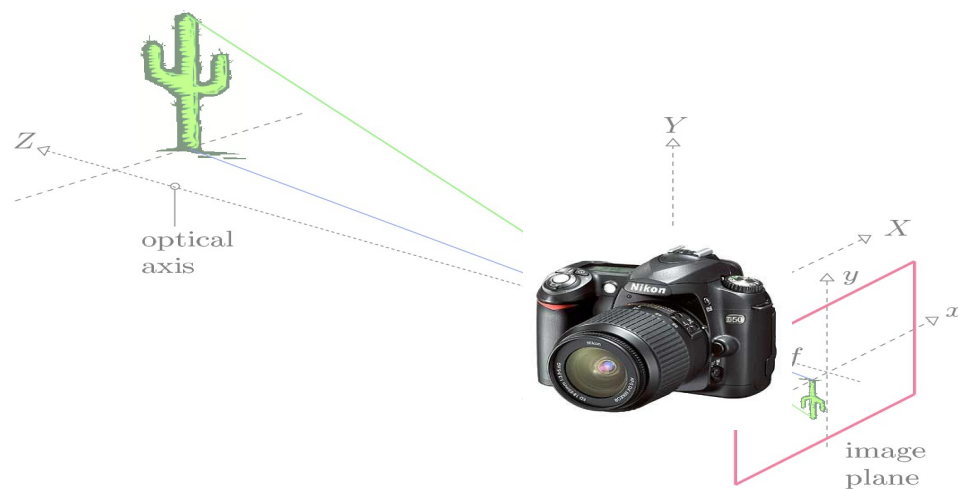
Créditos: Digital Image Processing, Gonzalez & Woods, 4th Edition, GE, 2018

ERRORES DE PERCEPCIÓN HUMANA

- Ambigüedad óptica



LA IMAGEN DIGITAL



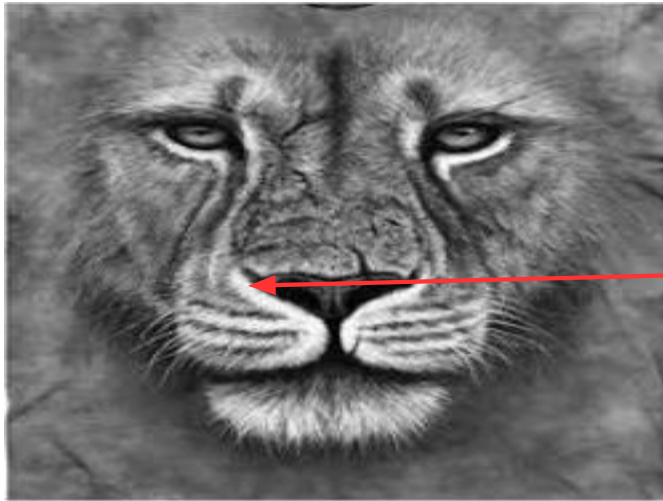
CCD
Charge-Coupled Device
CMOS
Complementary Metal Oxide Semiconductor



CCD vs CMOS

LA IMAGEN DIGITAL

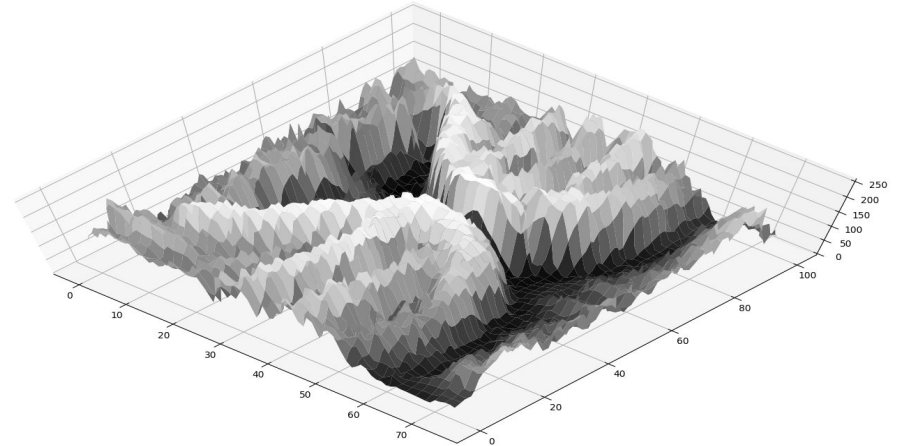
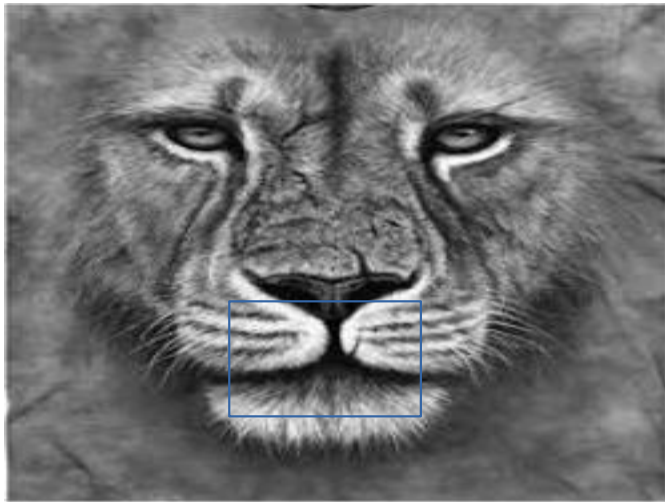
M filas



N columnas

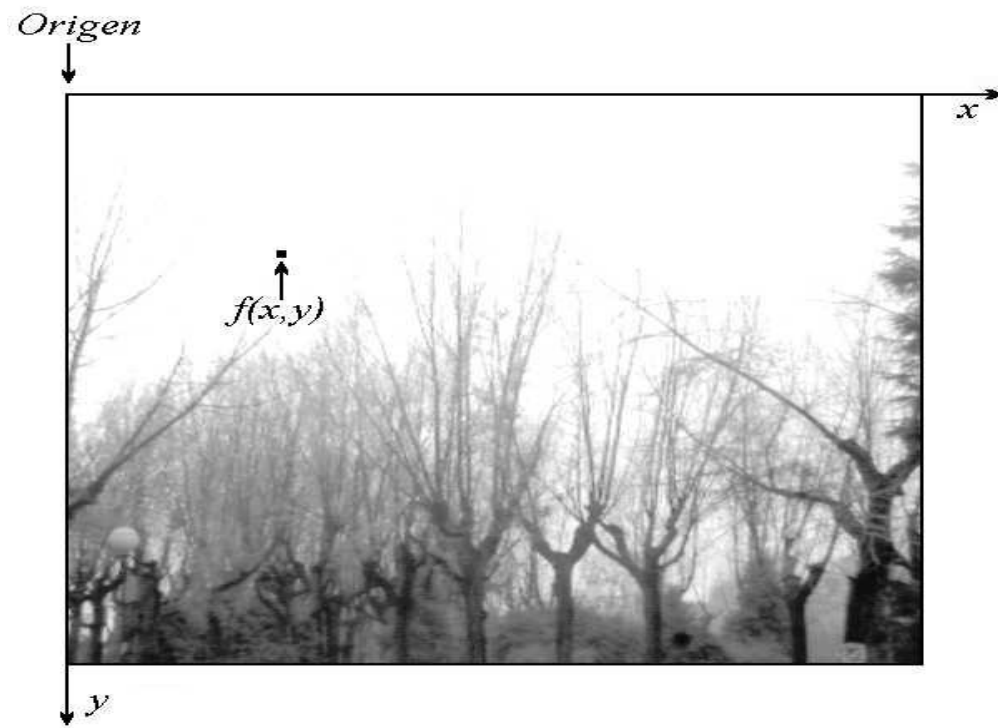
114	127	129	124	121	120	114	122	180	207
142	164	153	141	143	142	157	171	202	187
157	169	160	155	146	119	119	158	193	169
148	165	158	138	123	124	126	171	204	185
171	176	164	139	126	138	122	161	202	197
164	155	147	139	144	162	135	165	200	197
182	169	150	132	131	152	153	185	189	167
178	169	152	130	122	144	168	213	201	168
172	159	151	144	139	143	164	215	211	184
189	156	142	144	147	141	158	204	201	177

LA IMAGEN DIGITAL



La imagen como una superficie

LA IMAGEN DIGITAL



LA IMAGEN DIGITAL



ROJO



VERDE



AZUL



LA IMAGEN DIGITAL

• Imágenes a Color

- El ojo humano es más sensible al color VERDE, menos al ROJO y en menor medida al AZUL.
- Esta propiedad se refleja en el filtro de Bayer con más celdas verdes.
- A partir de una imagen a color podemos generar un imagen de intensidades (escala de grises).

$$\text{GRAY} = 0.299 * \text{ROJO} + 0.587 * \text{VERDE} + 0.114 * \text{AZUL}$$

LA IMAGEN DIGITAL

- **Imagen en grises [1 canal]**

$$I : \{0, \dots, M - 1\} \times \{0, \dots, N - 1\} \rightarrow \{0, \dots, L - 1\}$$

$$I : \{0, \dots, M - 1\} \times \{0, \dots, N - 1\} \rightarrow \{0, \dots, 255\}$$

0: negro, 255: blanco

- **Imagen a color [3 canal]**

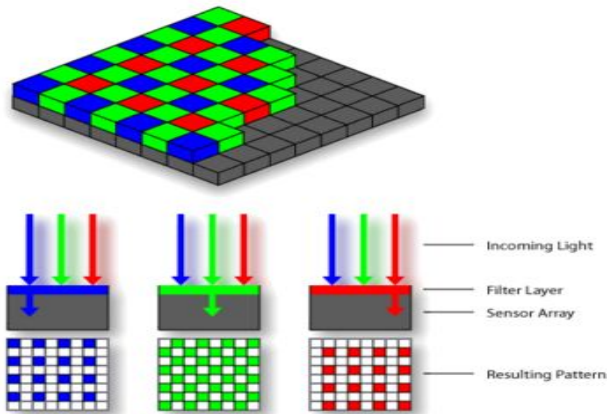
$$I : \{0, \dots, M - 1\} \times \{0, \dots, N - 1\} \rightarrow \{0, \dots, L - 1\}^3$$

- Si, $L=256$, el número de posibles colores es $256^3 \sim 16.7$ millones de colores.

LA IMAGEN DIGITAL

Imágenes a Color

- Tres canales o colores primarios:
- **R(red), G(green), B(blue)**
- Las cámaras usan filtros para dejar pasar solamente las señales electromagnéticas correspondientes al color primario de interés (*Filtro de Bayer*).



Los colores varían dependiendo de las intensidades de cada color primario.

LA IMAGEN DIGITAL

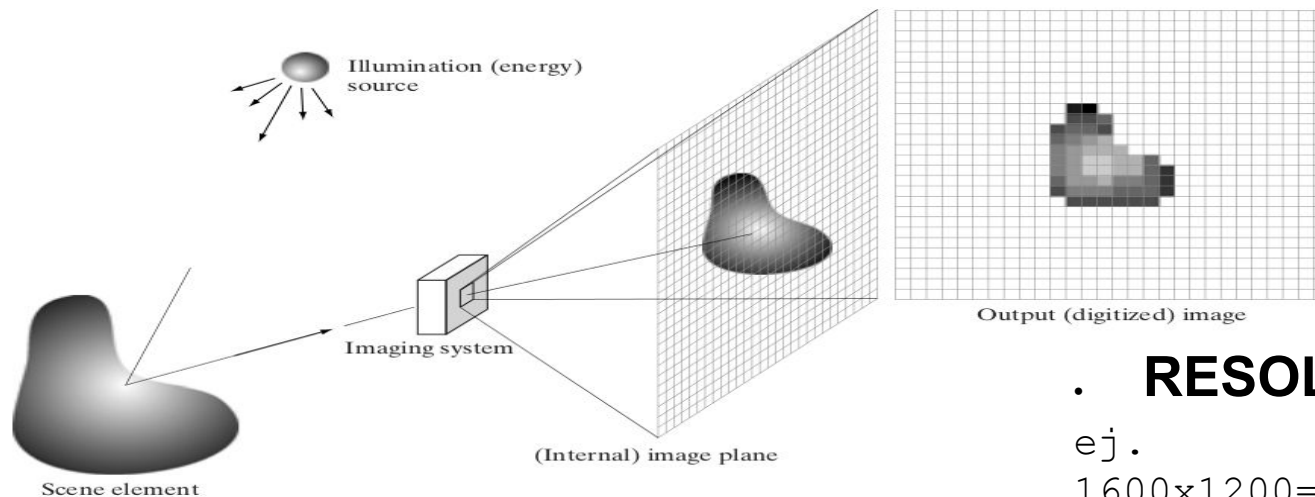
- **Muestreo y Cuantización**
 - **Muestreo:** Discretiza el dominio de la función imagen.
 - **Cuantización:** Discretiza el rango de la función.

MUESTREO + CUANTIZACIÓN = IMAGEN DIGITAL

LA IMAGEN DIGITAL

- **Muestreo y Cuantización**

- **Muestreo:** Definir número de filas M y columnas N de la grilla. La intersección de una fila y columna es llamado pixel (**picture element**).



- **RESOLUCIÓN**

ej.

1600x1200=1920000

1.92 megapíxeles

LA IMAGEN DIGITAL

- **Muestreo y Cuantización**
 - **Muestreo:** Definir número de filas M y columnas N de la grilla. La intersección de una fila y columna es llamado pixel (**picture element**).



LA IMAGEN DIGITAL

- **Muestreo**



1250 dpi, 300 dpi
150 dpi, 72 dpi

Créditos: Digital Image Processing, Gonzalez & Woods, 4th Edition, GE, 2018

LA IMAGEN DIGITAL

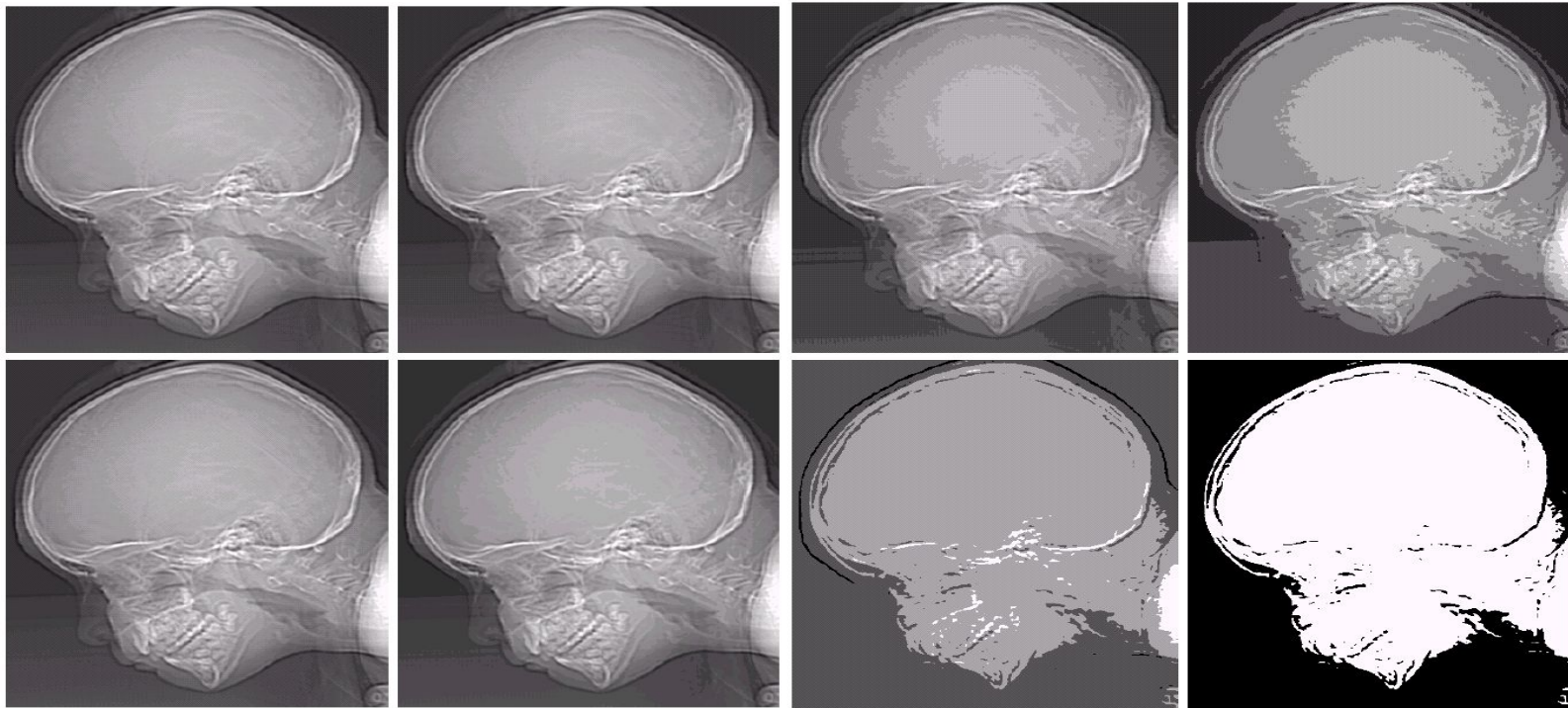
- **Muestreo y Cuantización**

- **Cuantización:** Determinar el número de niveles de intensidad de luz (niveles de voltaje), L .
 - Si usamos b bits para representar cada nivel, entonces
 - $L = 2^b$.
 - Generalmente, $b=8 \rightarrow L=256$ diferentes valores.



LA IMAGEN DIGITAL (2,24)

- **Cuantización**

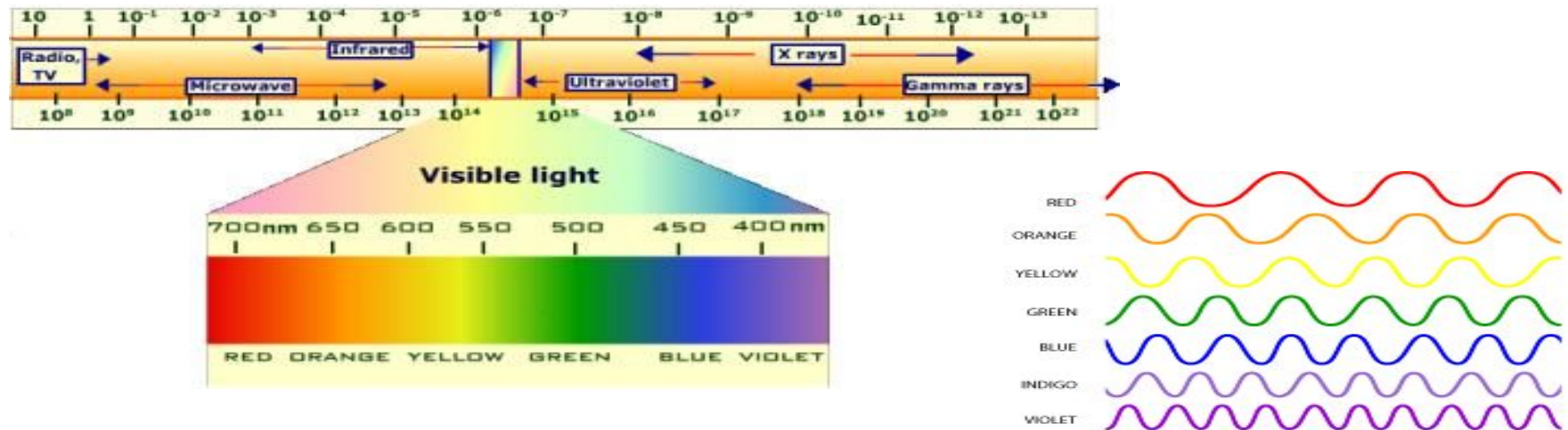


Créditos: Digital Image Processing, Gonzalez & Woods, 4th Edition, GE, 2018

TIPOS DE IMÁGENES

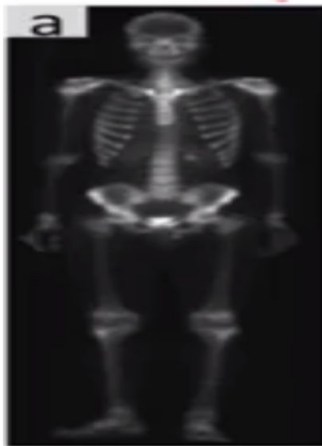
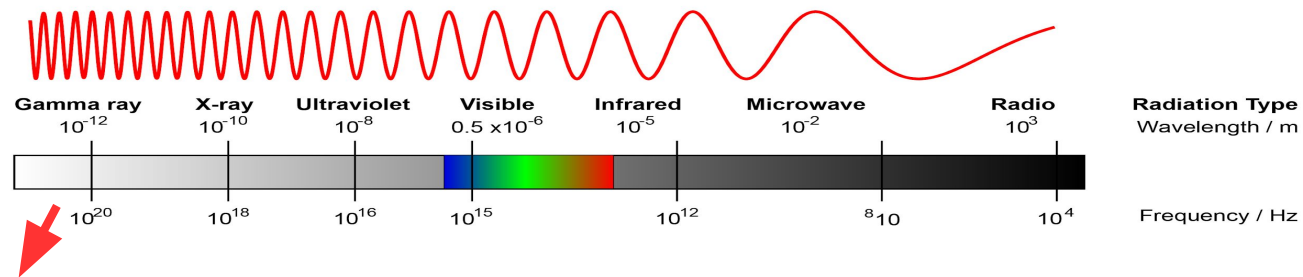
- Espectro Electromagnético (EM)

Es el conjunto de longitudes de onda de todas las radiaciones electromagnéticas



TIPOS DE IMÁGENES

- Tipos de imágenes según EM



Nuclear medicine
PET: Positron Emission Tomography

TIPOS DE IMÁGENES

- Tipos de imágenes según EM

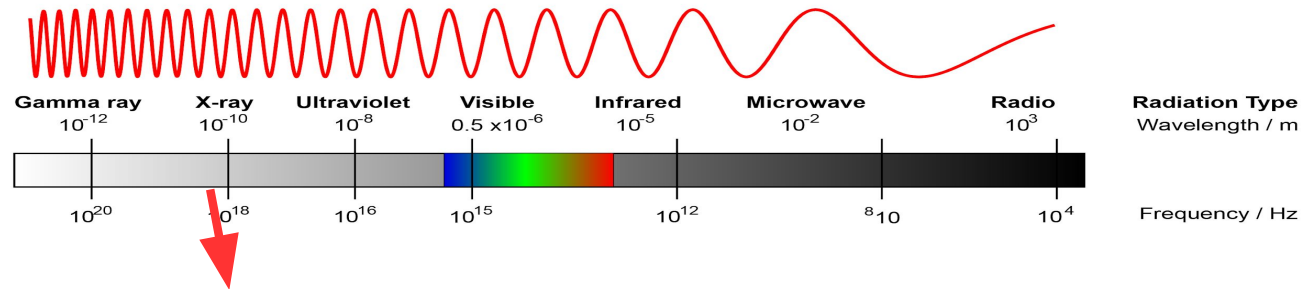
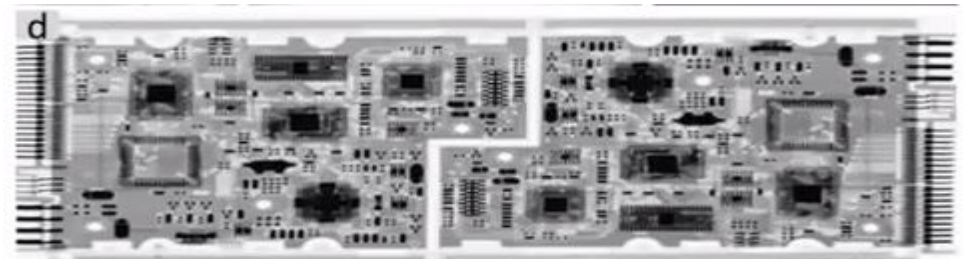
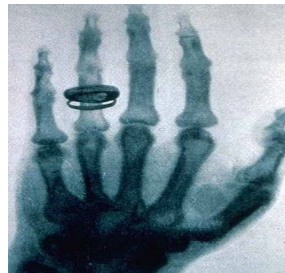
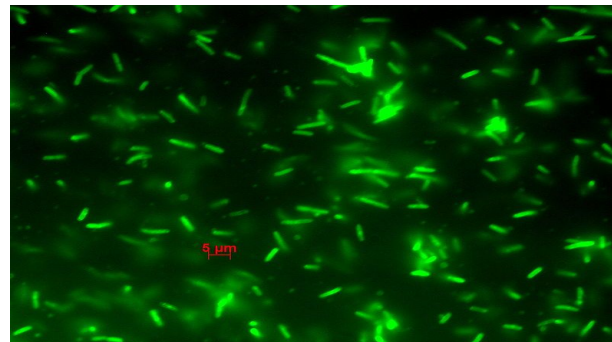
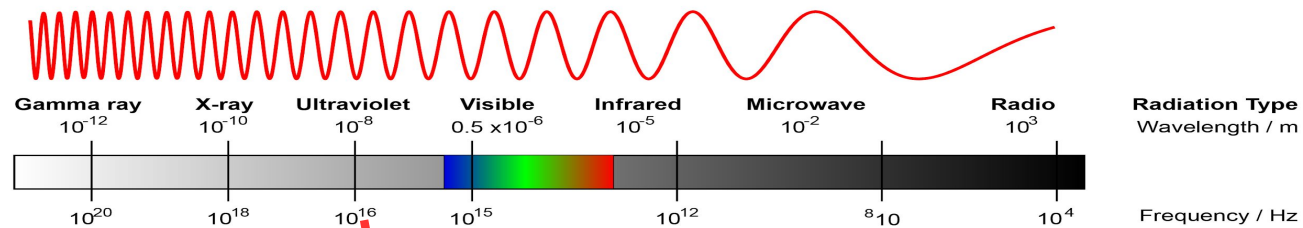


Imagen de rayos-x
Wilhelm Röntgen



TIPOS DE IMÁGENES

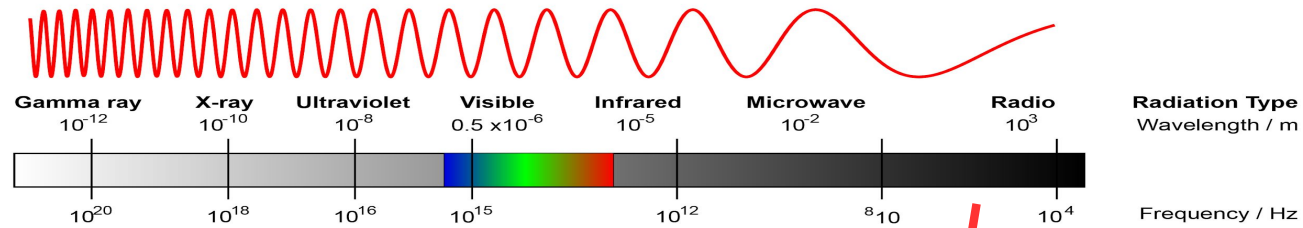
- Tipos de imágenes según EM



Microscopia fluorescente

TIPOS DE IMÁGENES

- Tipos de imágenes según EM

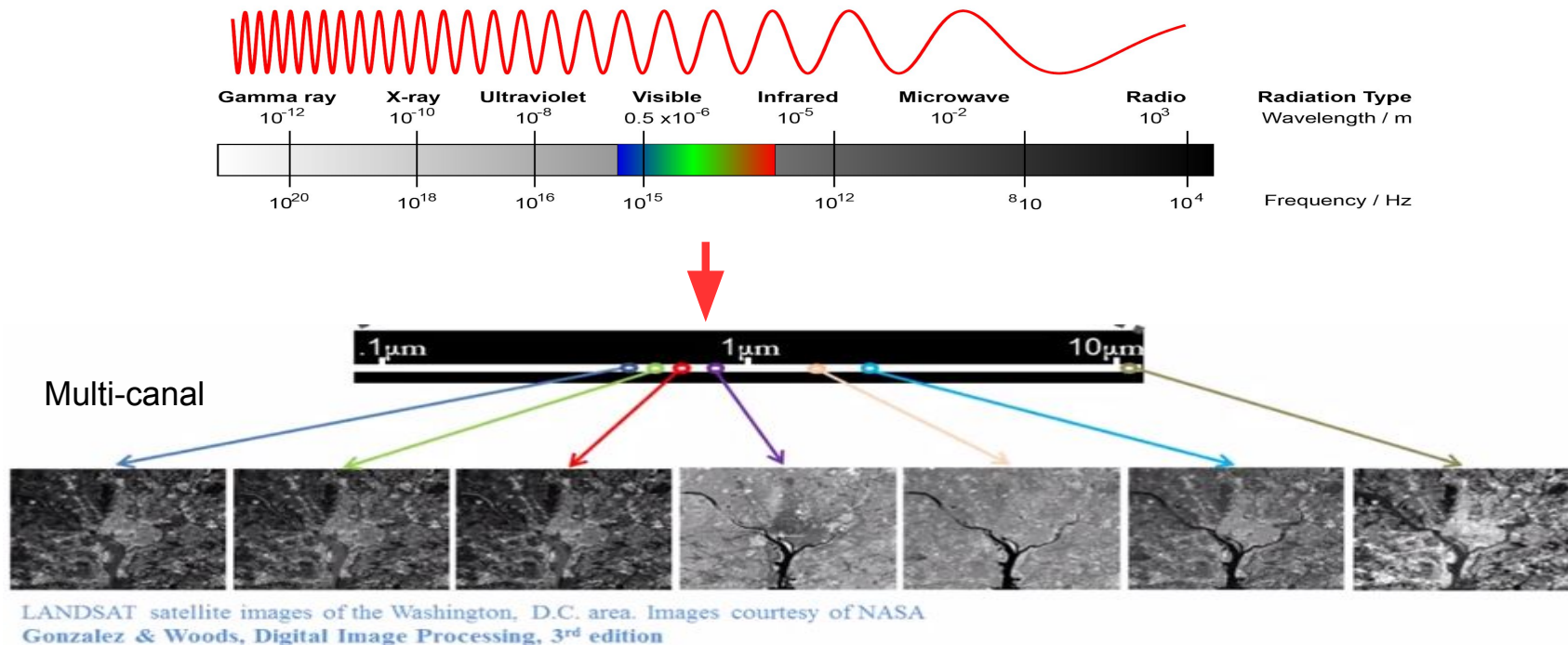


MRI: Magnetic Resonance Imaging



TIPOS DE IMÁGENES

- Tipos de imágenes según EM



HISTOGRAMA DE LA IMAGEN

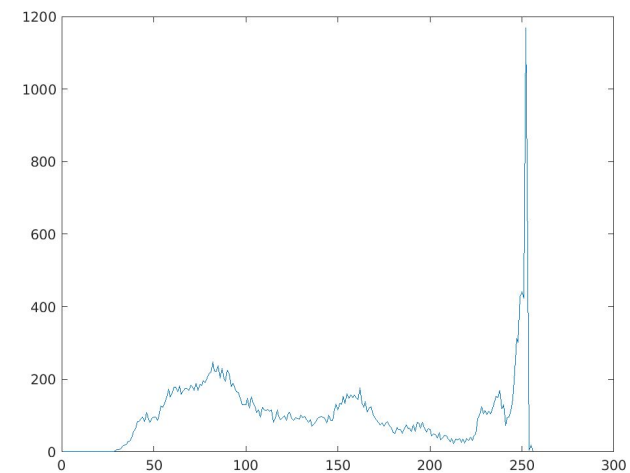
HISTOGRAMA DE LA IMAGEN

- El **histograma de una imagen** representa la frecuencia de ocurrencia de las intensidades de grises en una imagen. En general, el histograma de una imagen con L niveles de grises es representado con un vector de tamaño L .
- Sea I una imagen en su representación matricial, se entenderá por histograma de I al vector h definido como:

$$h = \{ h(\lambda) / h(\lambda) = \sum_{I(x,y)=\lambda} 1, \lambda = 0..255 \}$$

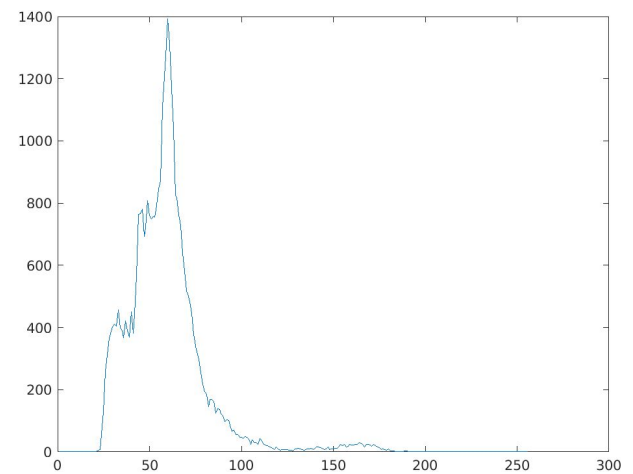
donde λ es un tono de gris específico.

HISTOGRAMA DE LA IMAGEN

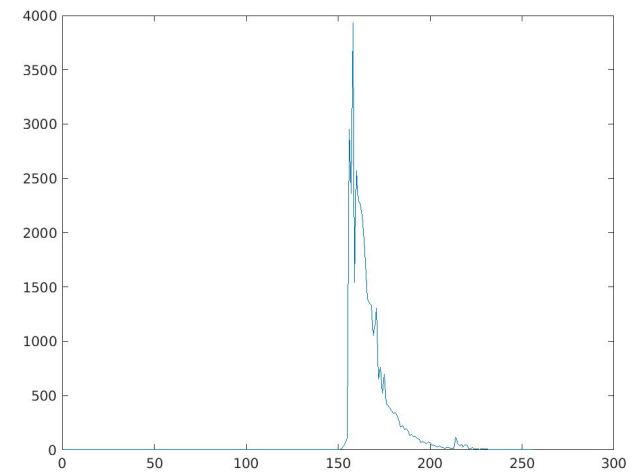


Dividiendo el histograma por el número de píxeles tendremos $p(x)$: probabilidad de ocurrencia x , donde x es un tono de gris.

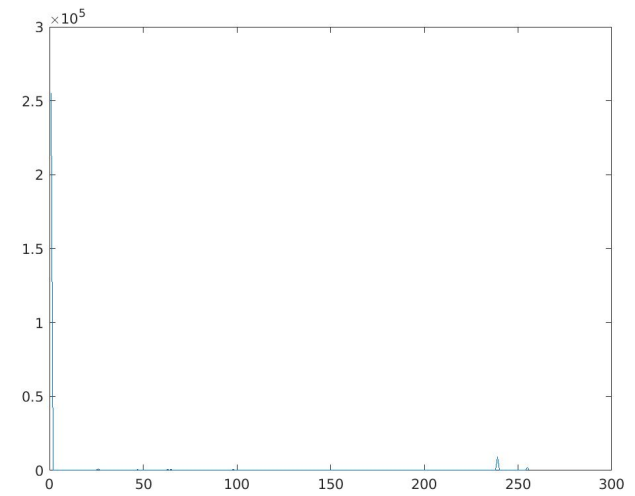
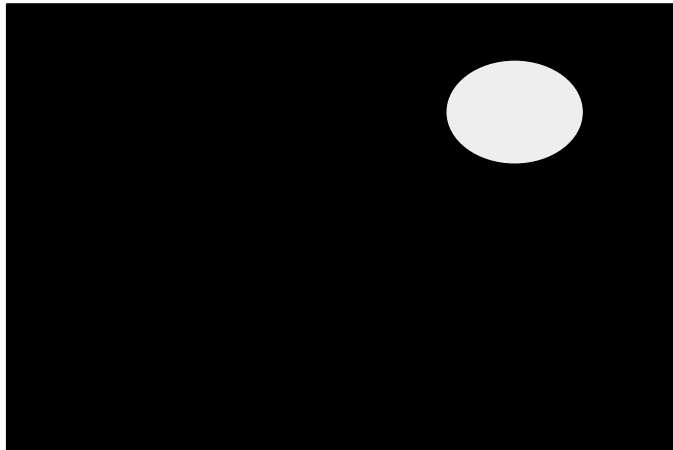
HISTOGRAMA DE LA IMAGEN



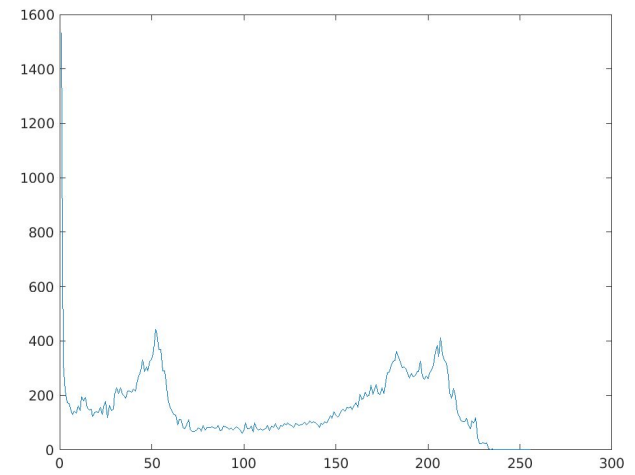
HISTOGRAMA DE LA IMAGEN



HISTOGRAMA DE LA IMAGEN



HISTOGRAMA DE LA IMAGEN



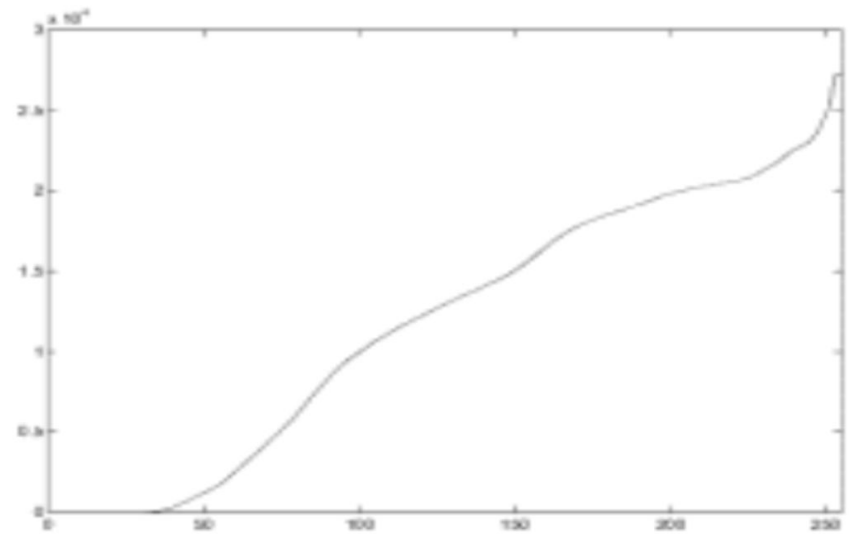
ACUMULACIÓN DE LA IMAGEN

- Sea I una imagen en su representación matricial, se entenderá por acumulación de I al vector H de $M+1$ elementos definido como:

$$H(\lambda) = \sum_{j=0}^{\lambda-1} h(j)$$

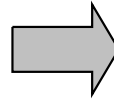
- Cada elemento de H representa la frecuencia de aparición de ciertos tonos de gris en la imagen menores que uno determinado
- Ejemplo : Si $H(135)=69$ significa que en la imagen existen 69 pixels con un tono de gris menor que 135

ACUMULACIÓN DE LA IMAGEN

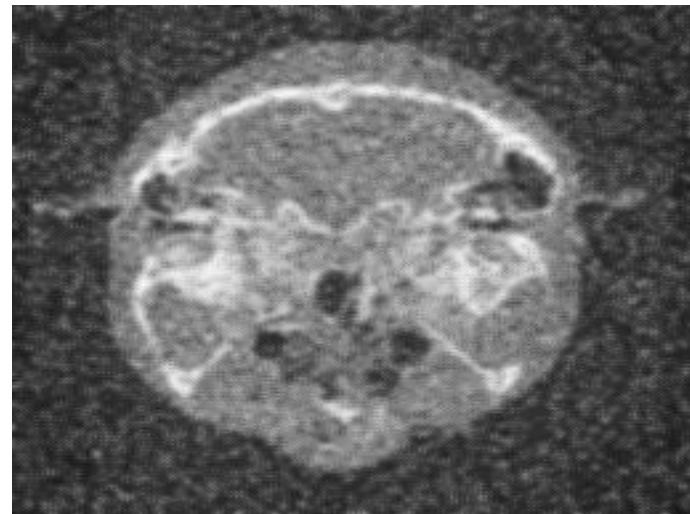
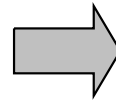
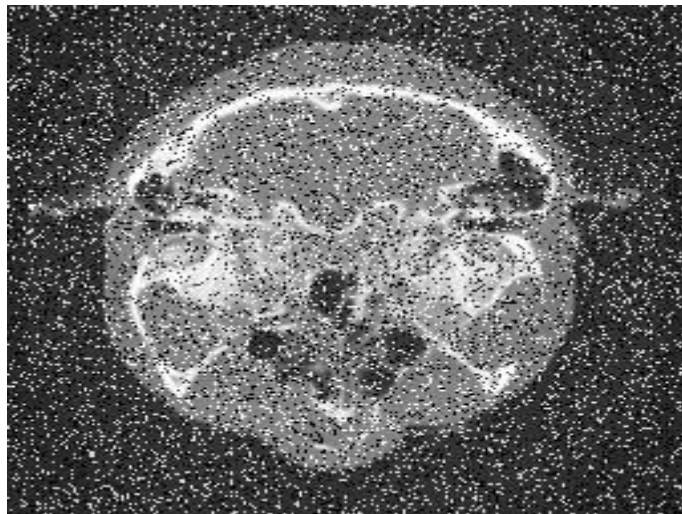


OPERACIONES DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

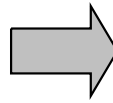
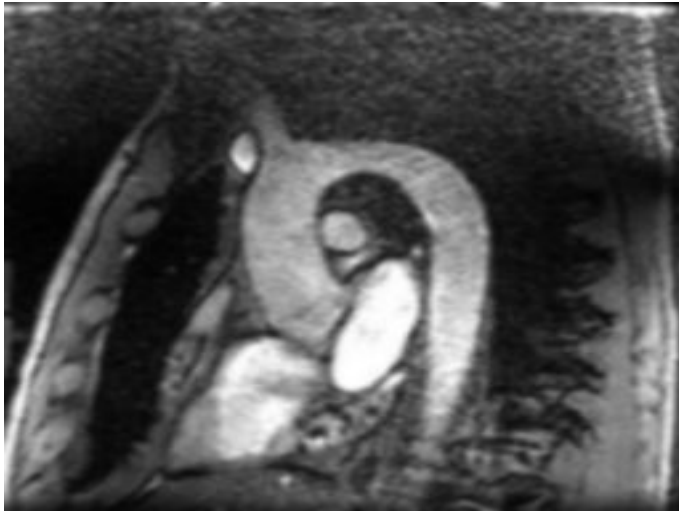
BINARIZACIÓN



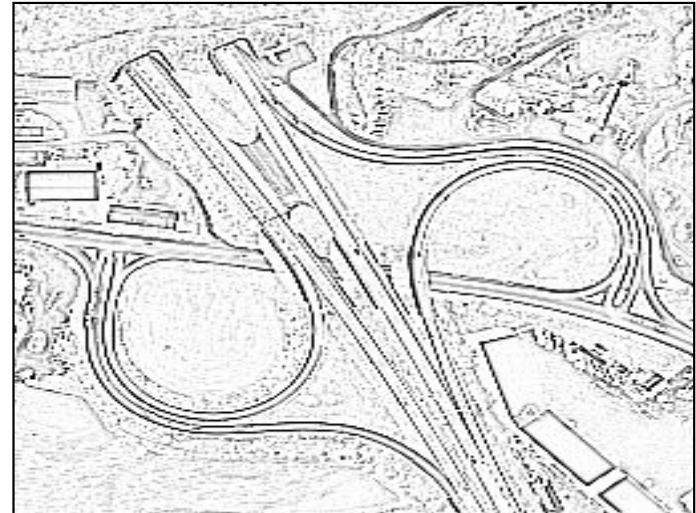
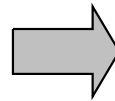
FILTRADO



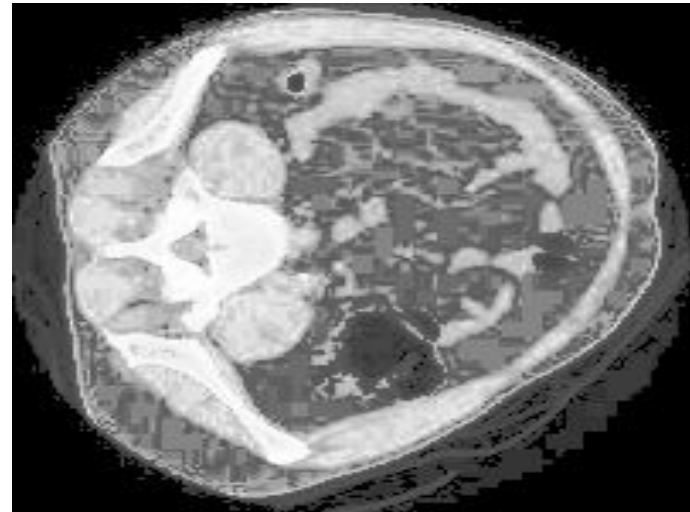
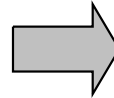
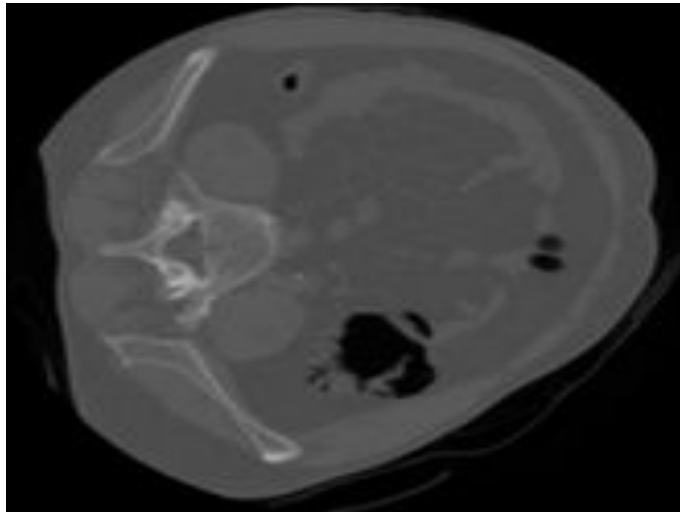
FILTRADO



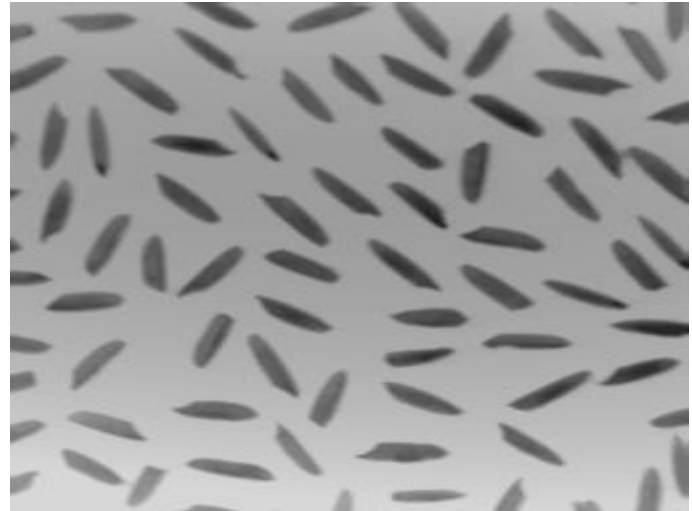
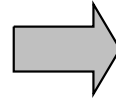
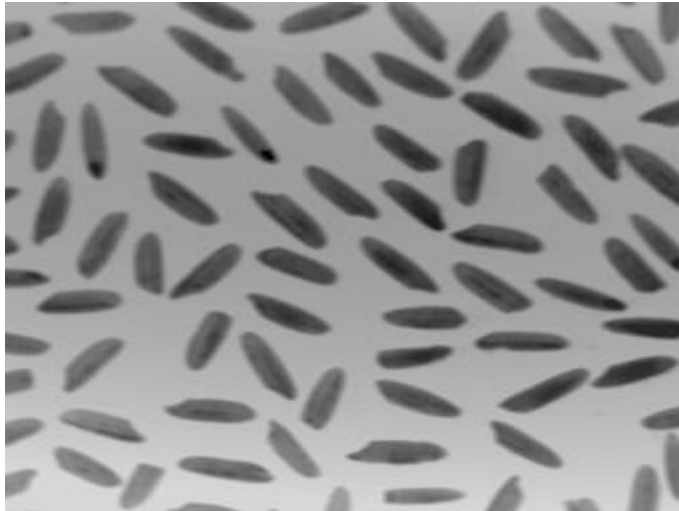
DETECCIÓN DE BORDES



MEJORAMIENTO DEL CONTRASTE



MORFOLOGÍA MATEMÁTICA



SEGMENTACIÓN

