DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
INFORMÁTICA
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

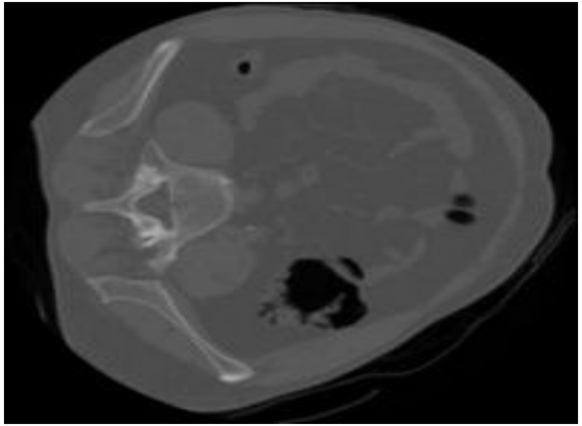
Procesamiento y Análisis de Imágenes

Violeta Chang

violeta.chang@usach.cl

Mejoramiento del contraste

- **Objetivo:** mejorar distribución de espectro de colores en la imagen para hacer más visibles los elementos que la componen
- **Entrada:** Imagen en escala de grises de tamaño MxN
- **Salida:** Imagen en escala de grises de tamaño MxN



Mejoramiento del contraste

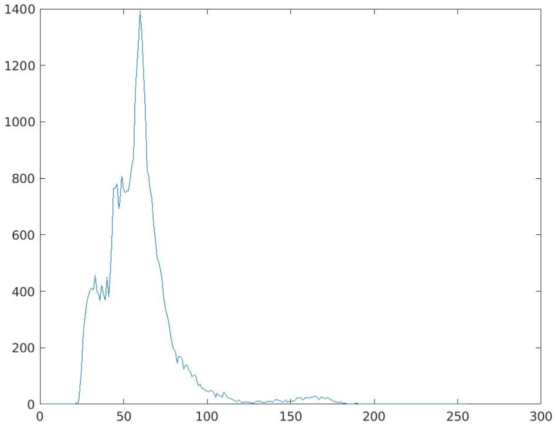
- **Recordatorio:** histograma de una imagen

```
def compute_histogram(img, normalize=False):
    '''
    Recibe la representación matricial (np.array) de una imagen en escala de
    grises y retorna un vector que representa su histograma
    '''
    # Cálculo del histograma
    h, w = img.shape
    histogram = np.zeros(256)
    for i in range(h):
        for j in range(w):
            value = img[i][j]
            histogram[value] += 1
    if normalize:
        # normalizamos por la cantidad de pixeles
        histogram = histogram / (h * w)
    return histogram
```

Mejoramiento del contraste

- **Contraste**
- Qué tan bien distribuidos están los píxeles en todo el espectro de colores.

Imagen con bajo contraste

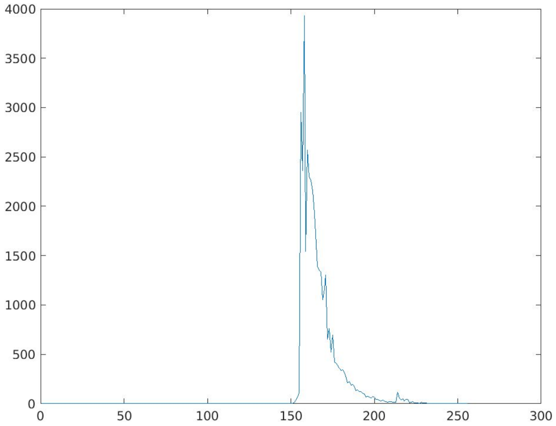


Histograma

Mejoramiento del contraste

- **Contraste**
- Qué tan bien distribuidos están los píxeles en todo el espectro de colores.

Imagen con bajo contraste

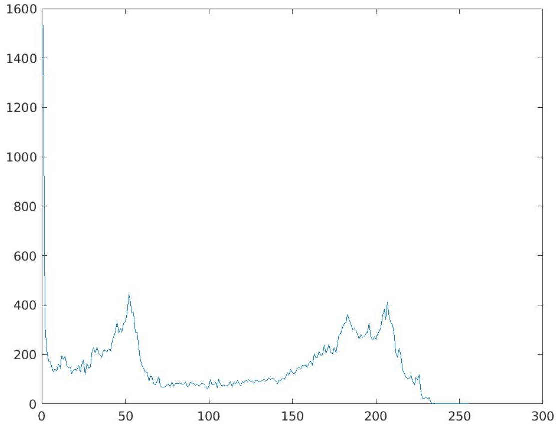


Histograma

Mejoramiento del contraste

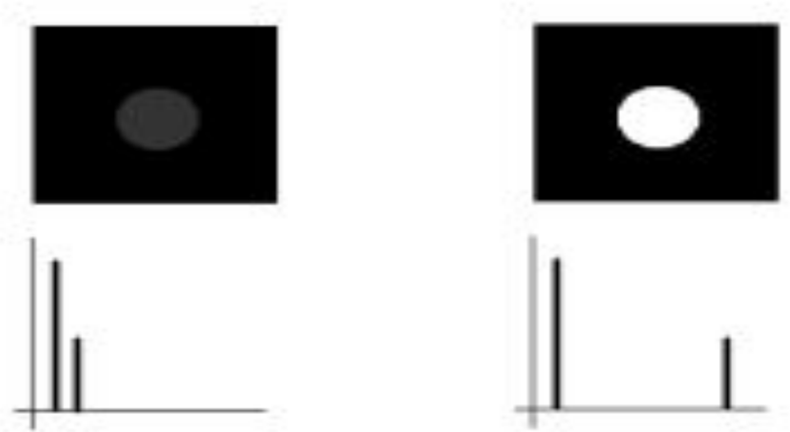
- **Contraste**
- Qué tan bien distribuidos están los píxeles en todo el espectro de colores.

Imagen con buen contraste



Histograma

Mejoramiento de contraste



Explicación esquemática del uso de la modificación de la distribución de tonos de gris

Mejoramiento del contraste

- **Principio básico:**
  - Sea *I* la imagen original y *G* la imagen resultante, ambas de MxN. Se debe cumplir:

$$I(\mathbf{x}) < I(\mathbf{y}) \rightarrow G(\mathbf{x}) < G(\mathbf{y})$$

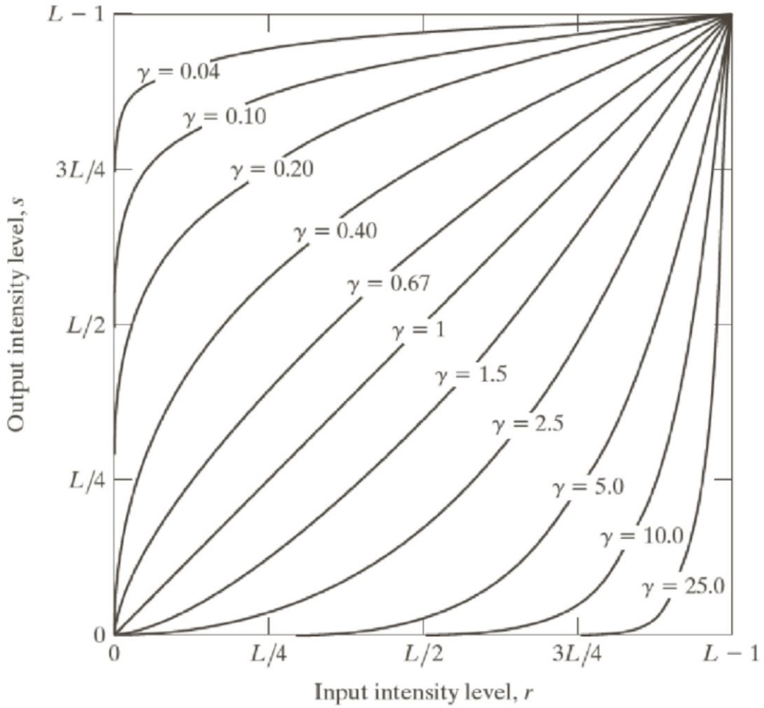
[evitar artefactos extraños]

Mejoramiento del contraste

- Métodos clásicos
  - Corrección Gamma
  - Escalamiento Lineal
  - Ecualización del histograma
- Métodos adaptativos
  - Ecualización local/adaptativa

Mejoramiento del contraste

- **Corrección Gamma**



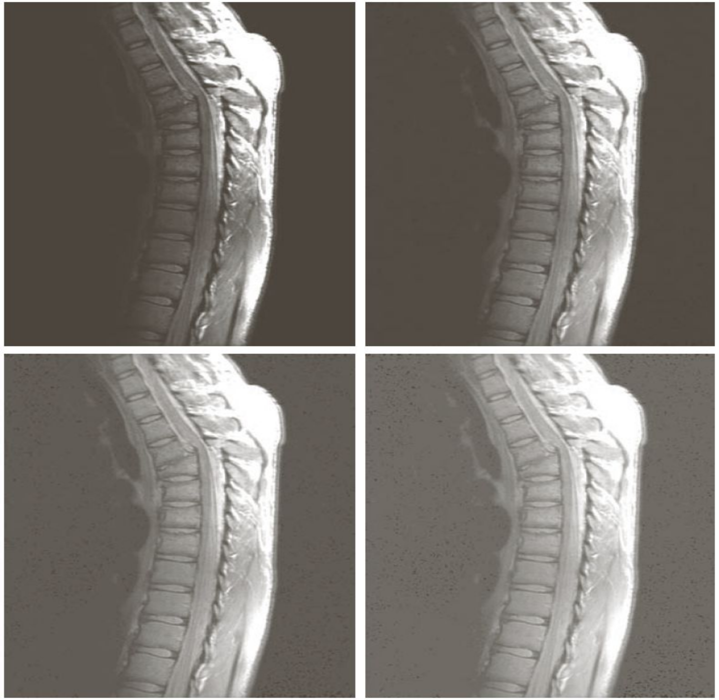
$$s = c \cdot r^{\gamma}$$

Las curvas se ajustan para que varíen entre 0 y L−1

Gonzáles – Woods DIE 4th Ed.

Mejoramiento del contraste

- **Corrección Gamma**



a b
c d

FIGURE 3.8 (a) Magnetic resonance image (MRI) of a fractured human spine. (b)–(d) Results of applying the transformation in Eq. (3.2-3) with $c = 1$ and $\gamma = 0.6, 0.4,$ and 0.3, respectively. (Original image courtesy of Dr. David R. Pickens, Department of Radiology and Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center.)

Gonzáles – Woods DIE 4th Ed.

Mejoramiento del contraste

- **Corrección Gamma**

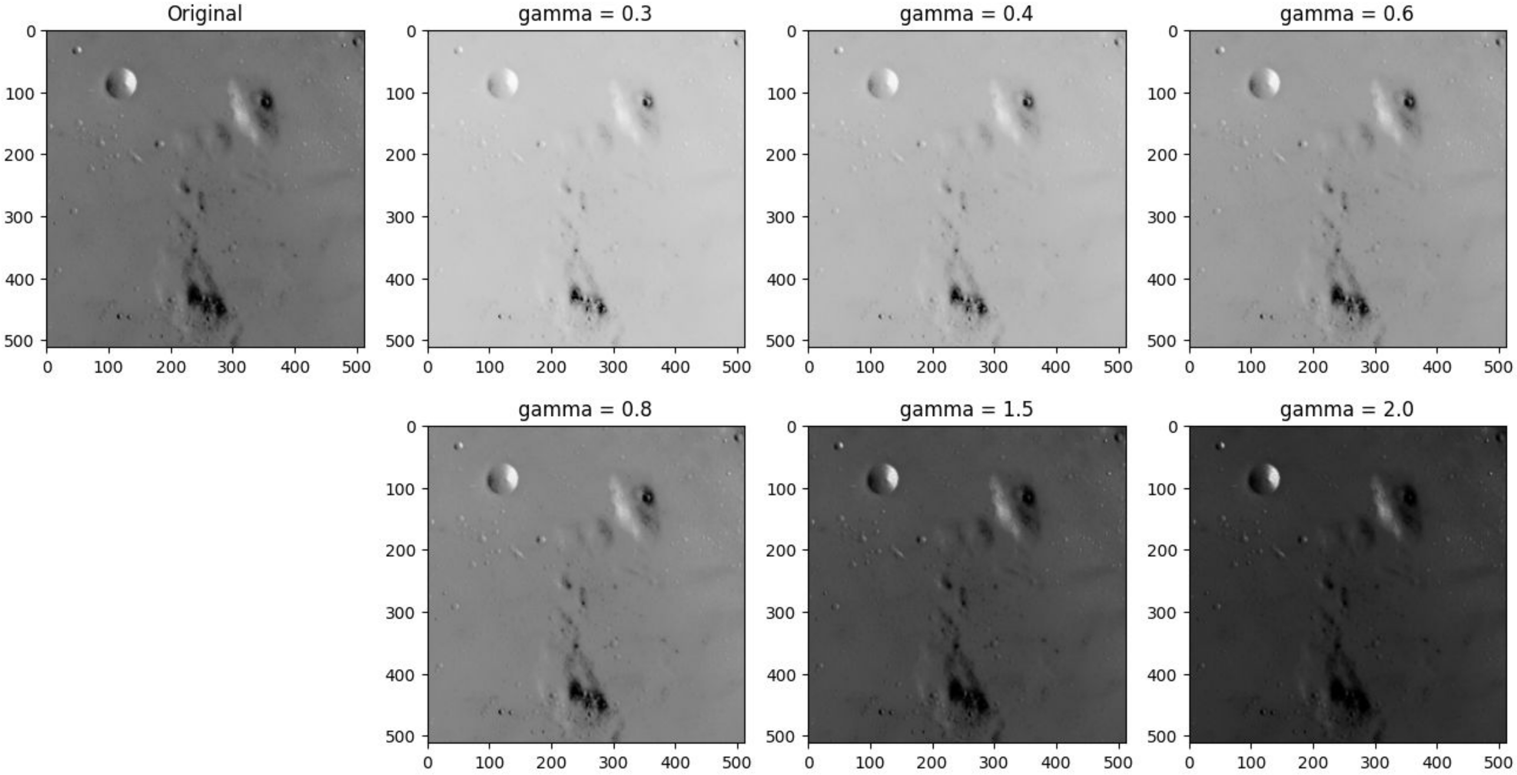
a b
c d

FIGURE 3.9
(a) Aerial image. (b)–(d) Results of applying the transformation in Eq. (3.2-3) with $c = 1$ and $\gamma = 3.0, 4.0,$ and 5.0, respectively. (Original image for this example courtesy of NASA.)

Gonzáles – Woods DIE 4th Ed.

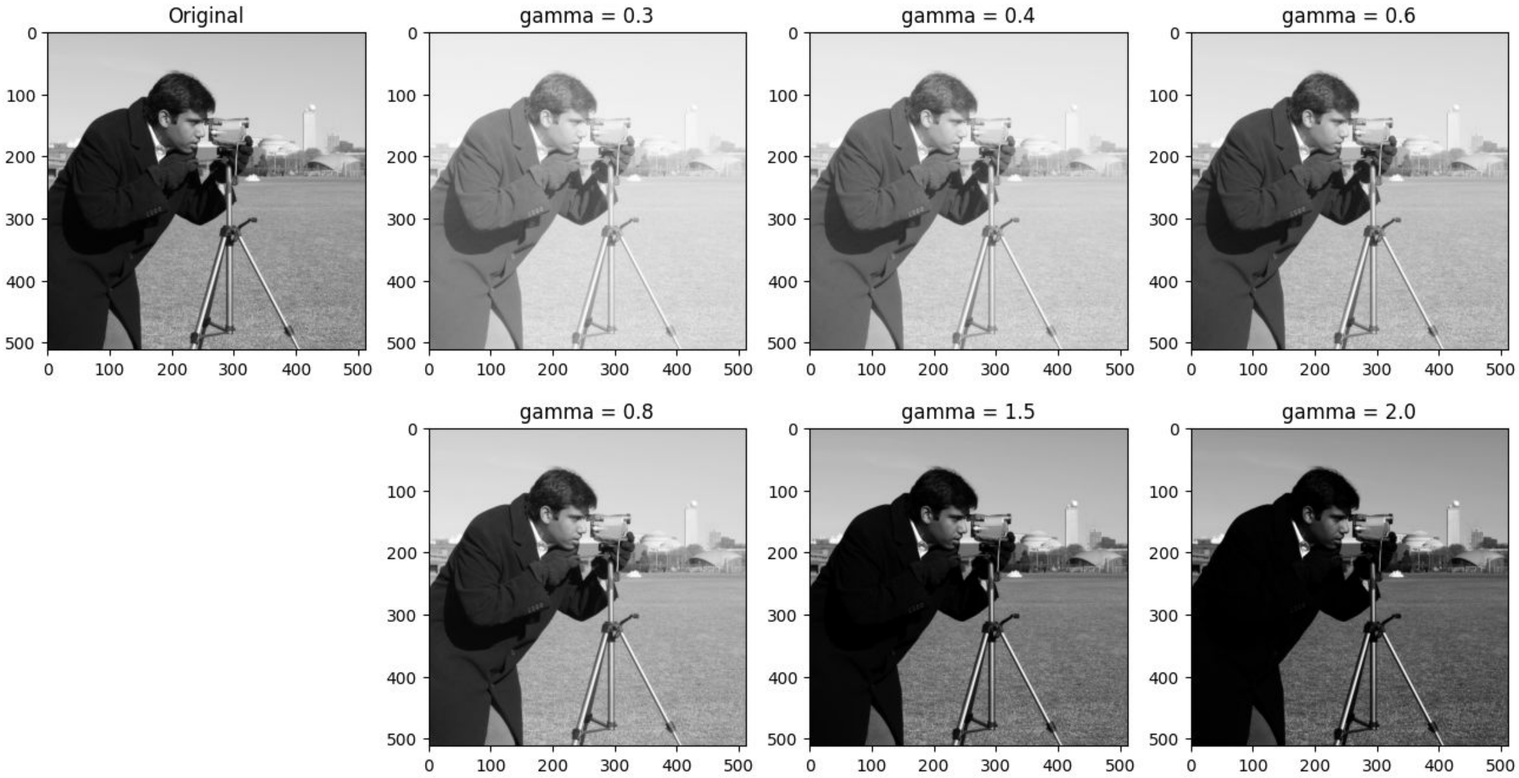
Mejoramiento del contraste

- **Corrección Gamma (c=1)**



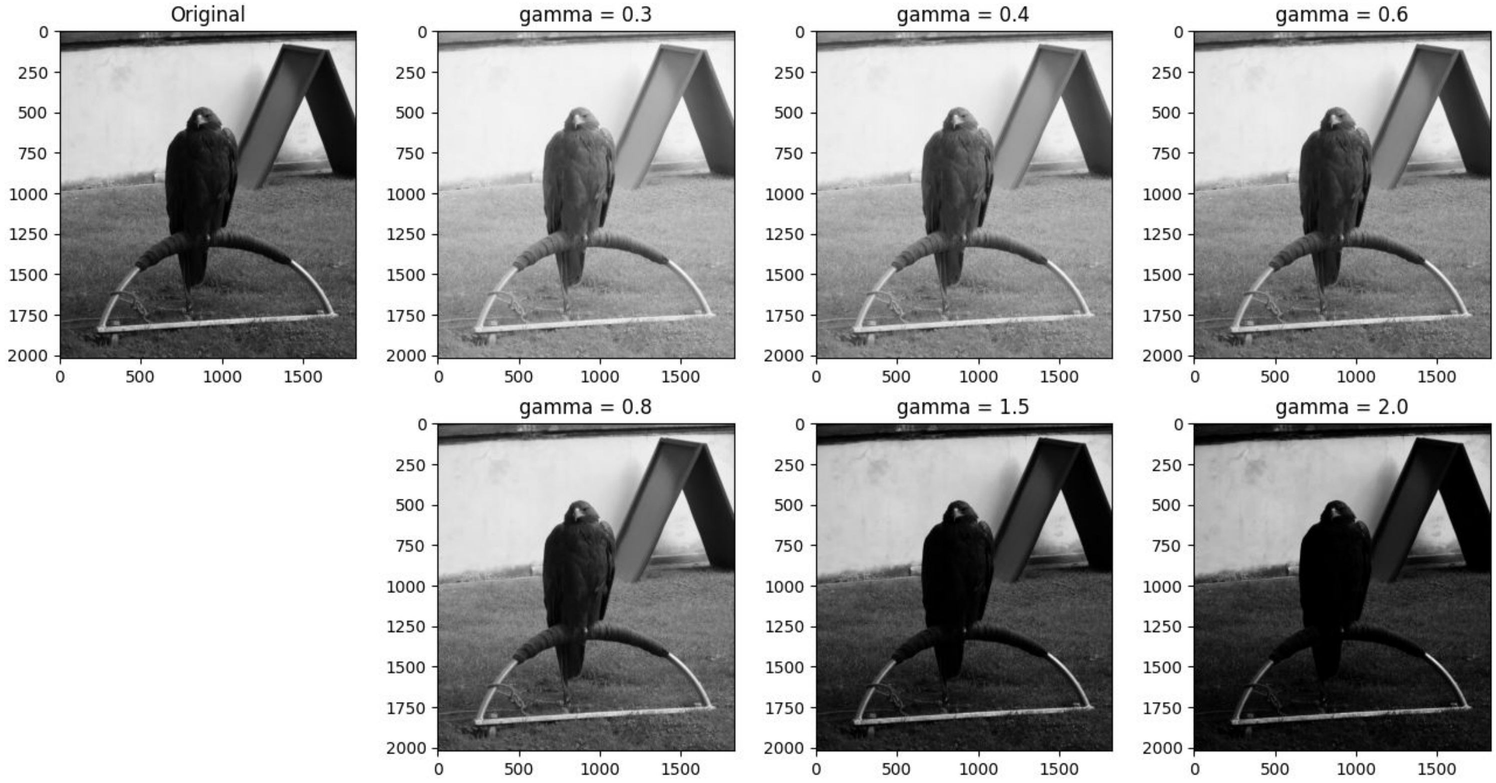
Mejoramiento del contraste

- **Corrección Gamma (c=1)**



Mejoramiento del contraste

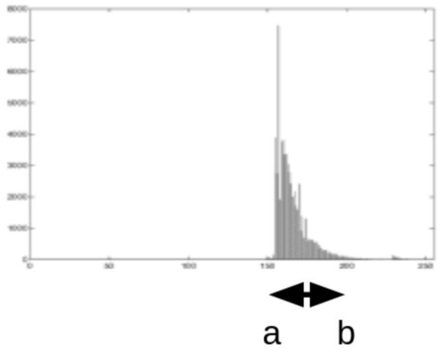
- **Corrección Gamma (c=1)**

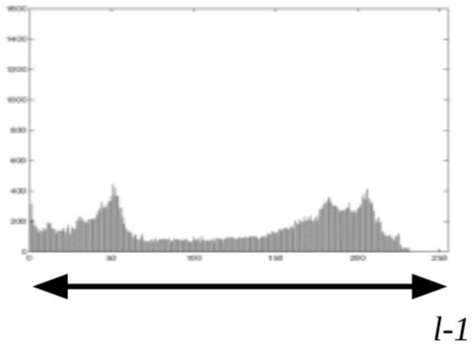


Mejoramiento del contraste

- **Escalamiento Lineal (*Contrast Stretching*)**

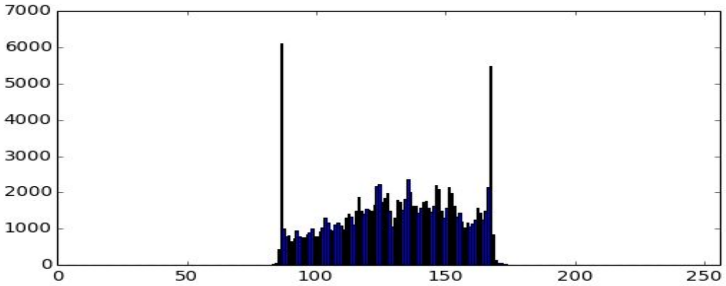
$$G(\mathrm{x}) = \left[\frac{I(\mathrm{x}) - a}{b - a}\right] \times (l - 1)$$

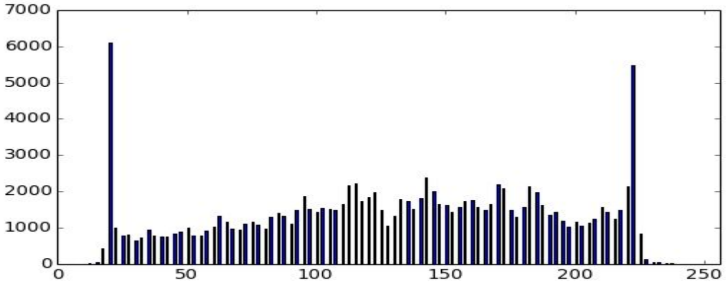




Mejoramiento del contraste

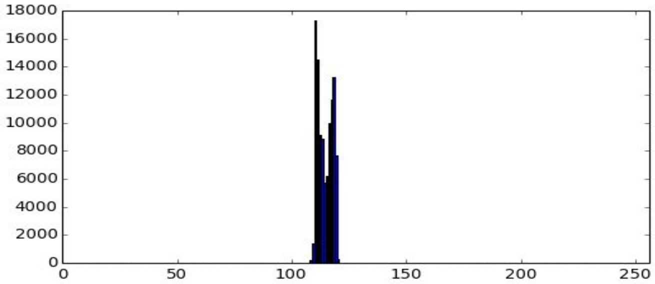
- **Escalamiento Lineal (*Contrast Stretching*)**

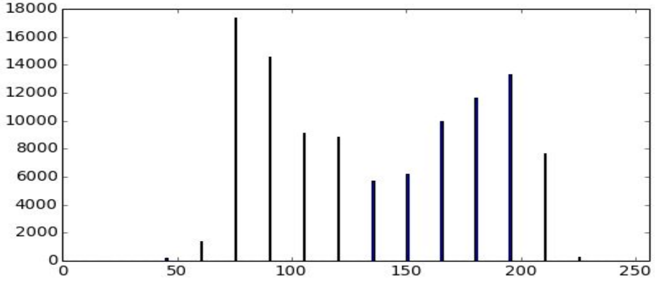




Mejoramiento del contraste

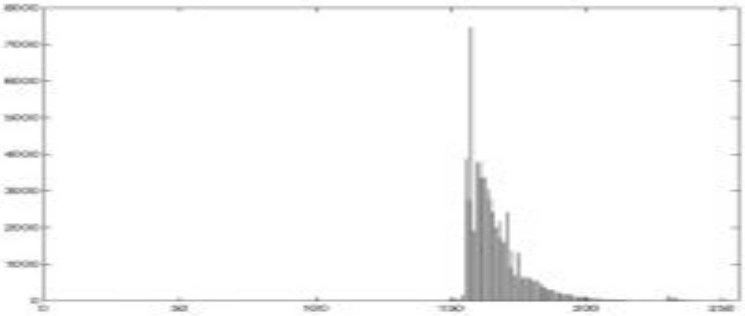
- **Escalamiento Lineal (*Contrast Stretching*)**

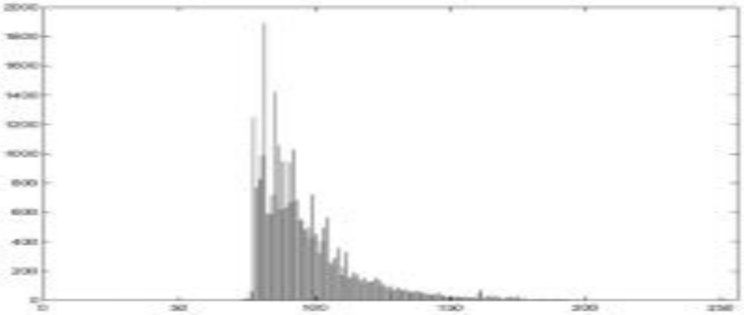




Mejoramiento del contraste

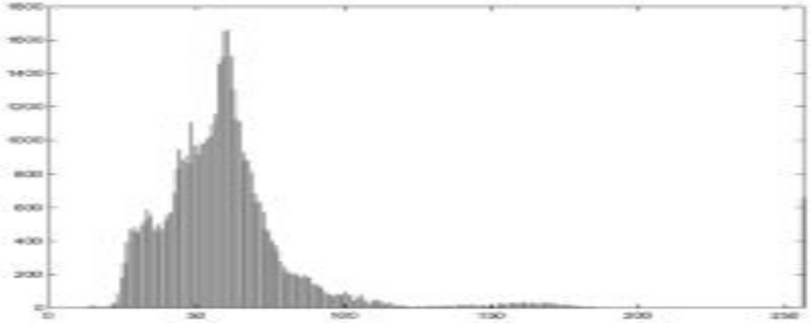
- **Escalamiento Lineal (*Contrast Stretching*)**

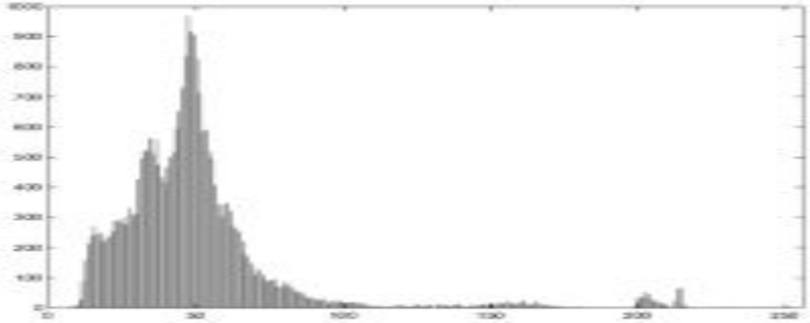




Mejoramiento del contraste

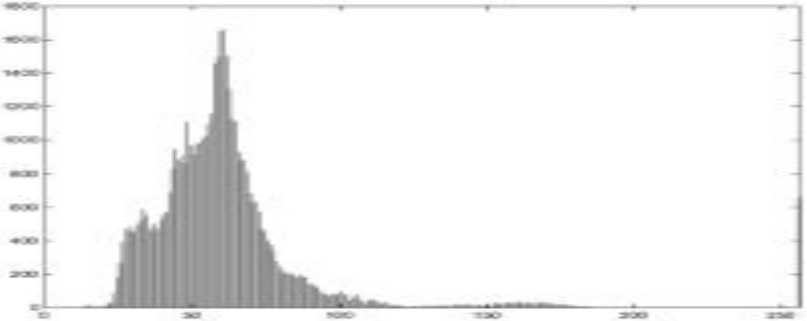
- **Escalamiento Lineal (*Contrast Stretching*)**

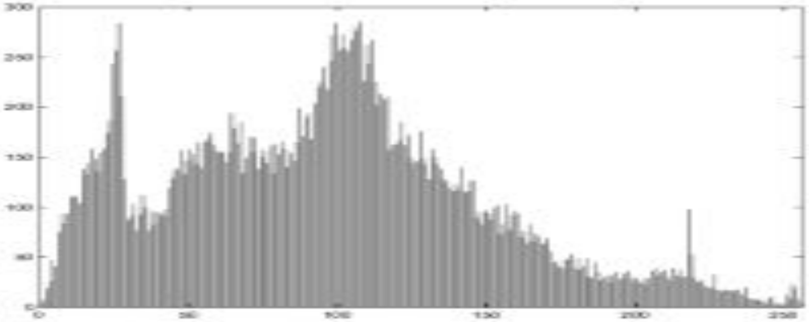




Mejoramiento del contraste

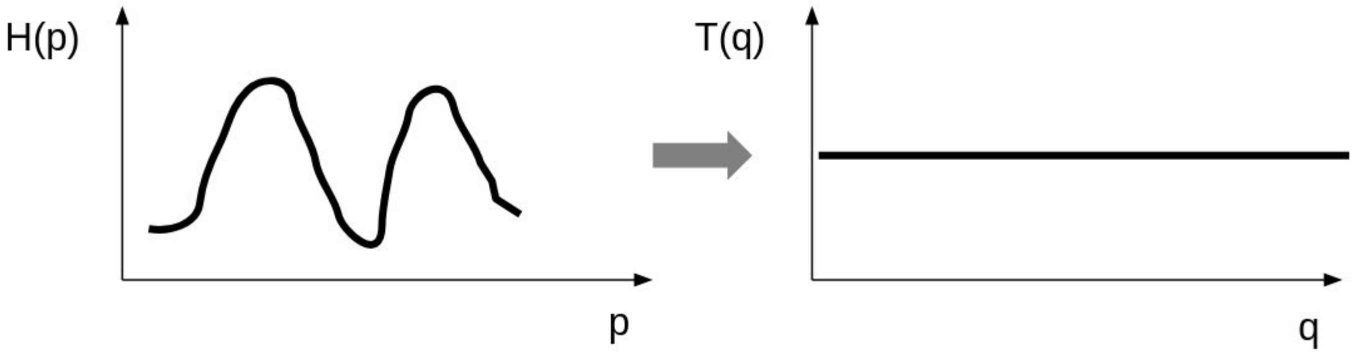
- **Escalamiento Lineal (*Contrast Stretching*)**





Mejoramiento del contraste

- **Ecualización de Histograma**
  - Sea *H* el histograma fuente y *T* el resultante



$$q = w(p)$$

w: transformación

Mejoramiento del contraste

- **Ecualización del Histograma**
  - *Condición*: Sea *I* la imagen original y *G* la imagen resultante, ambas de MxN. Se debe cumplir:

$$I(\mathbf{x}) < I(\mathbf{y}) \rightarrow G(\mathbf{x}) < G(\mathbf{y})$$

[evitar artefactos extraños]

Mejoramiento del contraste

- **Ecualización del Histograma**
  - Caso continuo

$$G(x,y) = M \int_{0}^{I(x,y)} \wp(\omega)\,d\omega$$

$\wp$ es la función de densidad de probabilidades (histograma normalizado) de la imagen original.

  - Caso discreto

$$G(x,y) = M \sum_{i=0}^{I(x,y)} h(i)$$

Mejoramiento del contraste

- **Ecualización del histograma**

Mejoramiento del contraste

- **Ecualización del histograma**

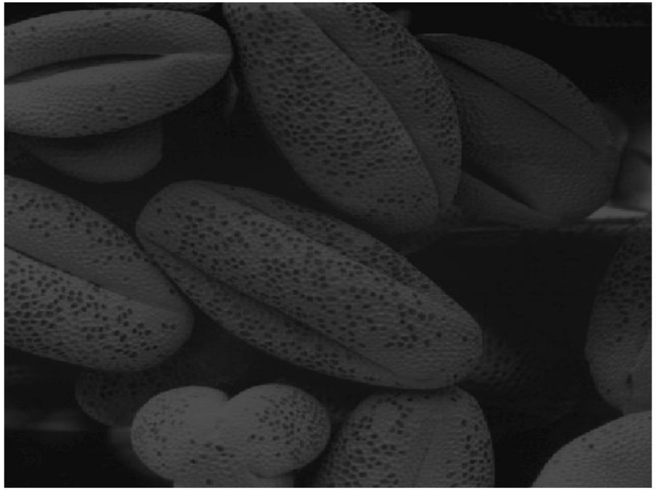
Mejoramiento del contraste

- **Ecualización del histograma**

Mejoramiento del contraste

- **Ecualización del histograma**

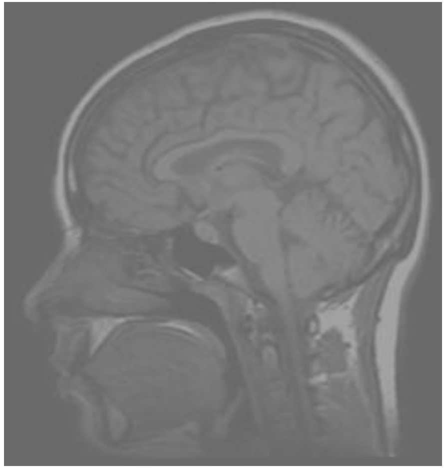
Original

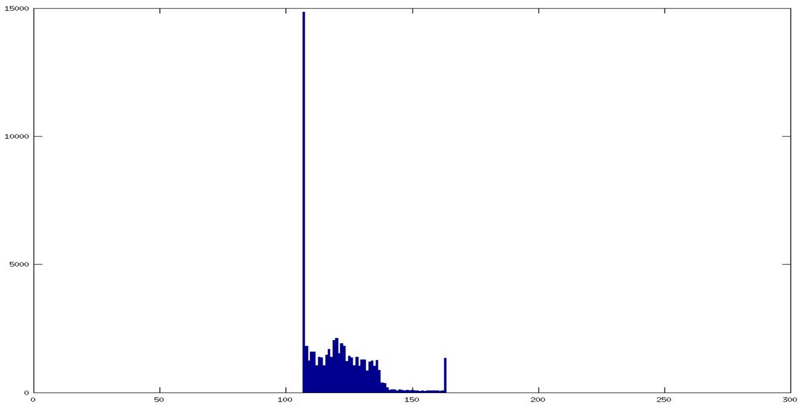


Equalized

Mejoramiento del contraste

- **Ecualización del Histograma**

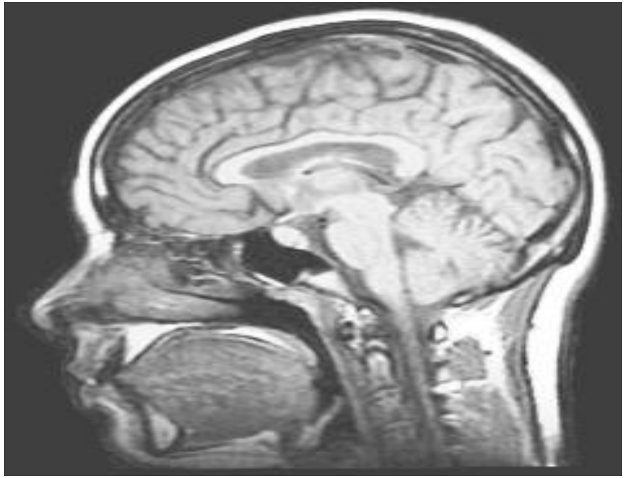




Bajo Contraste

Mejoramiento del contraste

- **Ecualización del Histograma**



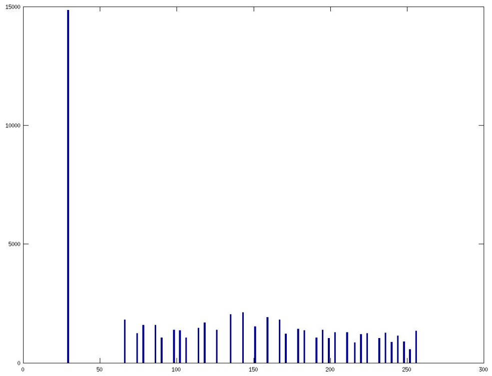
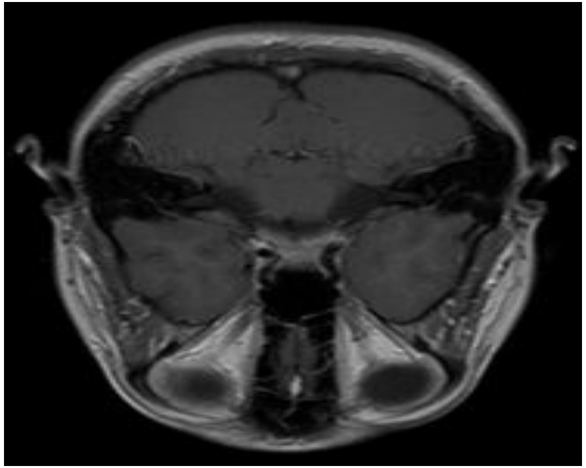
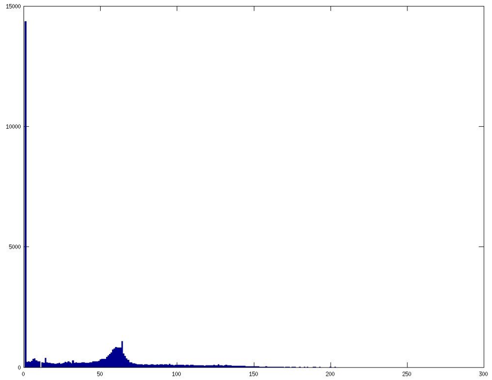


Imagen Ecualizada

Mejoramiento del contraste

- **Ecualización del Histograma**

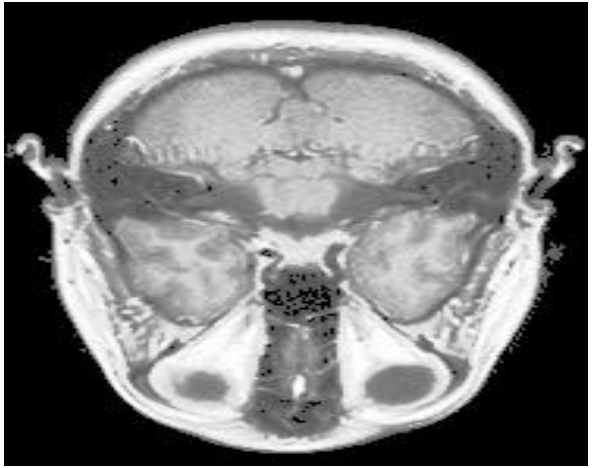




Bajo Contraste

Mejoramiento del contraste

- **Ecualización del Histograma**



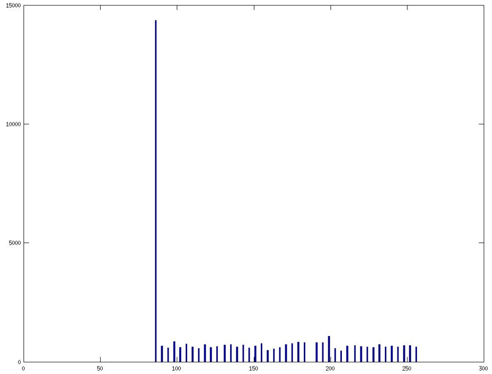
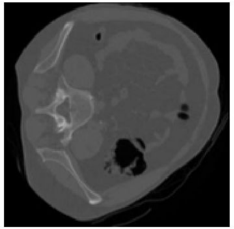
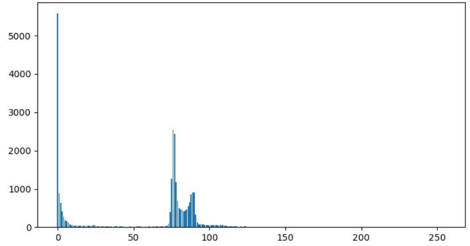


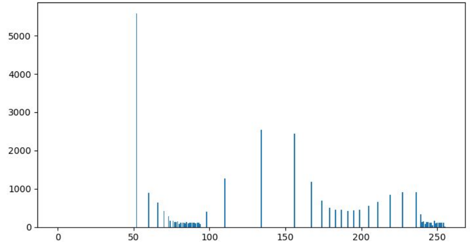
Imagen Ecualizada

Mejoramiento del contraste

- **Ecualización del Histograma**

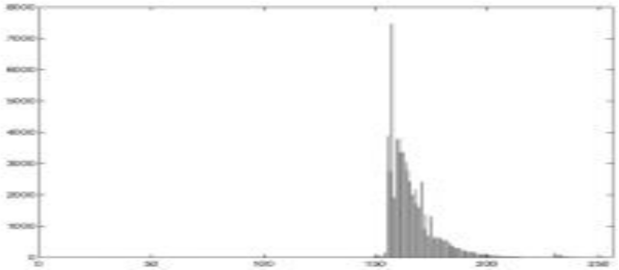


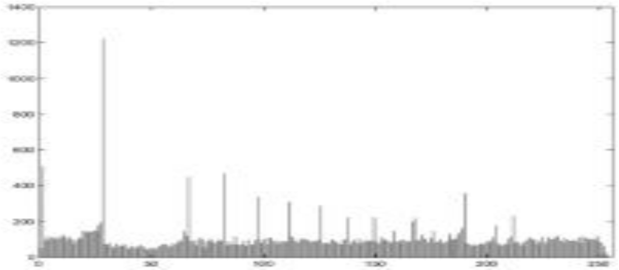




Mejoramiento del contraste

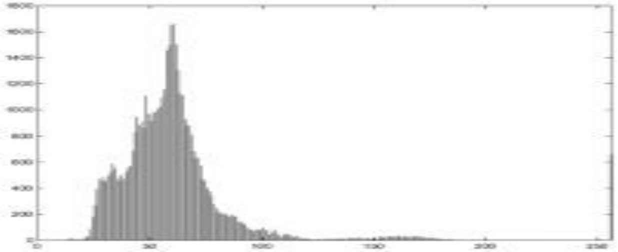
- **Ecualización del Histograma**

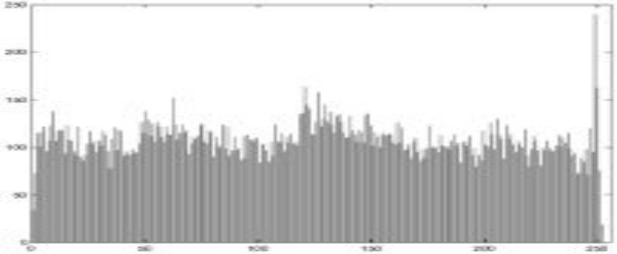




Mejoramiento del contraste

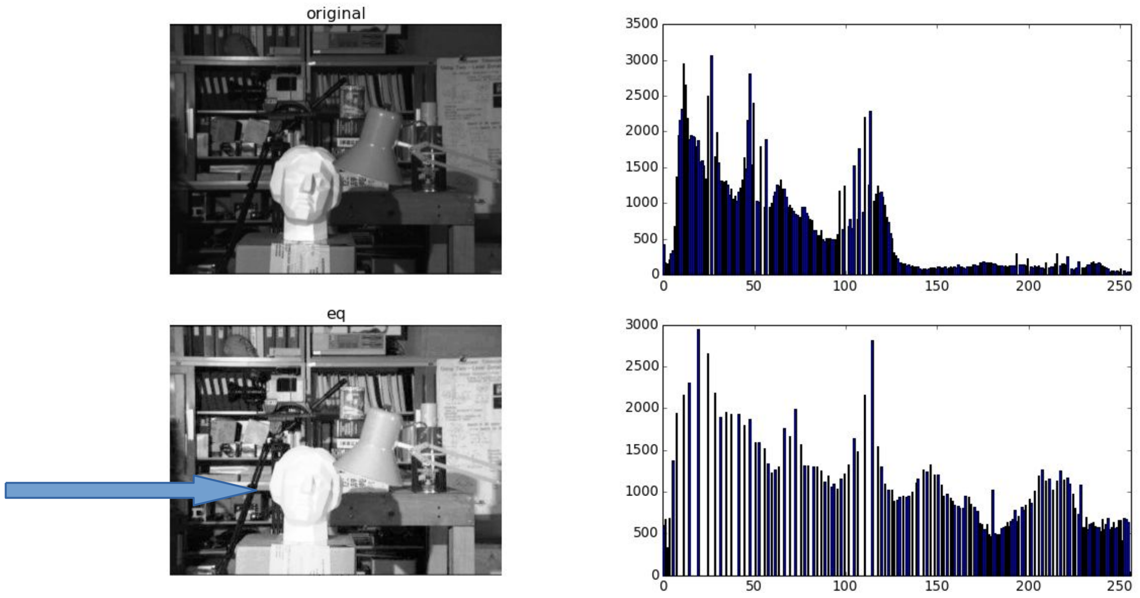
- **Ecualización del Histograma**





Mejoramiento del contraste

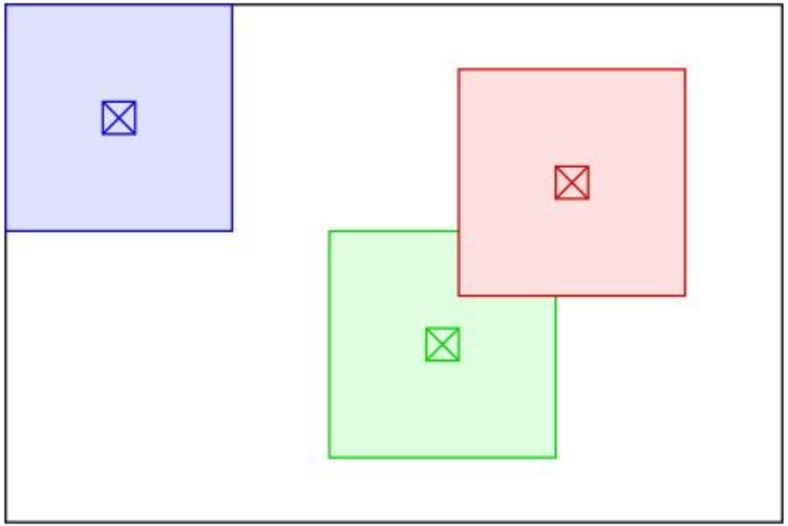
- **Ecualización del Histograma**



Mejoramiento del contraste

Adaptive Histogram Equalization AHE

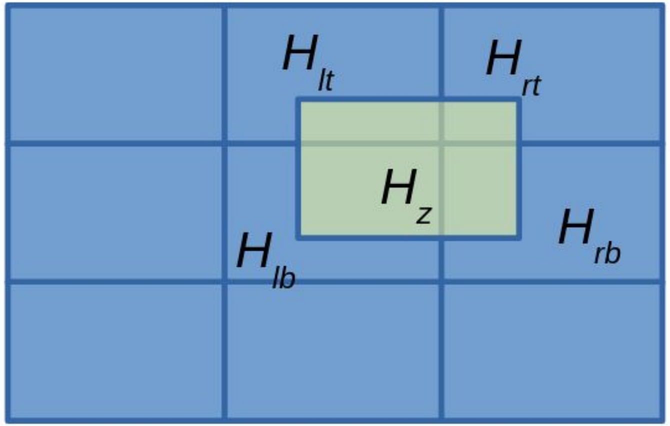
Histograma calculado localmente



Mejoramiento del contraste

Adaptive Histogram Equalization AHE

- Calcular un histograma por cada punto es altamente costoso.
- Es más eficiente calcular histogramas para un conjunto de regiones, y luego interpolar para el resto.



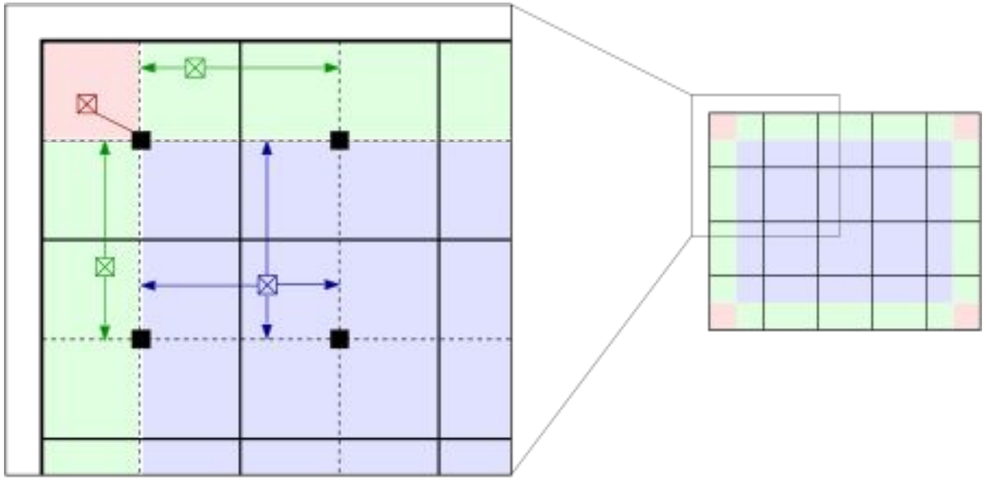
- El histograma de la región verde debe ser interpolado a partir de los histogramas de las regiones que la intersectan.

$$H_z = w_{lt}H_{lt} + w_{lb}H_{lb} + w_{rt}H_{rt} + w_{rb}H_{rb}$$

Mejoramiento del contraste

Adaptive Histogram Equalization AHE

Histograma calculado localmente



Mejoramiento del contraste

Adaptive Histogram Equalization AHE

$$H_z = w_{lt}H_{lt} + w_{lb}H_{lb} + w_{rt}H_{rt} + w_{rb}H_{rb}$$

l: left
r: right
t: top
b: bottom

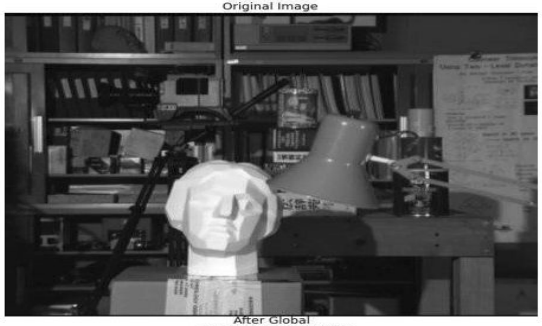
w_x: pesos para cada H_x

¿Cómo calcularlos?

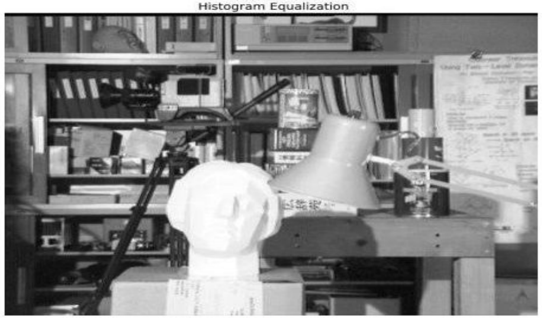
Mejoramiento del contraste

- **Adaptive Histogram Equalization AHE**

Original Image



After Global
Histogram Equalization



image

image