



## 4. Procesamiento de Puntos

### Bootcamp Visión Artificial para los ODS



MSc. Edwin Salcedo



7 de April 2022



Zoom

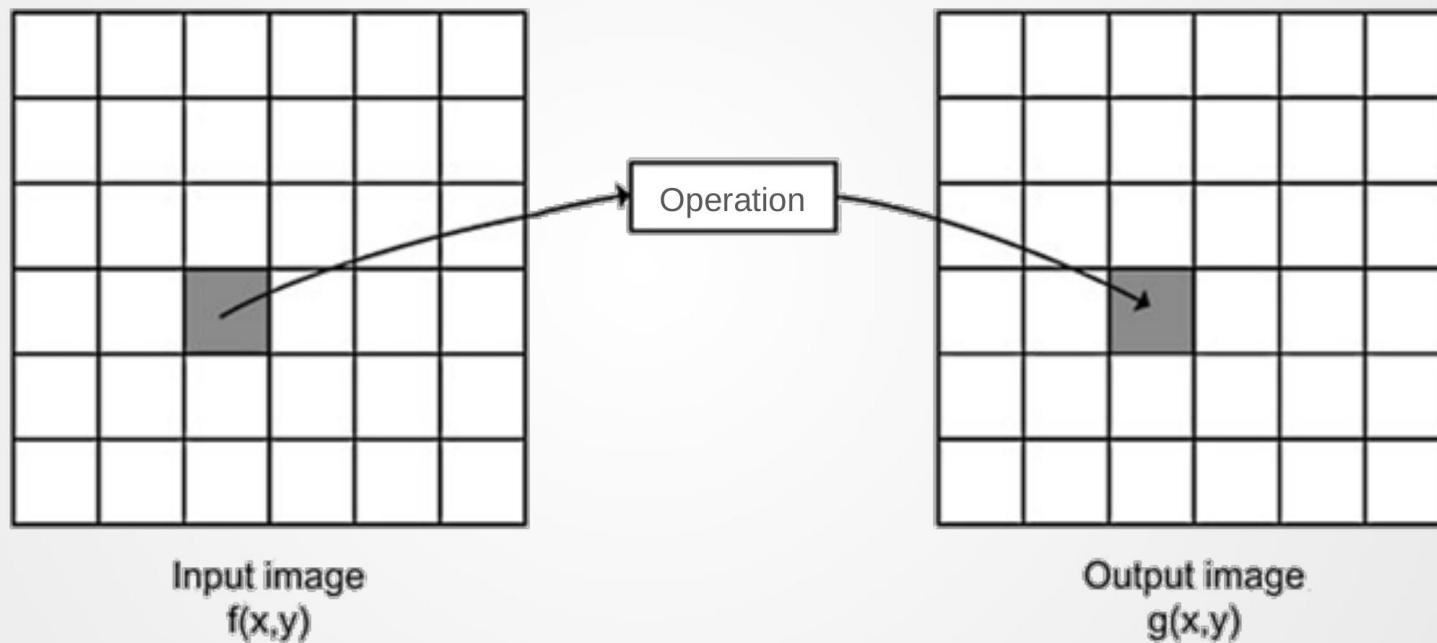


UNIVERSIDAD  
**CATÓLICA**  
BOLIVIANA  
LA PAZ



MSc. Edwin Salcedo

# Procesamiento de puntos



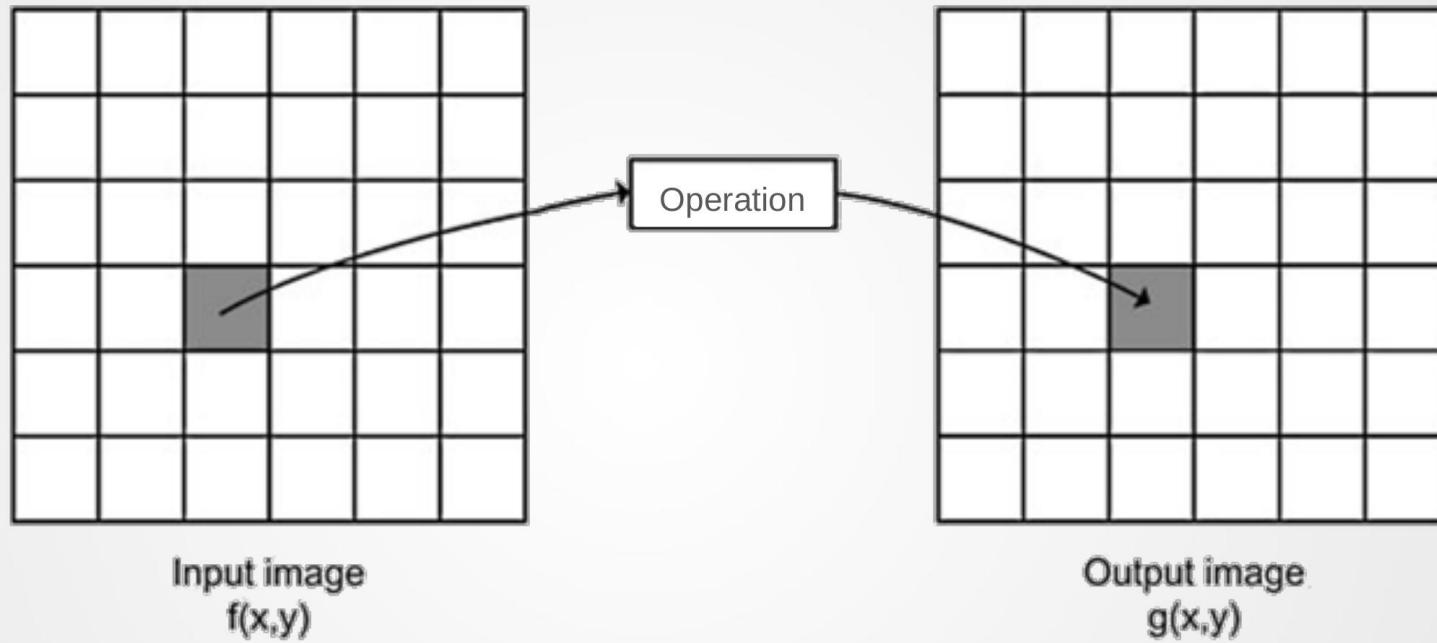
Gonzalez, R. C., Woods, R. (2007). Digital Image Processing.

MSc. Edwin Salcedo

# Procesamiento de puntos



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ



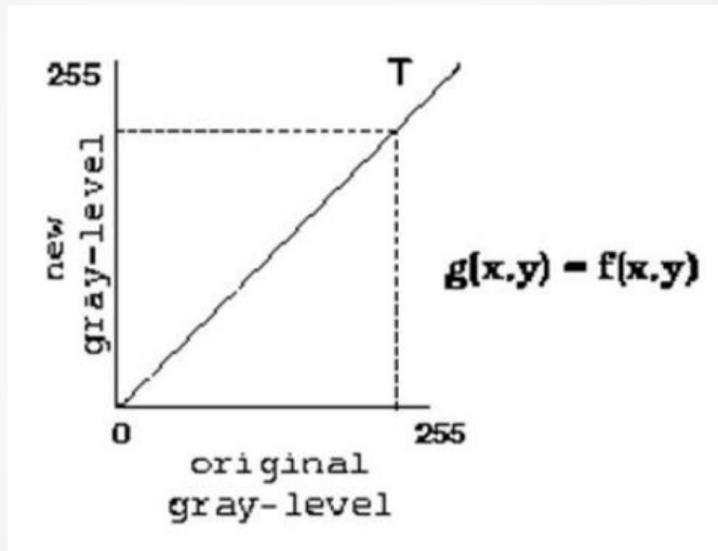
$$g(x, y) = T[f(x, y)] \text{ donde } T \text{ opera en cada pixel}$$

# Transformaciones básicas



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ

## Transformación de identidad



$$g(x,y) = T[f(x,y)] \text{ donde } T \text{ opera en cada pixel}$$

Gonzalez, R. C., Woods, R. (2007). Digital Image Processing.

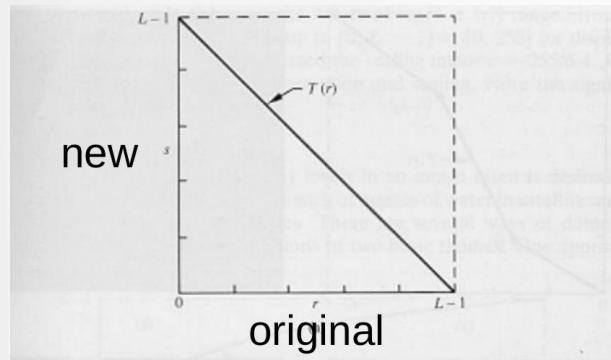
MSc. Edwin Salcedo

# Transformaciones básicas

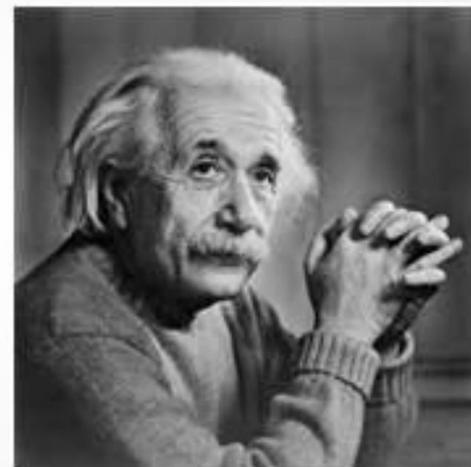


UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ

## Transformación Negativa



$$t(f) = 255 - f(x, y)$$



original



new

Gonzalez, R. C., Woods, R. (2007). Digital Image Processing.

MSc. Edwin Salcedo

# Transformaciones básicas

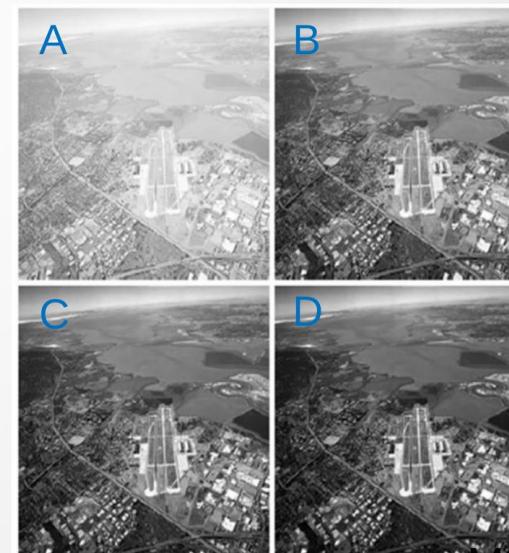
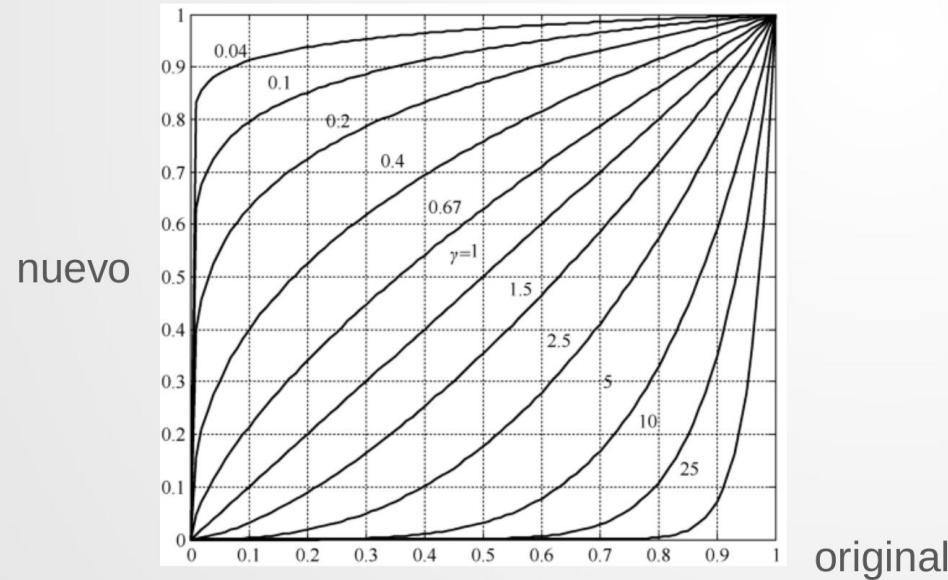


UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ

## Transformación exponencial (Transformación de ley de potencia)

$$t(f) = (f(x, y) + esp)^{\gamma}$$

Donde **esp** es el coeficiente de compensación, y  $\gamma$  es el coeficiente gamma.



- A: original
- B:  $\gamma = 0.30$
- C:  $\gamma = 0.40$
- D:  $\gamma = 0.50$

MSc. Edwin Salcedo

Gonzalez, R. C., Woods, R. (2007). Digital Image Processing.

# Ecualización de histograma o Histogram Equalisation (HE)



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ

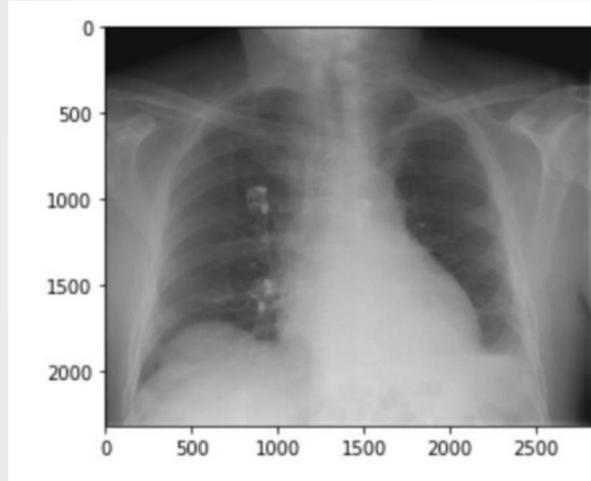
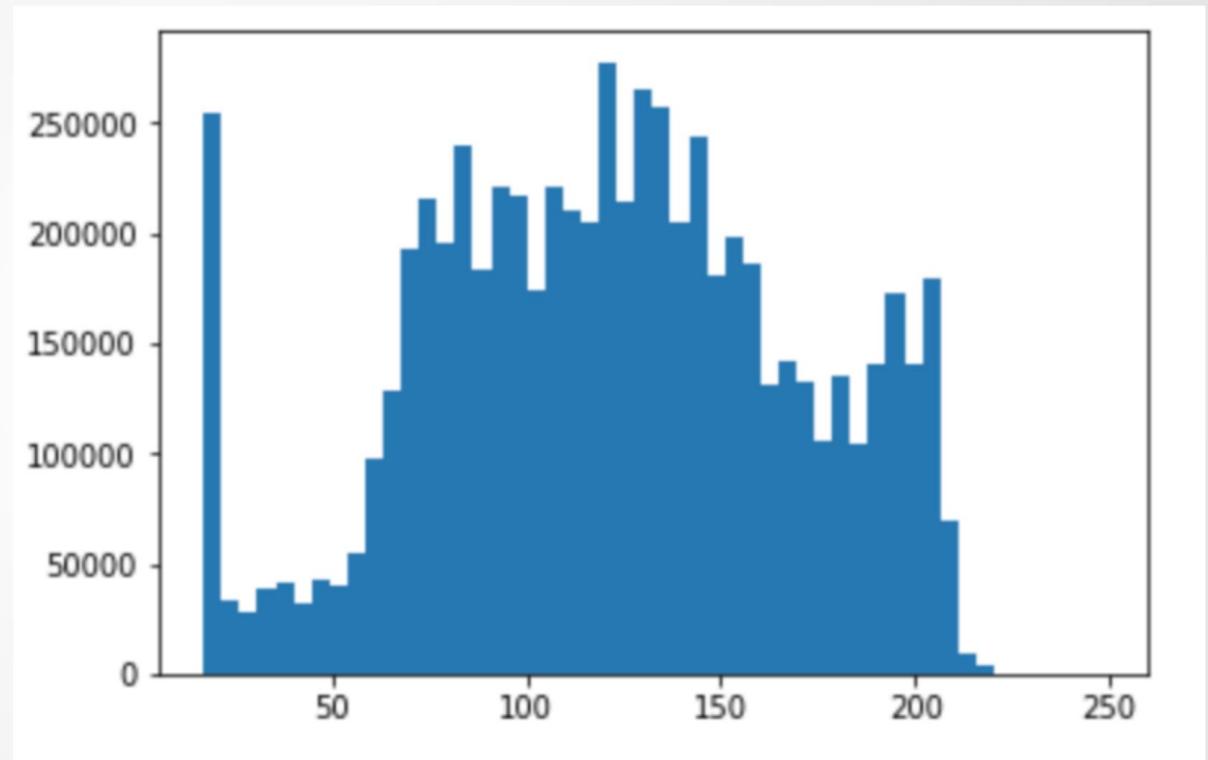


Imagen en escala de grises

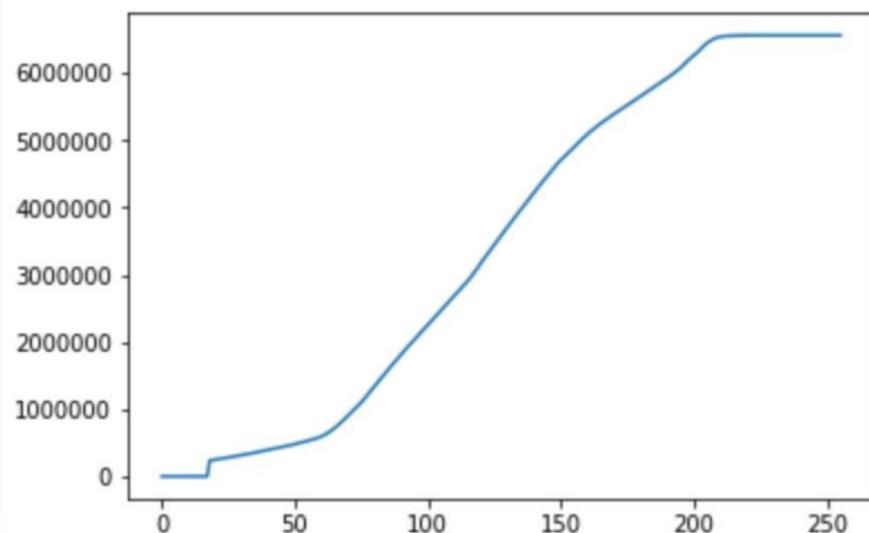


Histograma de ocurrencia de cada píxel  
MSc. Edwin Salcedo

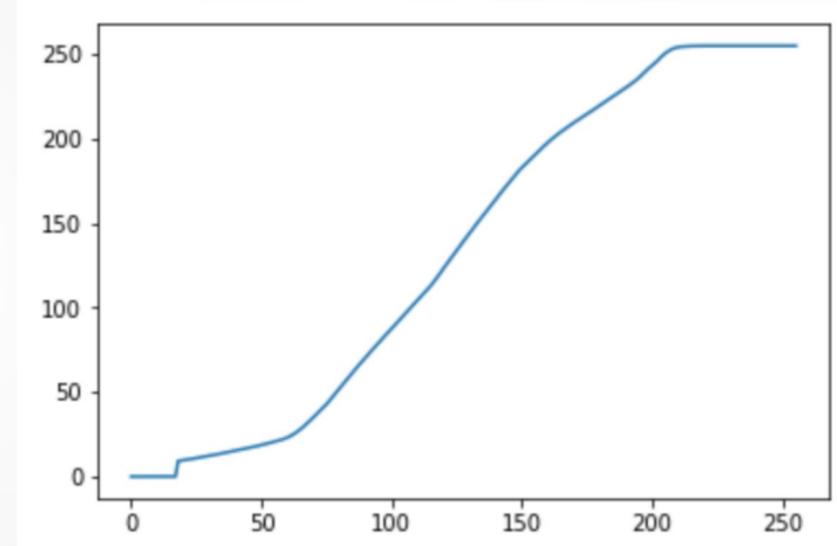
# Ecuación de histograma



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ



Obtener la suma acumulada



Normalizar los valores

MSc. Edwin Salcedo

# Ecuación de histograma

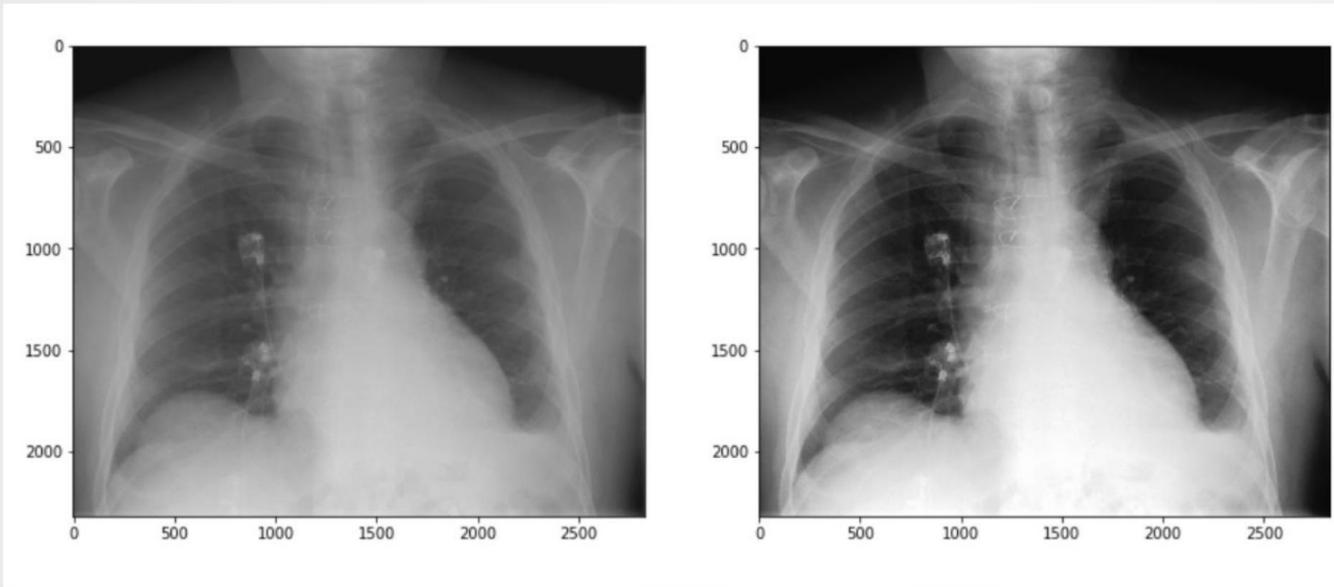
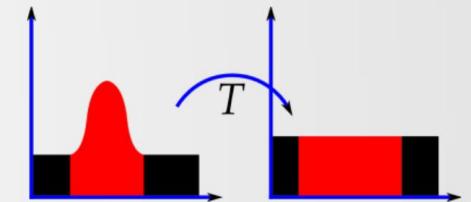


Imagen de salida después del reemplazo de valores



$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

MSc. Edwin Salcedo

# Ejemplo



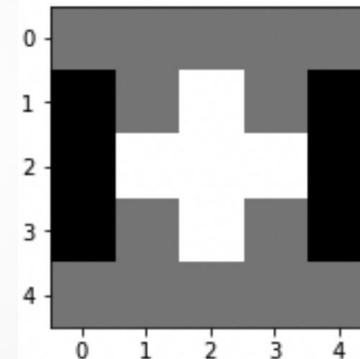
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

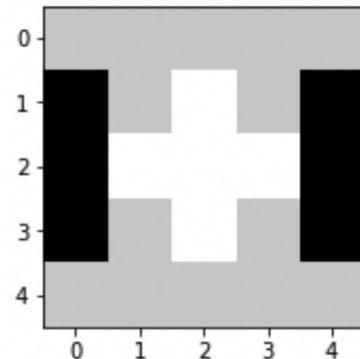
a1 = np.array([[4,4,4,4,4],
              [3,4,5,4,3],
              [3,5,5,5,3],
              [3,4,5,4,3],
              [4,4,4,4,4]])

a2 = np.array([[6,6,6,6,6],
              [2,6,7,6,2],
              [2,7,7,7,2],
              [2,6,7,6,2],
              [6,6,6,6,6]])

f, axarr = plt.subplots(1,2)
axarr[0].imshow(a1, cmap="gray")
axarr[1].imshow(a2, cmap="gray")
```



a1



a2

MSc. Edwin Salcedo

# Ecuación de histograma en OpenCV



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ

```
# Importar libraries
import cv2
import numpy as np

# Leer una imagen en escala de grises
img = cv2.imread('F:\\do_nawab.png', 0)

# Crear el histograma
# img: imagen de entrada, puede ser a escala de grises o colores.
# canal: índice de canal para el cual deseamos calcular el histograma, en una imagen a escala de grises [0], si la imagen es a colores podemos indicar [0], [1], [2] para los canales B, G, R respectivamente.
# mascara: máscara que define la región sobre la que deseamos calcular el histograma, es opcional.
# intensidad máxima, para nosotros [256]
# ranges: nuestro rango de valores, usaremos [0, 256].
hist = cv2.calcHist([img], [0], None, [256], [0, 256])

# Crear la ecualización de una imagen usando cv2.equalizeHist()
equ = cv2.equalizeHist(img)

# Unir dos imágenes
res = np.hstack((hist, equ))

# Mostrar la imagen resultado
plt.plot(hist, color="gray")
# Mostrar la imagen resultado
plt.imshow(res)
```

MSc. Edwin Salcedo

# Ecualización de histograma: mal ejemplo



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ



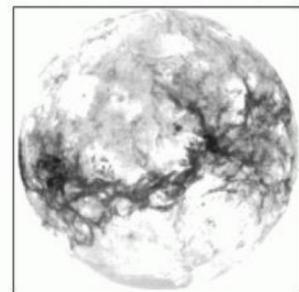
a1



a2

MSc. Edwin Salcedo

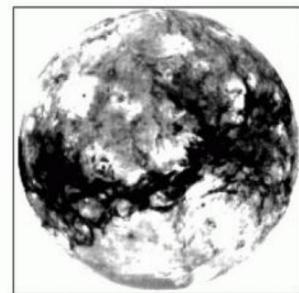
# Brillo y contraste



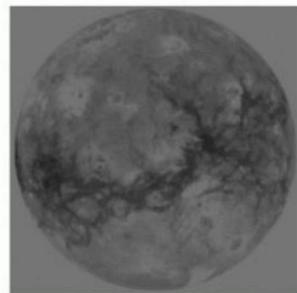
a. Brightness too high



b. Brightness too low

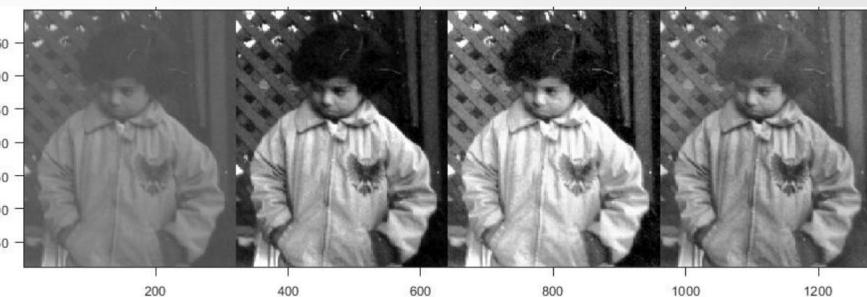


c. Contrast too high



d. Contrast too low

Bajo brillo



Bajo contraste

# Ecualización de histograma adaptable (AHE)

Ecualización de histograma basada en un histograma obtenido de una parte de la imagen



Enfoque de mosaico: subdividir en regiones superpuestas, mitigar el efecto de bloqueo mediante una combinación suave entre mosaicos vecinos



Enfoque de ventana deslizante: histograma (y mapeo) diferente para cada píxel

MSc. Edwin Salcedo



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ

# Ecualización de histograma adaptable (AHE)



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ



Imagen original



Ecualización de histograma  
AHE (Cuadros de 8x8 )



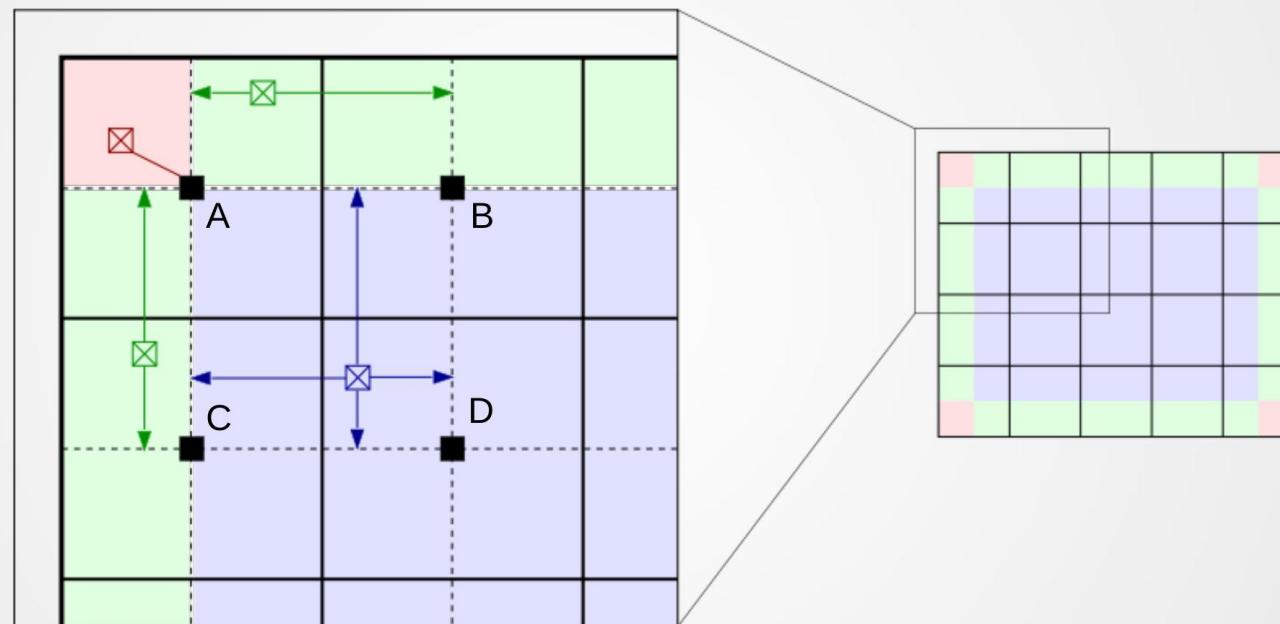
AHE (Cuadros de 8x8 )



AHE (Cuadros de 16x16)

MSc. Edwin Salcedo

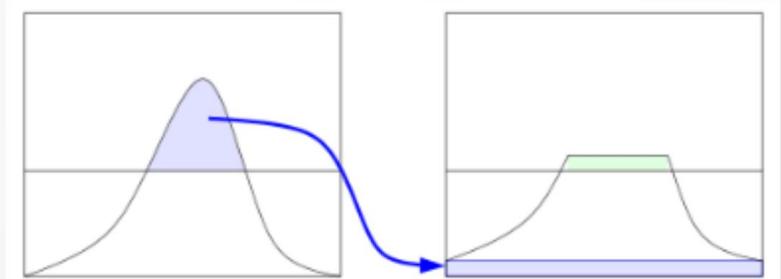
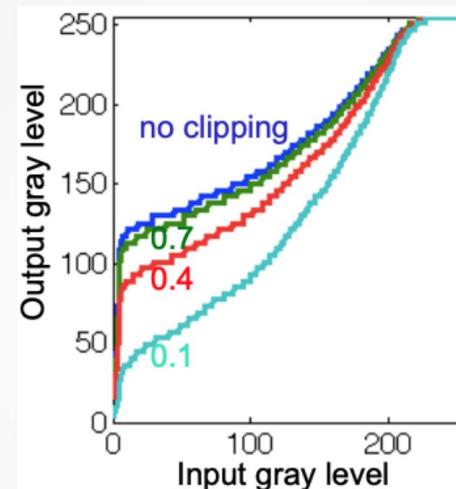
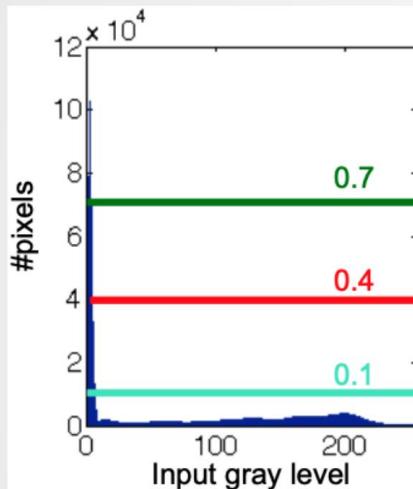
# Interpolación bilineal



[https://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive\\_histogram\\_equalization](https://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive_histogram_equalization)

MSc. Edwin Salcedo

# Ecuación de histograma adaptable limitada por contraste (CLAHE)



[https://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive\\_histogram\\_equalization](https://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive_histogram_equalization)  
MSC. Edwin Salcedo

# Ecualización de histograma adaptable limitada por contraste (CLAHE)



UNIVERSIDAD  
**CATÓLICA**  
BOLIVIANA  
LA PAZ



Original Image



Histogram Equalized Image



CLAHE output

MSc. Edwin Salcedo

# CLAHE en OpenCV



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ

```
import cv2
import numpy as np

# Leer la imagen y cambiarla a escala de grises
image = cv2.imread("image.jpg")
image_bw = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

# Crear un objeto CLAHE y definir el límite de contraste
clahe = cv2.createCLAHE(clipLimit = 5)
# Aplicar CLAHE e incrementar el brillo de la imagen
final_img = clahe.apply(image_bw) + 30

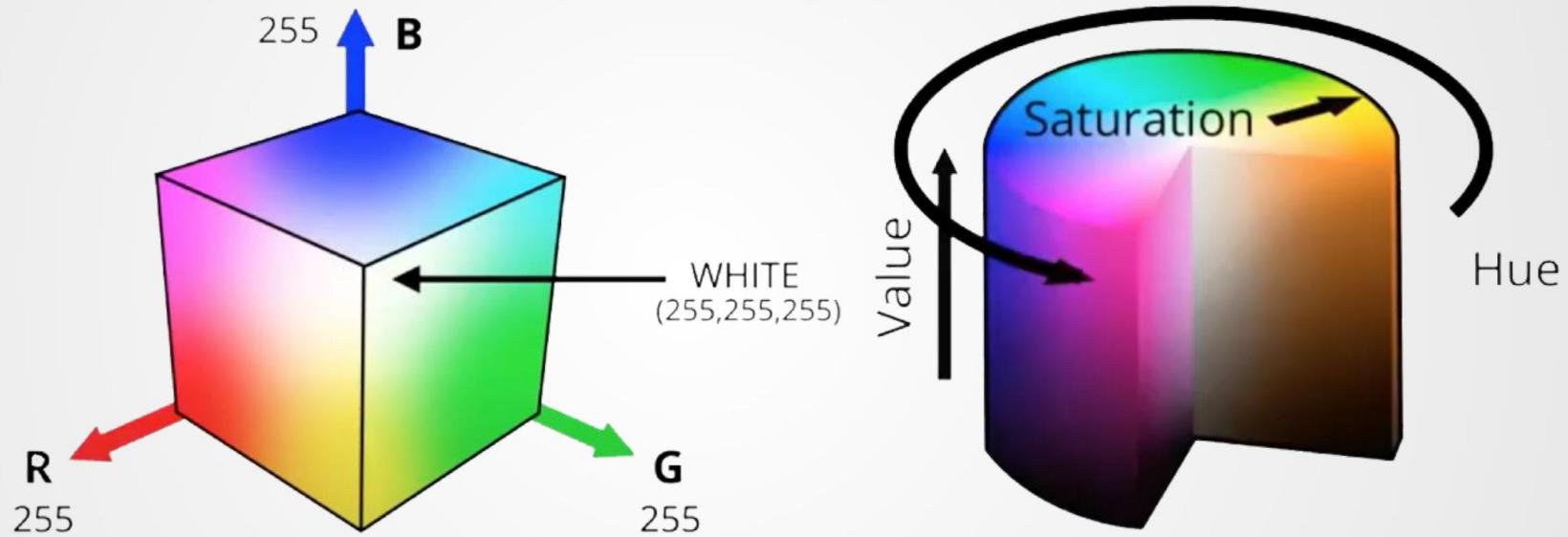
# Mostrar los resultados
cv2.imshow("CLAHE image", final_img)
```

MSc. Edwin Salcedo

# Modelo de colores



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ

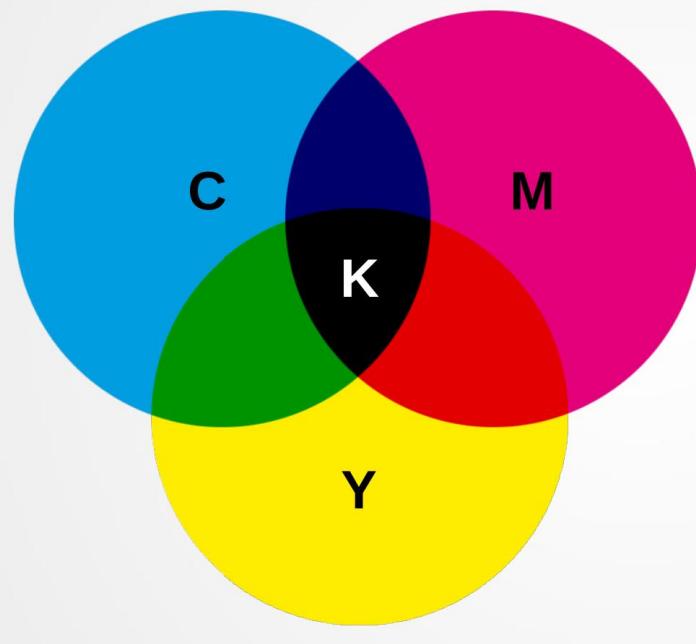


MSc. Edwin Salcedo

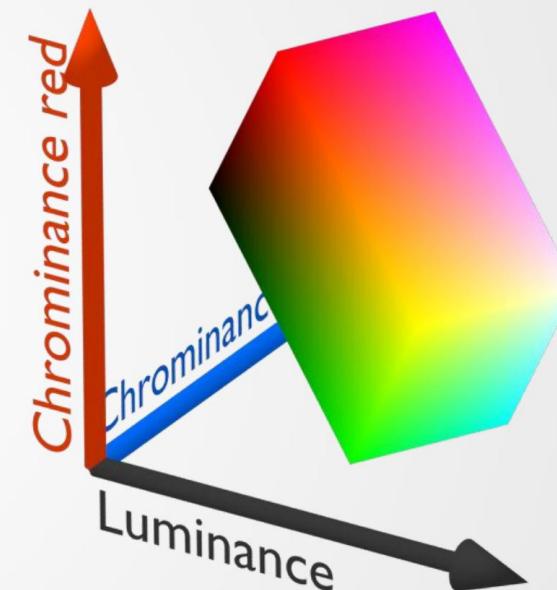
# Modelo de colores



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ



CMYK  
(Colores sustractivos)



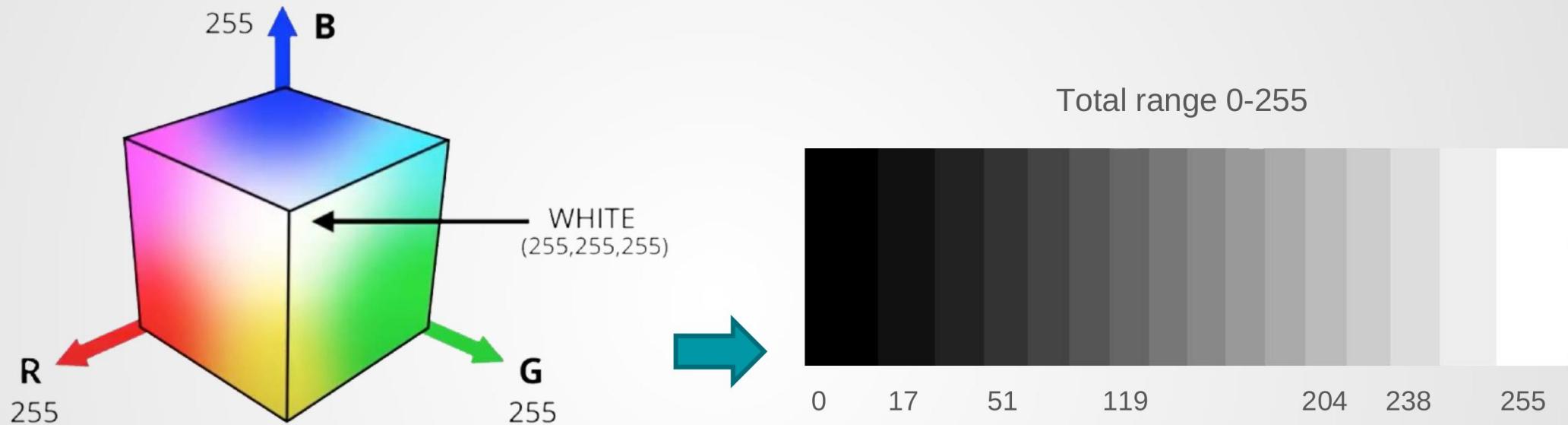
Y'CrCB

MSc. Edwin Salcedo

# Conversión de modelo de color



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ

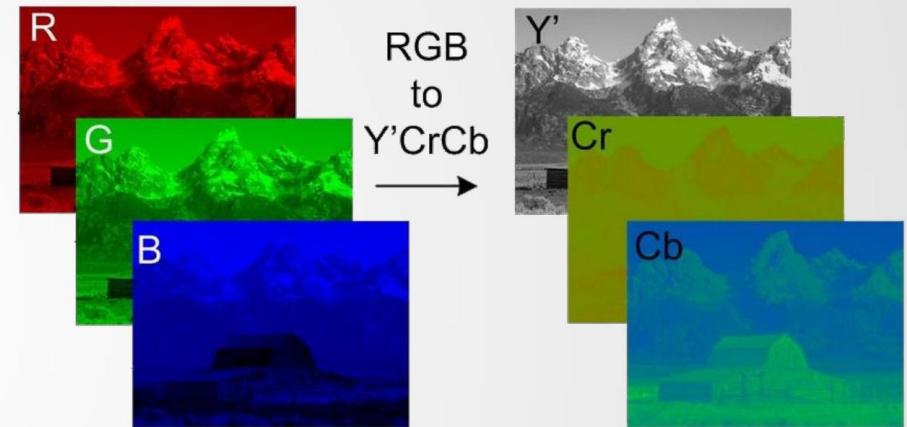
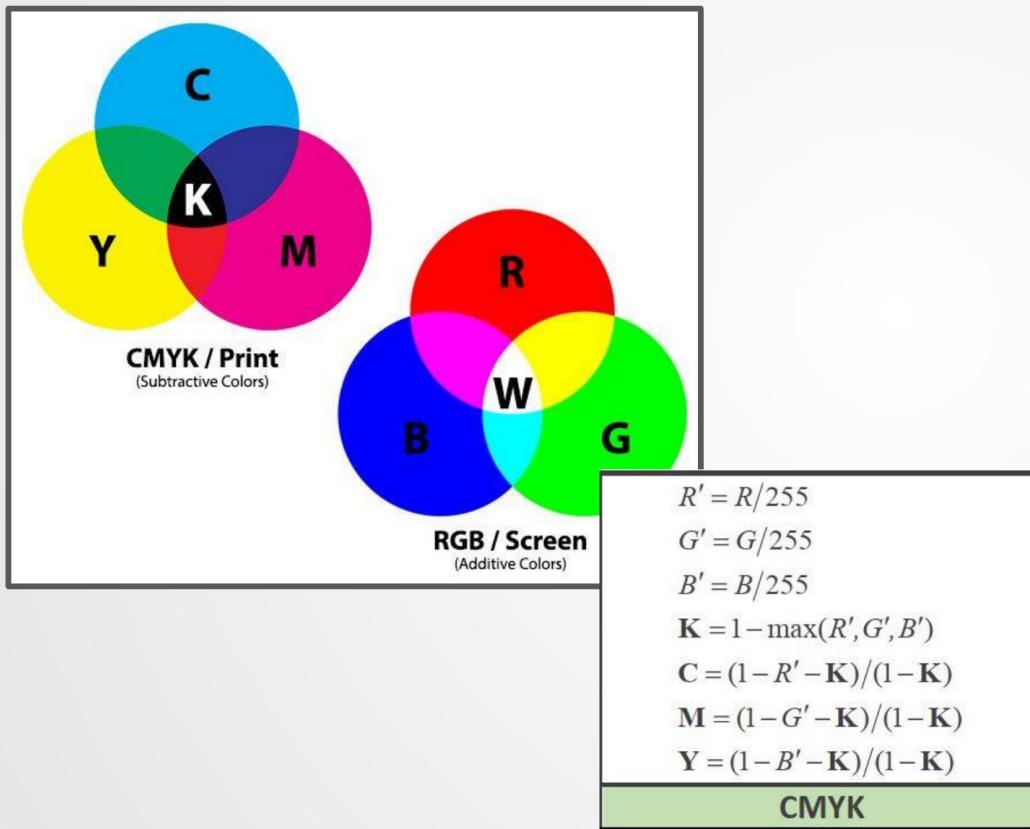


$$\text{GrayColour} = (\max(R, G, B) + \min(R, G, B)) / 2$$
$$\text{GrayColour} = (R + G + B) / 3$$
$$\text{GrayColour} = 0.21 * R + 0.72 * G + 0.07 * B$$

# Conversión de modelo de color



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ



Digital Y'CbCr (8 bits per sample) is derived from analog R'G'B' as follows:

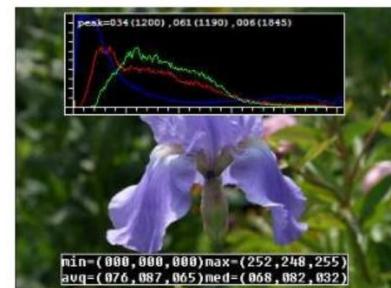
$$Y' = 16 + (65.481 \cdot R' + 128.553 \cdot G' + 24.966 \cdot B')$$
$$C_B = 128 + (-37.797 \cdot R' - 74.203 \cdot G' + 112.0 \cdot B')$$
$$C_R = 128 + (112.0 \cdot R' - 93.786 \cdot G' - 18.214 \cdot B')$$

MSc. Edwin Salcedo

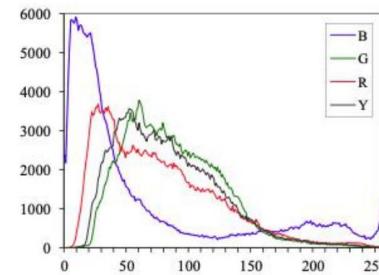
# Ecualización de histogramas en imágenes en color



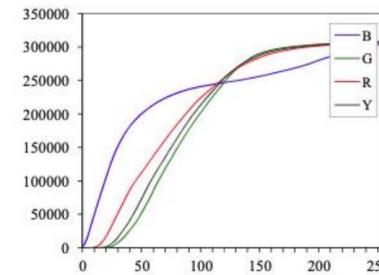
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
BOLIVIANA  
LA PAZ



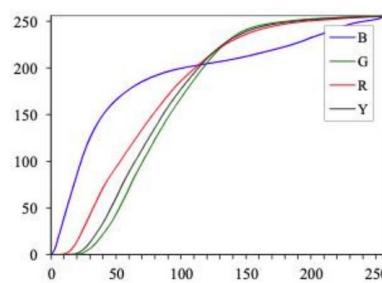
(a)



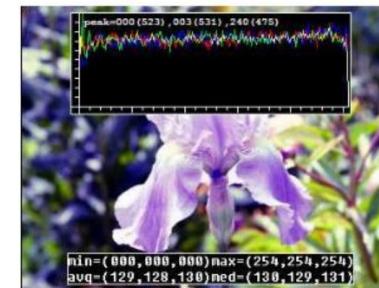
(b)



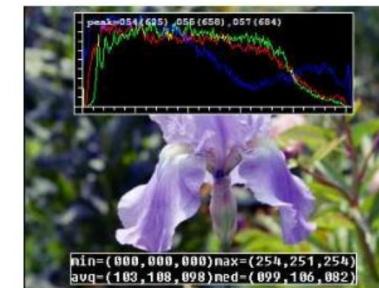
(c)



(d)



(e)



(f)