

# Tema 2b. Realizado de imágenes

## ➤ ¿Qué vamos a estudiar?

Un conjunto de técnicas que tratan de conseguir una imagen mejorada y más nítida, tanto para el observador humano como para el ordenador.

➤ Los **bordes** (aristas, perfiles, contornos o ejes) de una imagen son las líneas que diferencian tonos de gris (separan aquellas regiones de la imagen que tienen diferencia significativa en sus tonos de gris).

➤ El **contraste** de una imagen viene dado por la variabilidad, dispersión o esparcimiento de los tonos de gris de los diferentes píxeles de la imagen.

**Niveles de gris :**  $r_1 \quad r_2 \quad \dots \quad r_2 \quad \dots \quad r_L$

**Frecuencia absoluta (Nº de píxeles):**  $n_1 \quad n_2 \quad \dots \quad n_k \quad \dots \quad n_L$

**Varianza:**

$$\sigma^2 = \frac{1}{MN} \sum_{k=1}^L (r_k - \bar{r})^2 n_k$$

$$= \frac{1}{MN(MN-1)} \sum_{(i,j) \neq (r,s)} ((f(i,j) - f(r,s)))^2$$

**Entropía:**

$$E = - \sum_{k=1}^L p_k \ln p_k$$

# Tema 2b. Realizado de imágenes

- Para comprender el significado de muchas transformaciones y saber cuál conviene aplicar se usan histogramas.
- Un **histograma** representa gráficamente una distribución de frecuencias.
- **Histograma de una imagen:** representa las frecuencias de los diferentes valores de gris en la imagen.
- **Propiedades del Histograma**
  - La imagen no se puede deducir a partir del histograma
  - Dos imágenes diferentes pueden tener asociado el mismo histograma
  - Los histogramas no contienen información espacial sobre la imagen

# Tema 2b. Realizado de imágenes

- Los histogramas son una herramienta importante en **análisis de imágenes**: ¿es buena la calidad de una imagen?, ¿sobra luz?, ¿falta contraste?
- Nos ayudan a decidir cuál es el procesamiento más adecuado para **mejorar la calidad** de una imagen.
  - **Cualitativamente** (qué operación aplicar)
  - **Cuantitativamente** (en qué cantidad)
- En general, una buena imagen debe producir un **histograma** más o menos **uniforme** y repartido en todo el rango de valores.

# Tema 2b. Realizado de imágenes

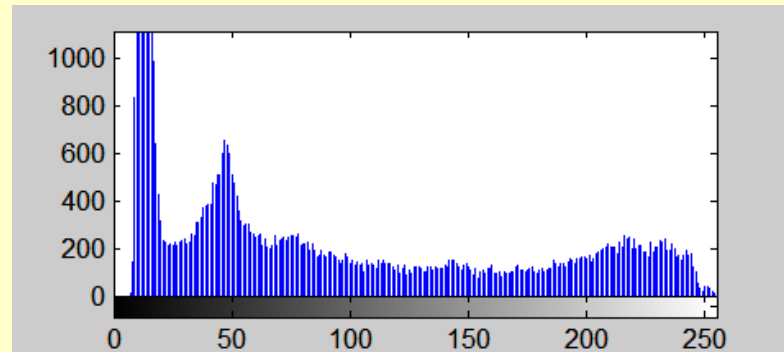
El **realizado** de una imagen consiste en acentuar las aristas de la imagen, obteniendo así una imagen con más **contraste**.

El **histograma** o diagrama de barras es la representación gráfica de la distribución de frecuencias.

**Niveles de gris :**  
**Frecuencia absoluta**  
**(Nº de píxeles):**

$r_1 \quad r_2 \quad \dots \quad r_2 \quad \dots \quad r_L$

$n_1 \quad n_2 \quad \dots \quad n_k \quad \dots \quad n_L$



# Tema 2b. Realizado de imágenes

- Para evitar que los valores de un histograma sean muy dispares, se puede normalizar dicho histograma
- El **histograma** normalizado de la imagen consiste en una gráfica donde se muestra la probabilidad de que ocurra cada nivel de gris  $r_k$  (luego valores entre 0 y 1 que suman 1).

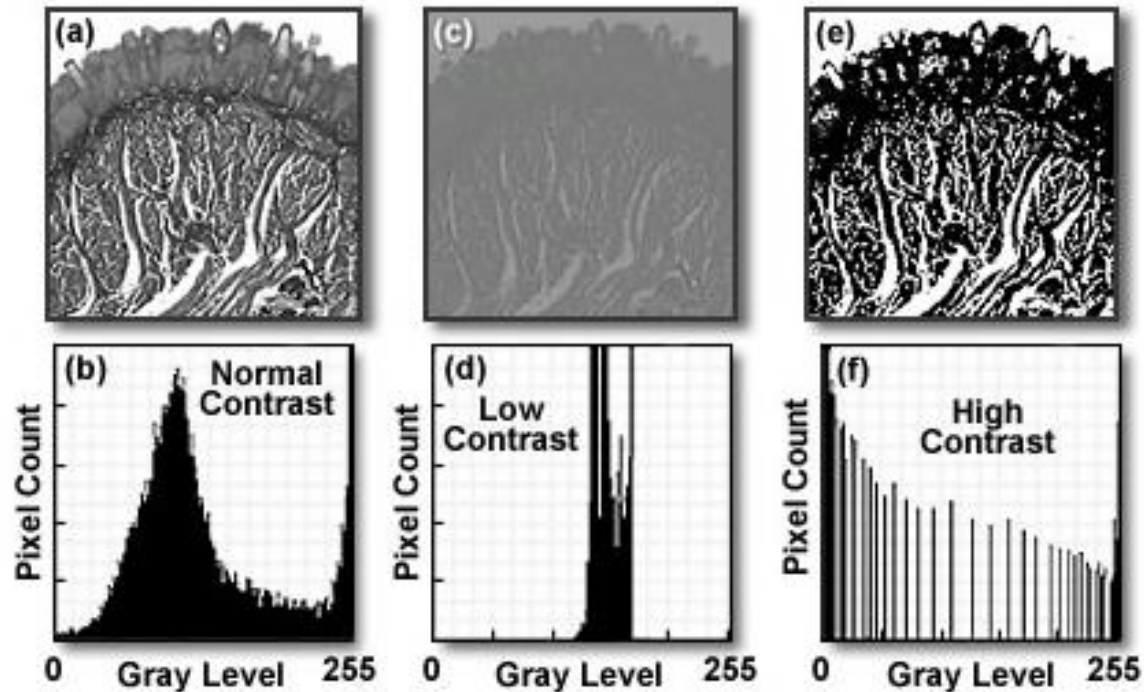
$$p(r_k) = \frac{n_k}{N}$$

$n_k$  = número de píxeles con el nivel de gris  $r_k$

$N$  = número total de píxeles de la imagen

# Tema 2b. Realizado de imágenes

Grayscale Histograms and Contrast Levels in Digital Images



- <http://hamamatsu.magnet.fsu.edu/articles/digitalimagebasics.html>

# Tema 2b. Realizado de imágenes

- Para visualizar el histograma de una imagen, se utiliza:

```
I = imread('imagen.ext');  
[nk, rk] = imhist(I);  
bar(rk, nk, 1);
```

- Para visualizar el histograma normalizado, se usa:

```
I = imread('imagen.ext');  
[nk, rk] = imhist(I);  
size = sum(nk(:,1));  
nk1 = nk / size;  
bar(rk, nk1, 1);
```

# Tema 2b. Realizado de imágenes

**Modificación de los tonos de gris:** Técnicas para la mejora de la calidad de la imagen

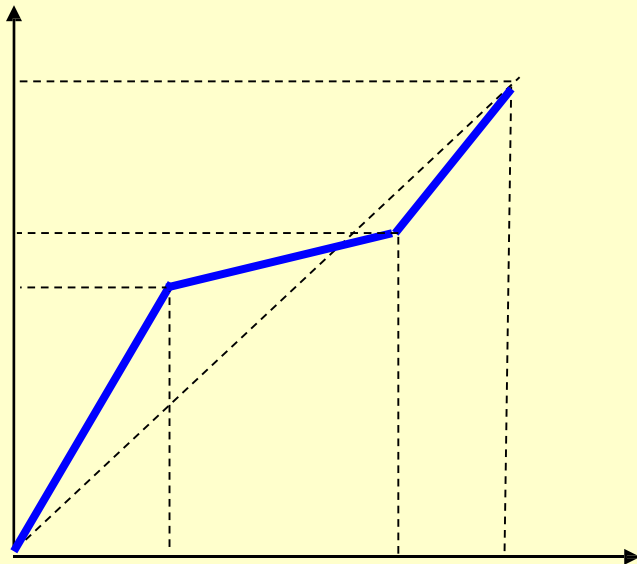
$$g(i, j) = T(f(i, j))$$

- Transformación lineal

$$g(i, j) = a + b \cdot f(i, j)$$

- Transformación de tramos lineales

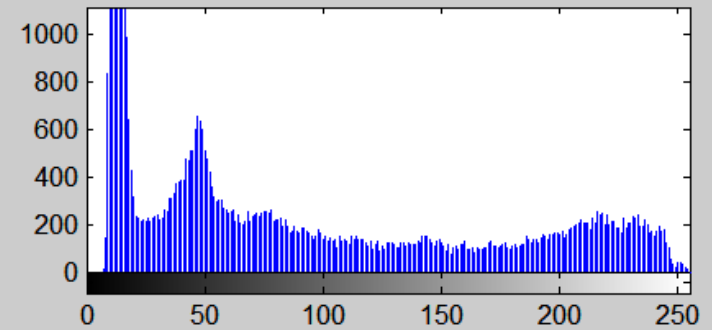
$$v = \begin{cases} \alpha u & \text{si } 0 \leq u \leq a \\ \beta(u - a) + v_a & \text{si } a \leq u < b \\ \gamma(u - b) + v_b & \text{si } b \leq u \leq L-1 \end{cases}$$



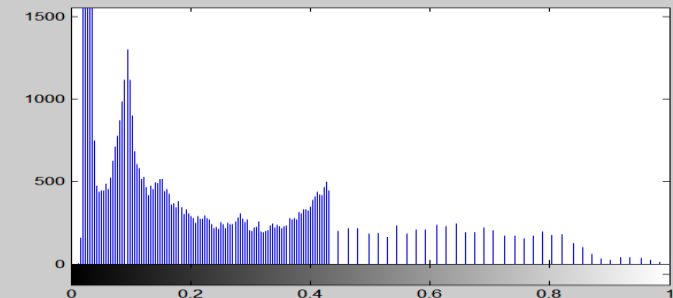
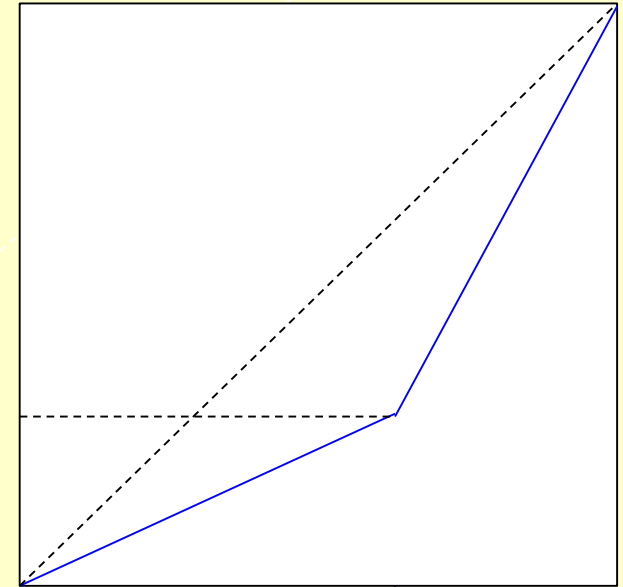


# Tema 2b. Realzado de imágenes

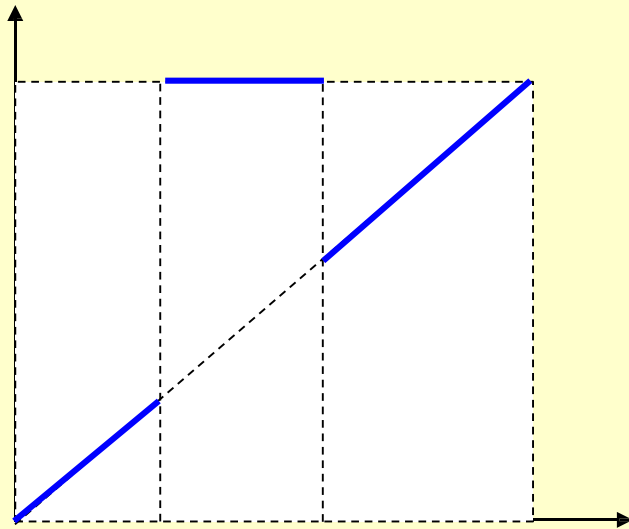
**Ejemplo:**



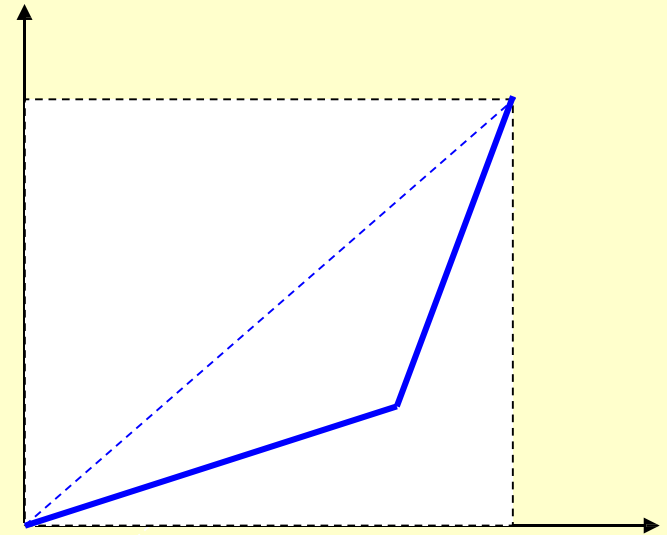
$$y = T(x) = \begin{cases} ax & \text{si } x \in [0, c] \\ \frac{1-ac}{1-c}(x-c) + cb & \text{si } x \in (c, 1] \end{cases}$$



# Tema 2b. Realzado de imágenes

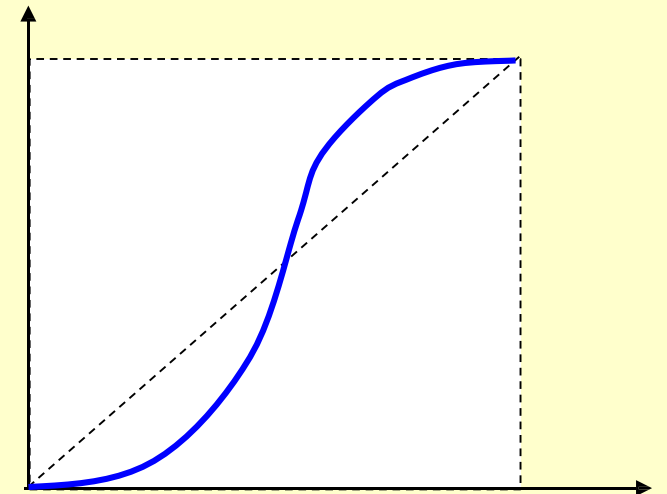


Segmentación



Goma de borrar

$$g(i, j) = \frac{\phi\left(\frac{f(i, j) - 0.5}{\sigma\sqrt{2}}\right) + \left\lceil \frac{0.5}{\sigma\sqrt{2}} \right\rceil}{\phi\left(\frac{0.5}{\sigma\sqrt{2}}\right)}$$

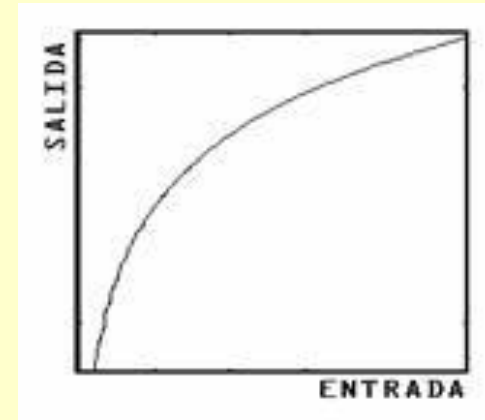


Transformación Gaussiana

# Tema 2b. Realzado de imágenes

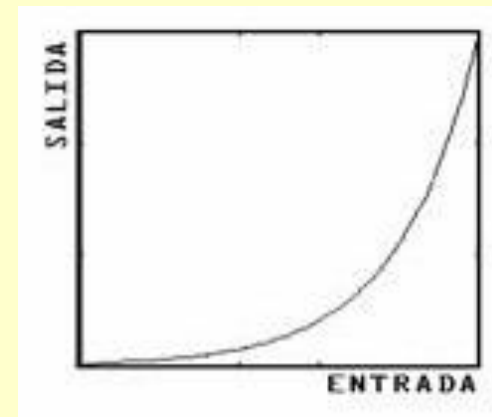
## Función logarítmica:

$$G(j, k) = \frac{\log_e \{1 + F(j, k)\}}{\log_e \{1 + \max [F(j, k)]\}}$$



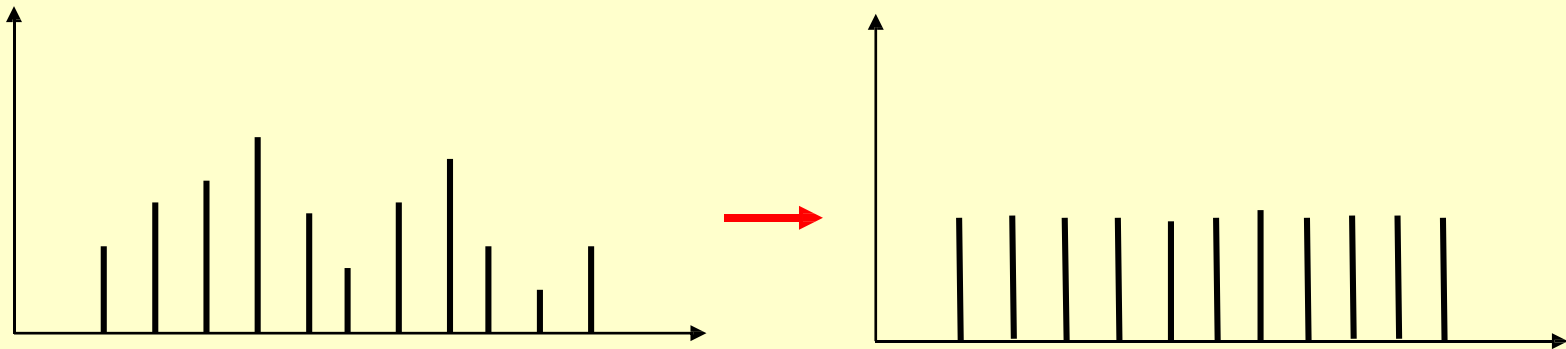
## Función exponencial:

$$G(j, k) = \frac{\exp \{F(j, k)\}}{\exp \{\max [F(j, k)]\}}$$



# Tema 2b. Realizado de imágenes

## Técnica de igualación del Histograma



$$F_X(x) = P(X \leq x) = \int_0^x p_X(s) ds$$

$$U = F(X)$$

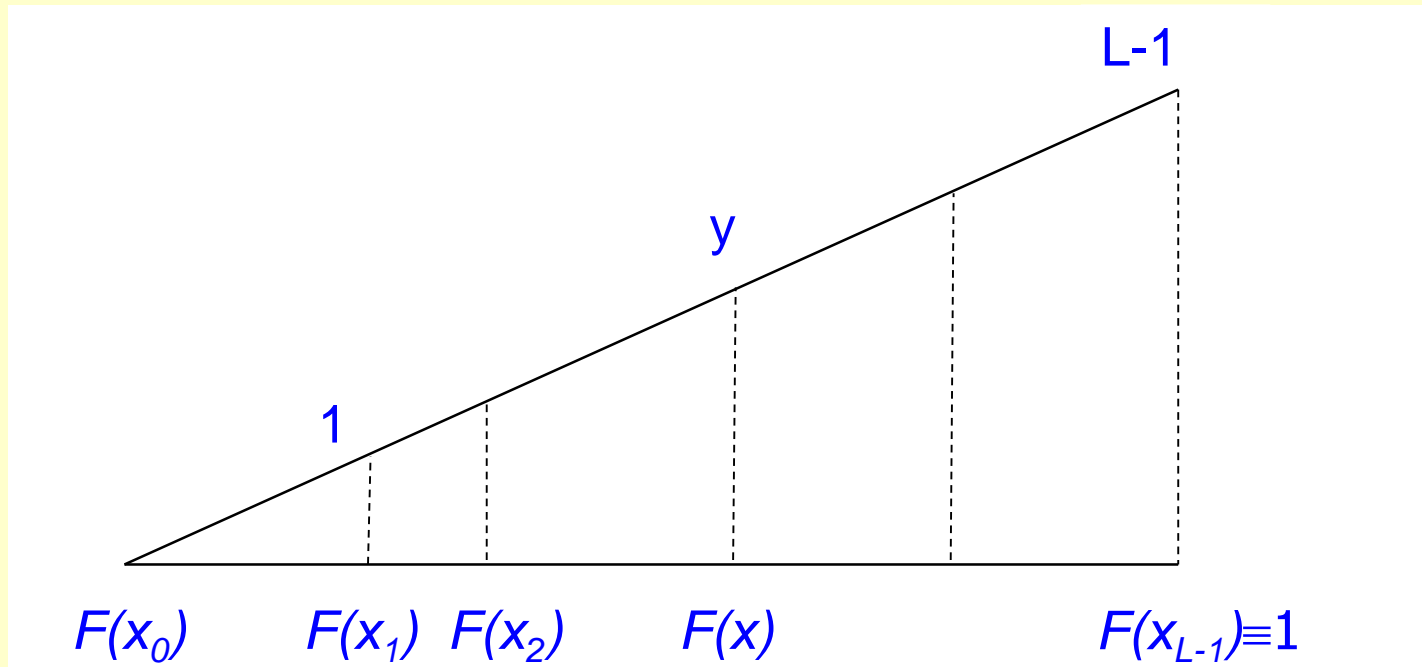
$$P(U \leq u) = P(X \leq F^{-1}(u)) = F(F^{-1}(u)) = u$$

Uniforme

# Tema 2b. Realizado de imágenes

**Aproximación:** Proyección de los valores  $F(x_0), F(x_1), \dots, F(x_{L-1})$ , del intervalo  $[0,1]$ , sobre el intervalo del intervalo  $[0, L-1]$

$$y = \frac{F_X(x) - F_X(x_0)}{1 - F_X(x_0)}(L-1)$$



# Tema 2b. Realizado de imágenes

**Ejemplo:** Proyección de los valores  $F(x_0), F(x_1), \dots, F(x_{L-1})$ , del intervalo  $[0,1]$ , sobre el intervalo  $[0, L-1]$

| Nivel de gris        | 0           | 1           | 2           | 3           | 4           | 5        | 6           | 7           |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|-------------|
| Frecuencia absoluta: | 745         | 1320        | 940         | 753         | 40          | 0        | 122         | 176         |
| Frecuencia relativa: | <b>0.18</b> | <b>0.32</b> | <b>0.23</b> | <b>0.19</b> | <b>0.01</b> | <b>0</b> | <b>0.03</b> | <b>0.04</b> |

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 0 \\ 0.18 & \text{si } 0 \leq x < 1 \\ 0.50 & \text{si } 1 \leq x < 2 \\ 0.73 & \text{si } 2 \leq x < 3 \\ 0.92 & \text{si } 3 \leq x < 4 \\ 0.93 & \text{si } 4 \leq x < 6 \\ 0.96 & \text{si } 6 \leq x < 7 \\ 1 & \text{si } x \geq 7 \end{cases}$$

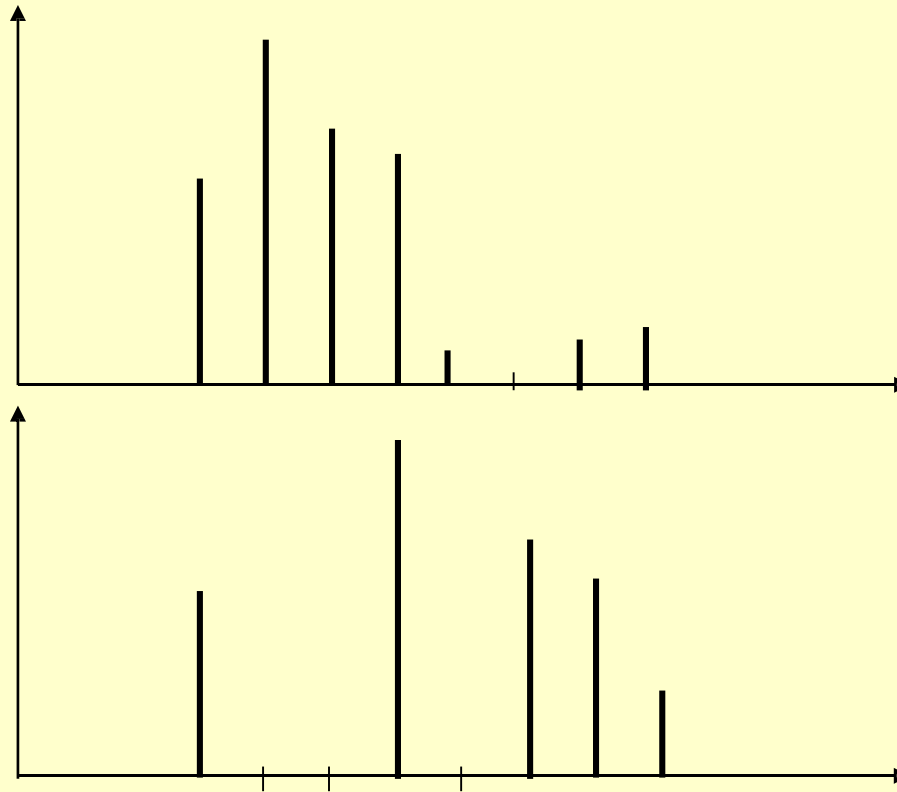
$$y = \left\lceil \frac{F_X(x) - F_X(x_0)}{1 - F_X(X_0)} (L - 1) + 0.5 \right\rceil$$

$$y_0 = \left\lceil \frac{F(0) - 0.18}{1 - 0.18} (8 - 1) + 0.5 \right\rceil = 0$$

$$y_1 = \left\lceil \frac{F(1) - 0.18}{1 - 0.18} (8 - 1) + 0.5 \right\rceil = 3$$

$$y_2 = \left\lceil \frac{F(2) - 0.18}{1 - 0.18} (8 - 1) + 0.5 \right\rceil = 5$$

# Tema 2b. Realizado de imágenes



|                      |      |   |   |      |   |      |      |      |
|----------------------|------|---|---|------|---|------|------|------|
| Nivel de gris:       | 0    | 1 | 2 | 3    | 4 | 5    | 6    | 7    |
| Frecuencia relativa: | 0.18 | 0 | 0 | 0.32 | 0 | 0.23 | 0.20 | 0.07 |

# Tema 2b. Realzado de imágenes

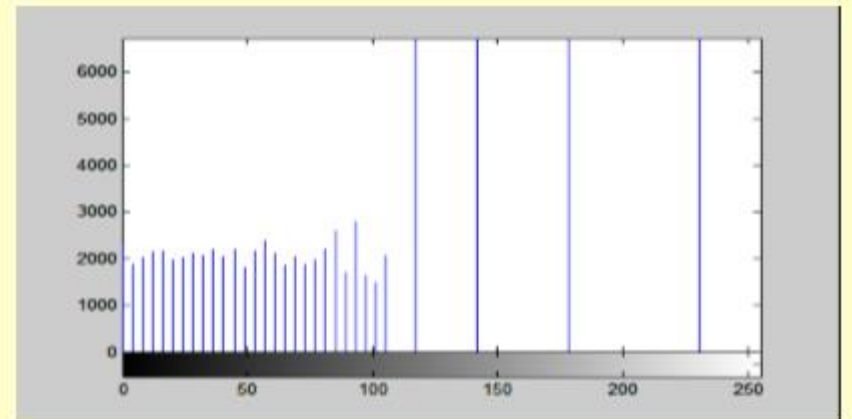
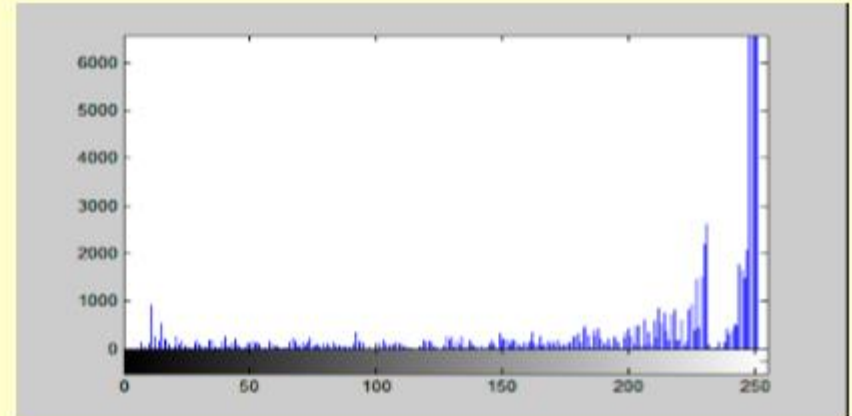
|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | 3 | 5 | 5 | 5 |
| 1 | 1 | 3 | 3 | 6 |
| 1 | 1 | 3 | 3 | 6 |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |

|       |   |   |   |       |   |   |       |   |   |       |   |   |       |   |   |       |   |   |       |   |   |       |   |  |
|-------|---|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|--|
| 1     | 1 | 1 | 1 | 1     | 1 | 2 | 2     | 2 | 3 | 3     | 3 | 3 | 3     | 3 | 3 | 4     | 4 | 4 | 5     | 5 | 5 | 6     | 6 |  |
| <hr/> |   |   |   | <hr/> |   |   | <hr/> |   |   | <hr/> |   |   | <hr/> |   |   | <hr/> |   |   | <hr/> |   |   | <hr/> |   |  |
| ↓     |   |   |   | ↓     |   |   | ↓     |   |   | ↓     |   |   | ↓     |   |   | ↓     |   |   | ↓     |   |   | ↓     |   |  |
| 0     |   |   |   | 1     |   |   | 2     |   |   | 3     |   |   | 4     |   |   | 5     |   |   | 6     |   |   | 7     |   |  |

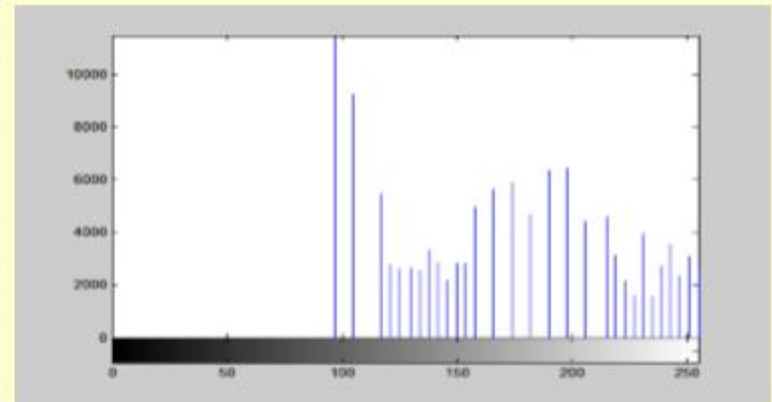
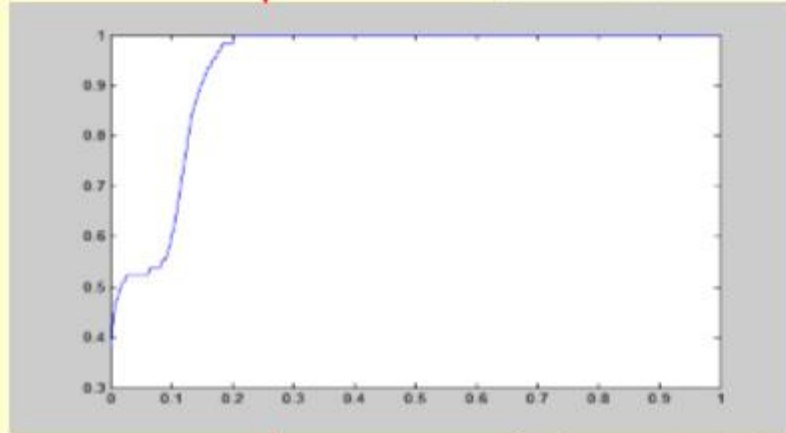
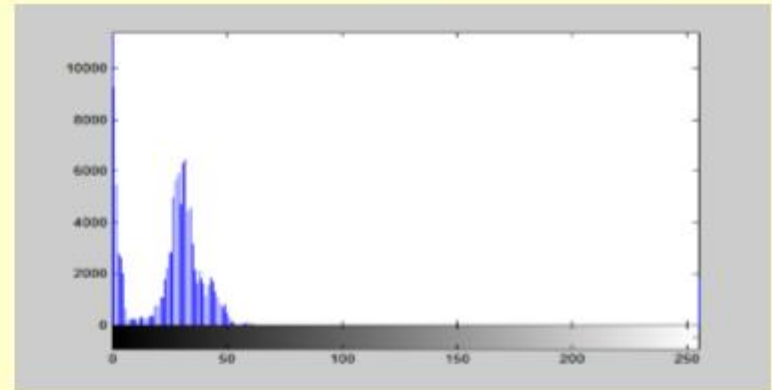
|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| 4 | 4 | 6 | 6 | 7 |
| 0 | 0 | 3 | 3 | 7 |
| 0 | 0 | 3 | 2 | 7 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |



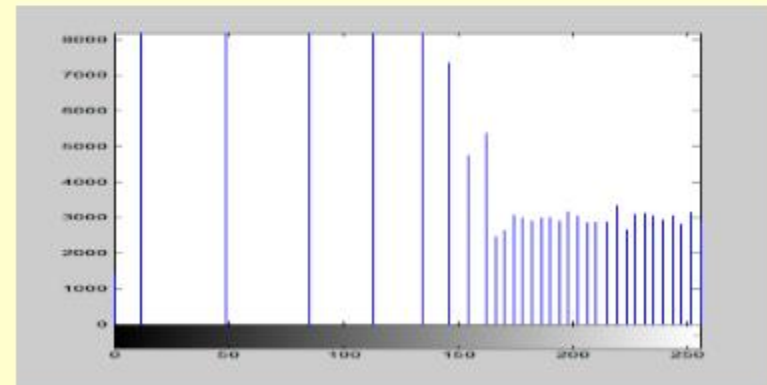
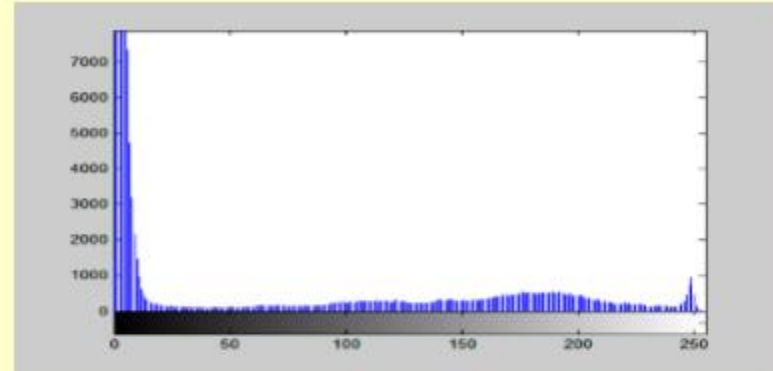
# Tema 2b. Realzado de imágenes



# Tema 2b. Realzado de imágenes

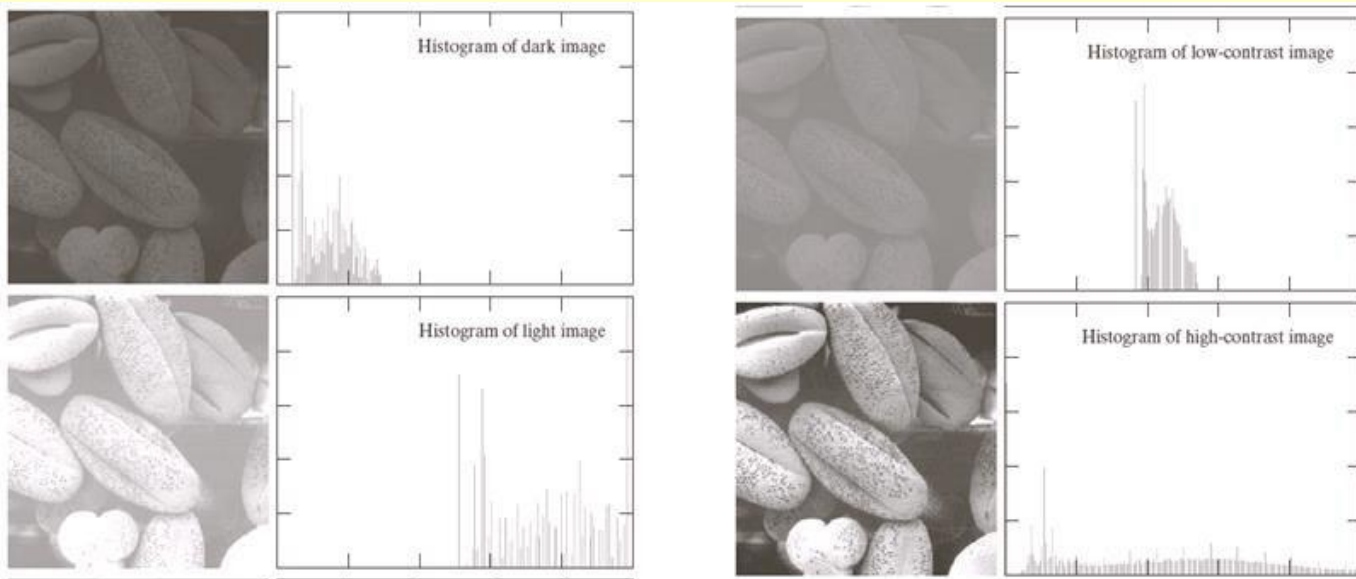


# Tema 2b. Realzado de imágenes



# Tema 2b. Realizado de imágenes

- Cuando el rango de niveles de gris de la imagen está concentrado en una zona del intervalo, sabemos que la imagen posee poco contraste.
- Será necesario:  
**Expandir** el histograma o Realizar una **ecualización**.

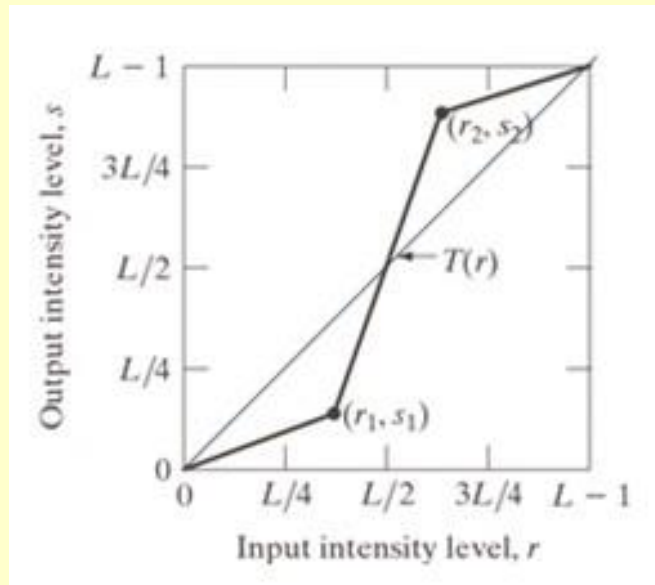


# Tema 2b. Realizado de imágenes

## ➤ Expansión del histograma:

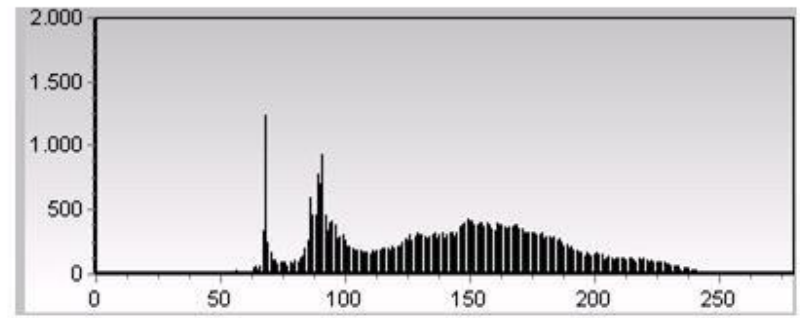
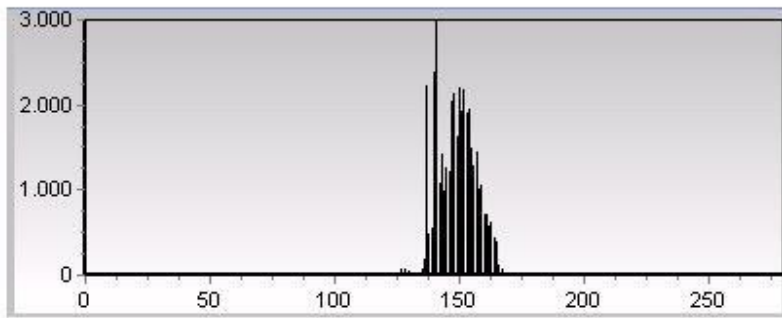
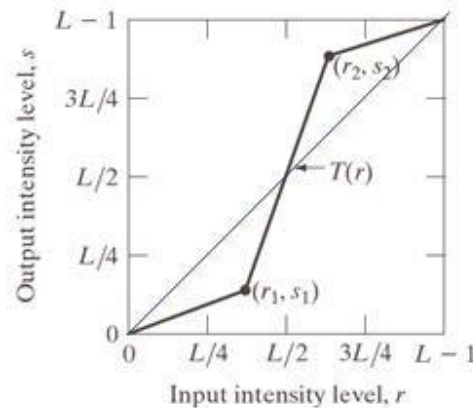
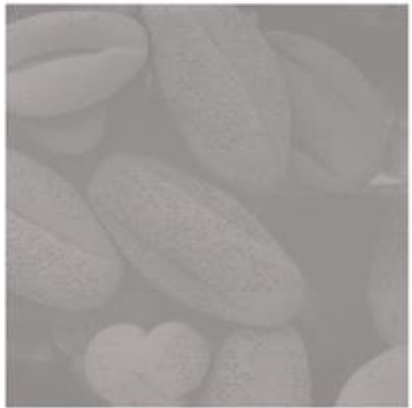
Consiste en aumentar el rango de niveles de gris de la imagen.

Esto es posible aplicando una transformación de las intensidades mediante una función por tramos lineales.



# Tema 2b. Realizado de imágenes

## ➤ Expansión del histograma:

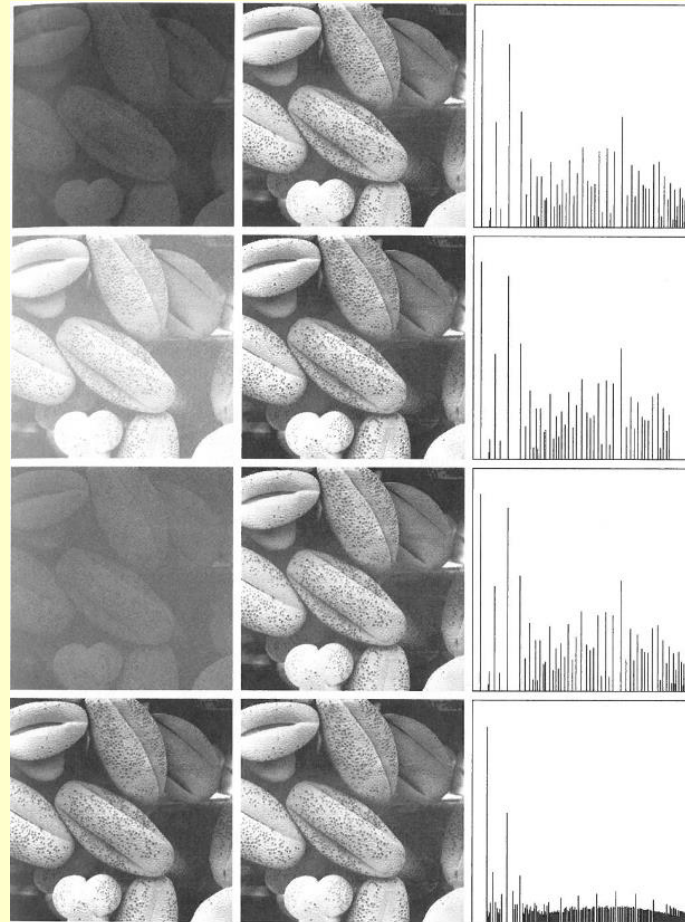


- R.C. González, R.E. Woods. *Digital Image Proccesing*, 3rd edition. Prentice Hall, 2008.



# Tema 2b. Realizado de imágenes

- **Ecualización**
- **del histograma:**

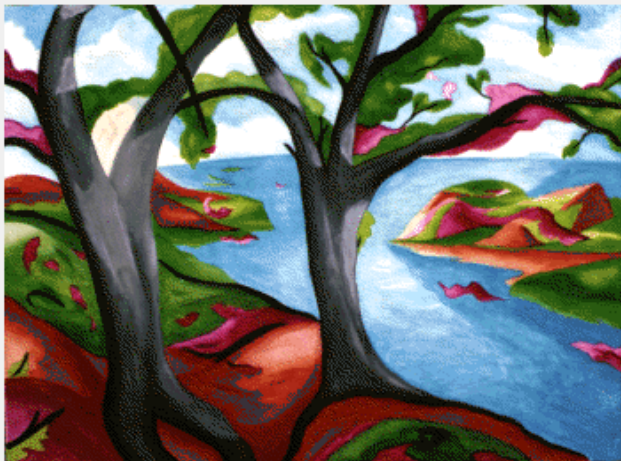


- R.C. González, R.E. Woods. *Digital Image Proccesing*, 3rd edition. Prentice Hall, 2008.

# Tema 2b. Realizado de imágenes

- **Umbralización:** En muchas ocasiones también se utiliza el histograma para convertir una imagen a color en una imagen en blanco y negro.

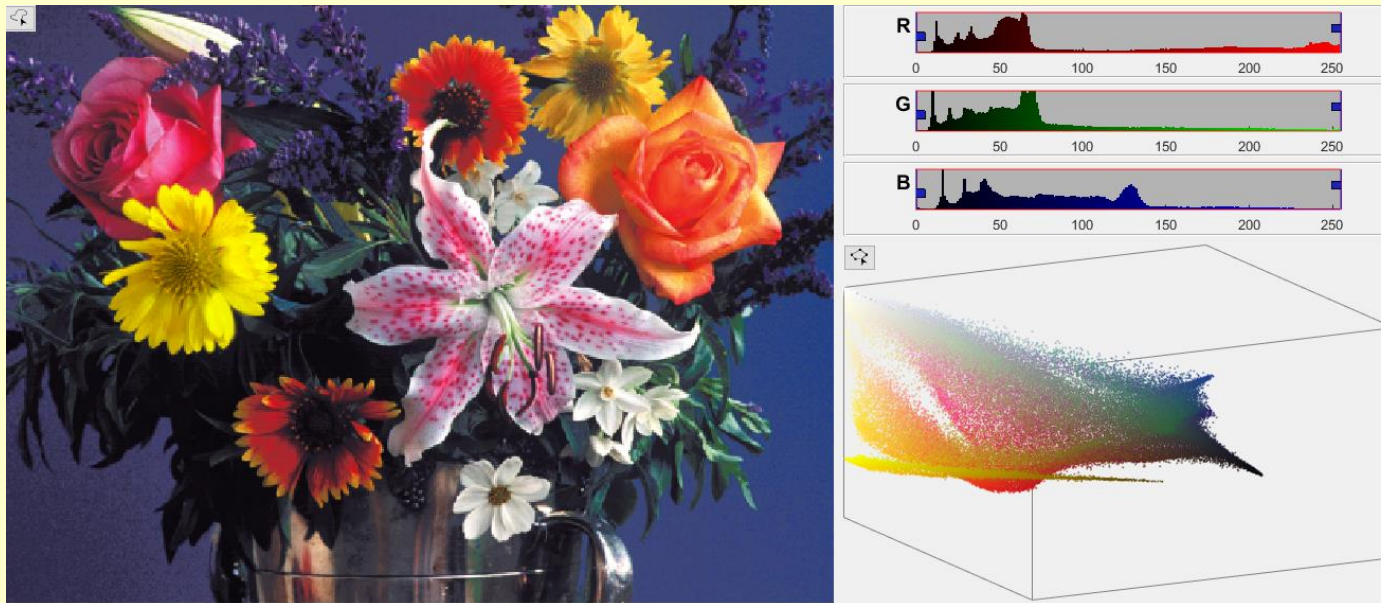
```
load trees  
BW = im2bw(X,map,0.4);  
imshow(X,map), figure, imshow(BW)
```





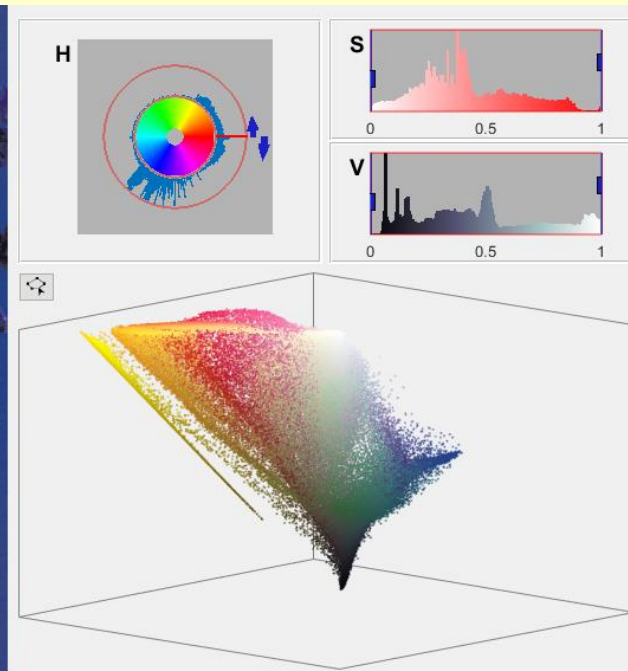
# Tema 2b. Realizado de imágenes

- En las transformaciones de las imágenes a color se aplican los mismos métodos que se estudian para imágenes en escala de grises en cada uno de los tres canales de color.
- Aunque se debe tener en cuenta, que el tratamiento por separado de cada canal de color puede proporcionar resultados menos naturales.



# Tema 2b. Realizado de imágenes

## ➤ Imágenes a color. Espacio HSV



# Tema 2b. Realizado de imágenes

## Bibliografía

- Apuntes de clase. J. Muñoz Pérez
- R.C. González, R.E. Woods. *Digital Image Proccesing*, 3rd edition. Prentice Hall, 2008.