



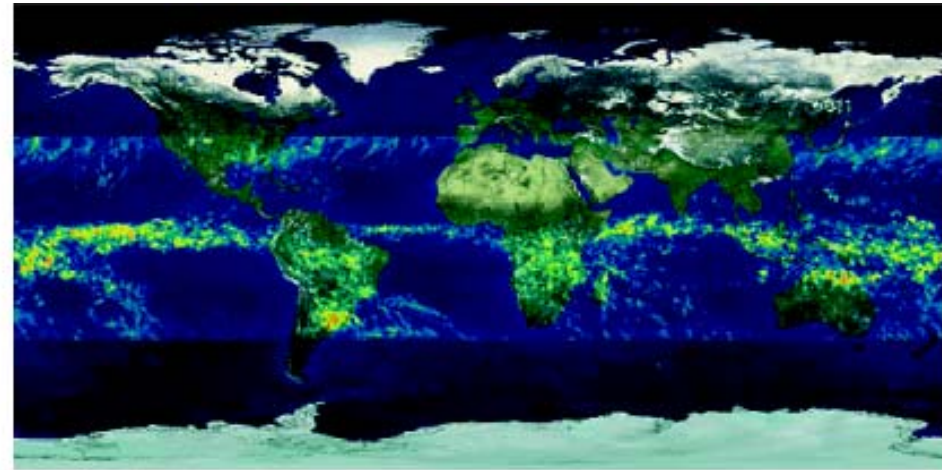
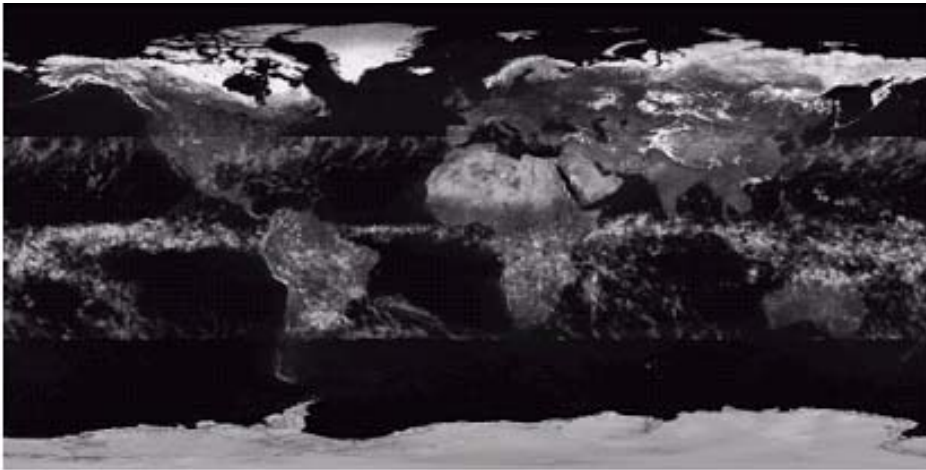
# Procesamiento Digital de Imágenes

## Tema 6: Procesamiento del Color

**Rafael Palacios Hielscher**  
**Curso de Doctorado 2002-2003**

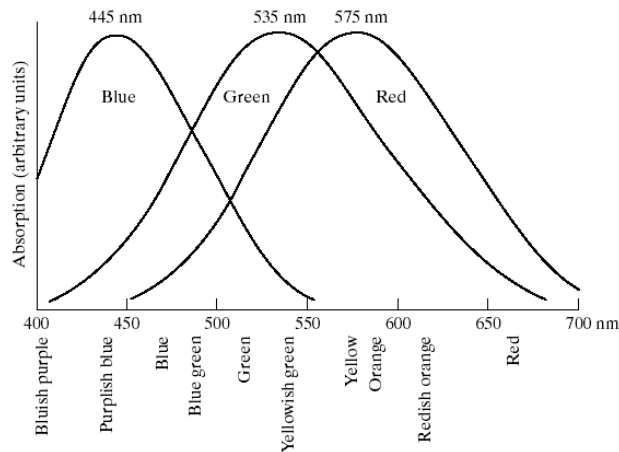
# Conceptos básicos

- Procesamiento del color
  - Full color (imagen adquirida con un dispositivo de color)
  - Pseudo color (imagen original en escala de grises en la que se utilizan colores falsos)



# Sensibilidad

## Ojo humano

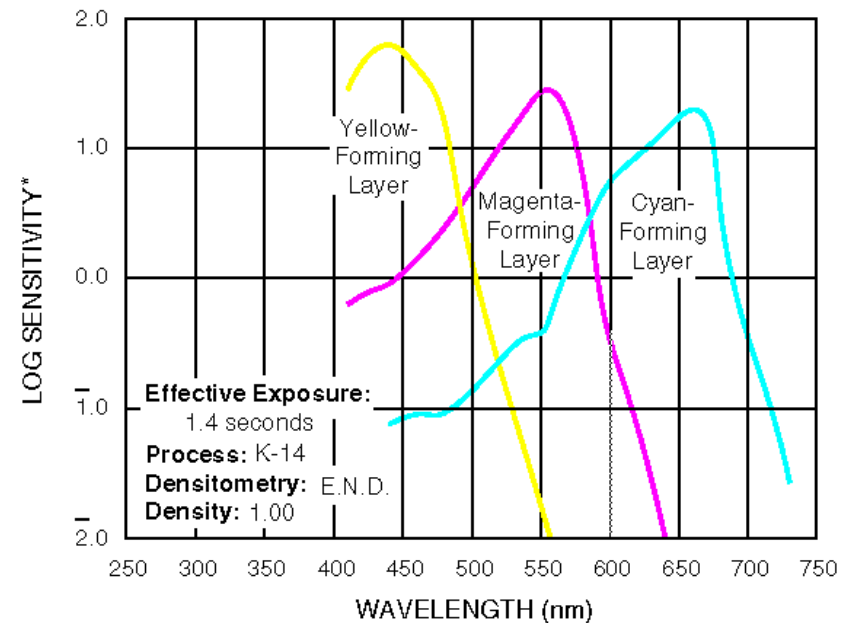


**FIGURE 6.3** Absorption of light by the red, green, and blue cones in the human eye as a function of wavelength.

65% conos sensibles al rojo  
 33% conos sensibles al verde  
 2% conos sensibles al azul

## KODACHROME 200 Professional Film

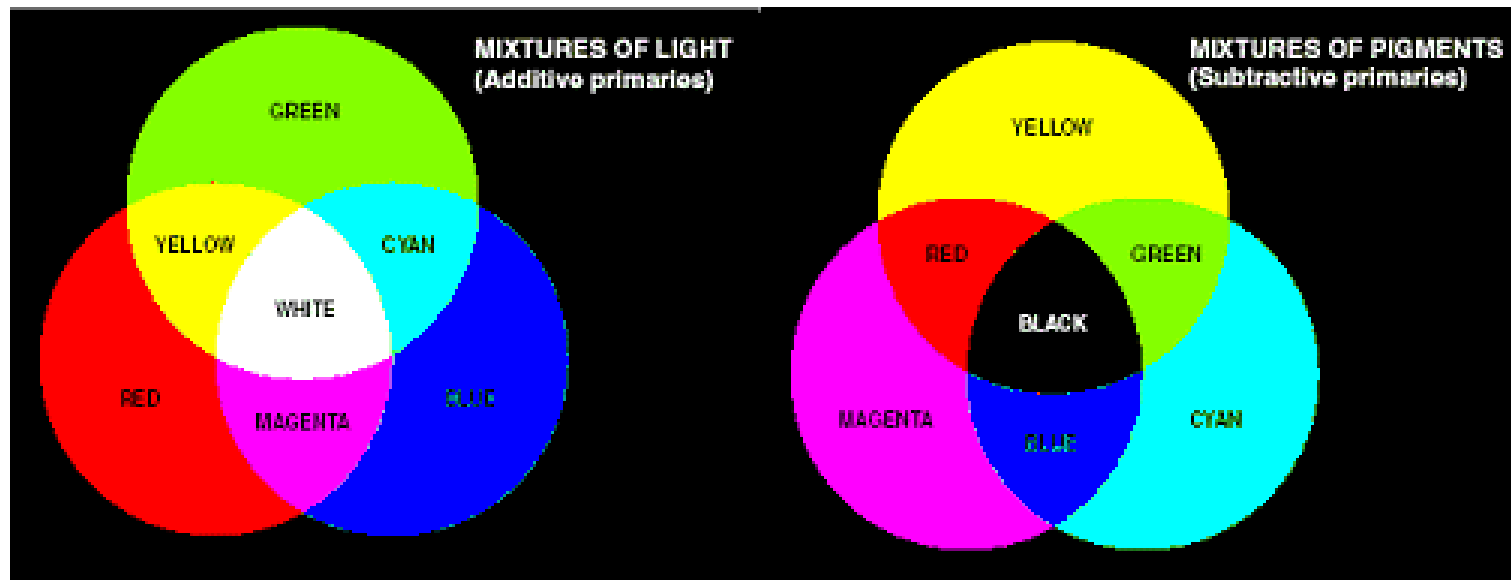
### Spectral-Sensitivity Curves



\*Sensitivity = reciprocal of exposure ( $\text{erg}/\text{cm}^2$ ) required to produce specified density

# Representación del color

- Colores primarios de iluminación:  
Red, Green, Blue (RGB)
- Colores primarios de impresión:  
Cyan, Magenta, Yellow (CMY)



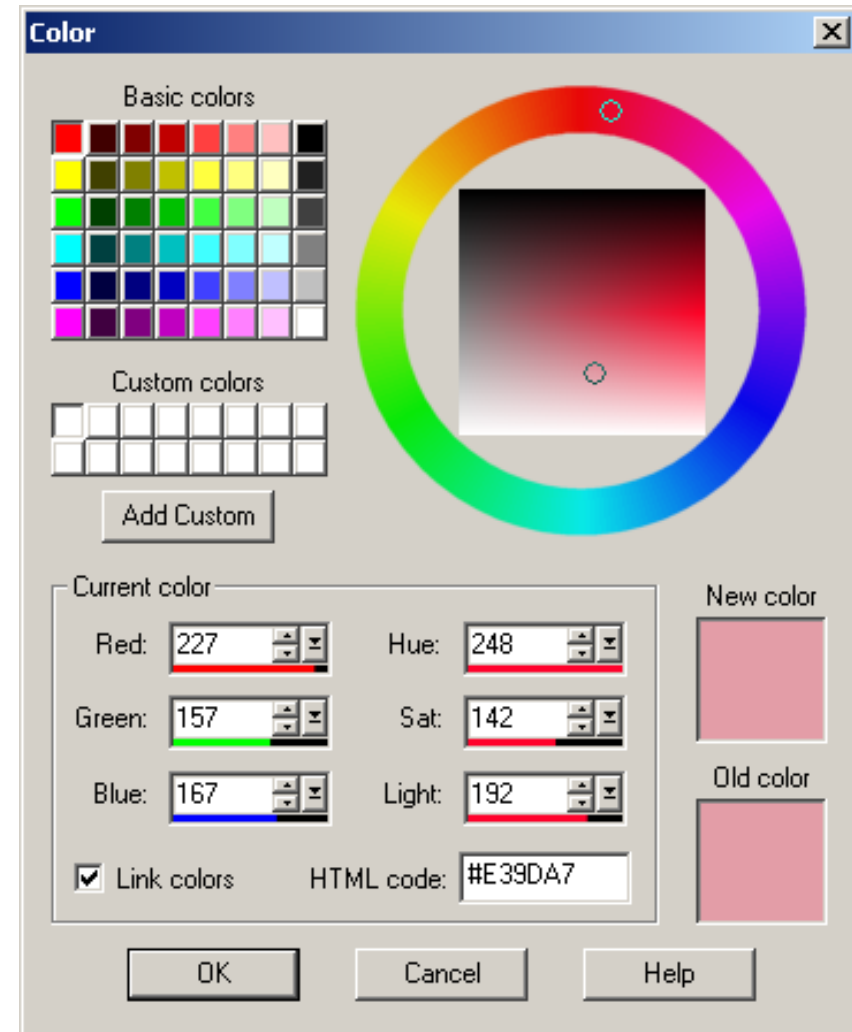
# Modelos de color (espacios)

- rojo, verde, azul (RGB: red, green, blue)
- cian, magenta, amarillo (CMY: cyan, magenta, yellow)
- cian, magenta, amarillo, negro (CMYK: cyan, magenta, yellow, black)
- matiz, saturación, Intensidad (HSI: hue, saturation, intensity)
  - Matiz=longitud de onda dominante (color principal)
  - Saturación=pureza de color (o mezcla de luz blanca)
  - Intensidad=nivel de luminosidad

# Modelos de color (espacios)

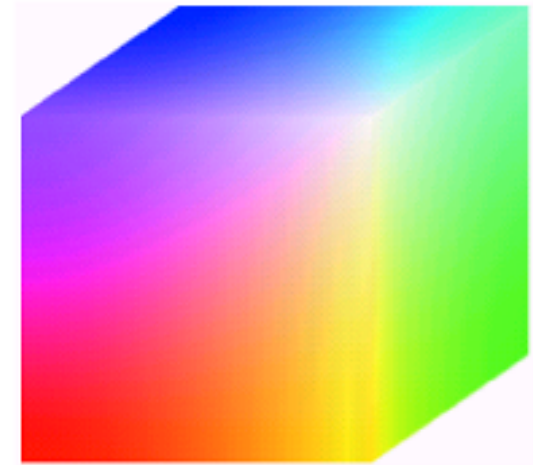
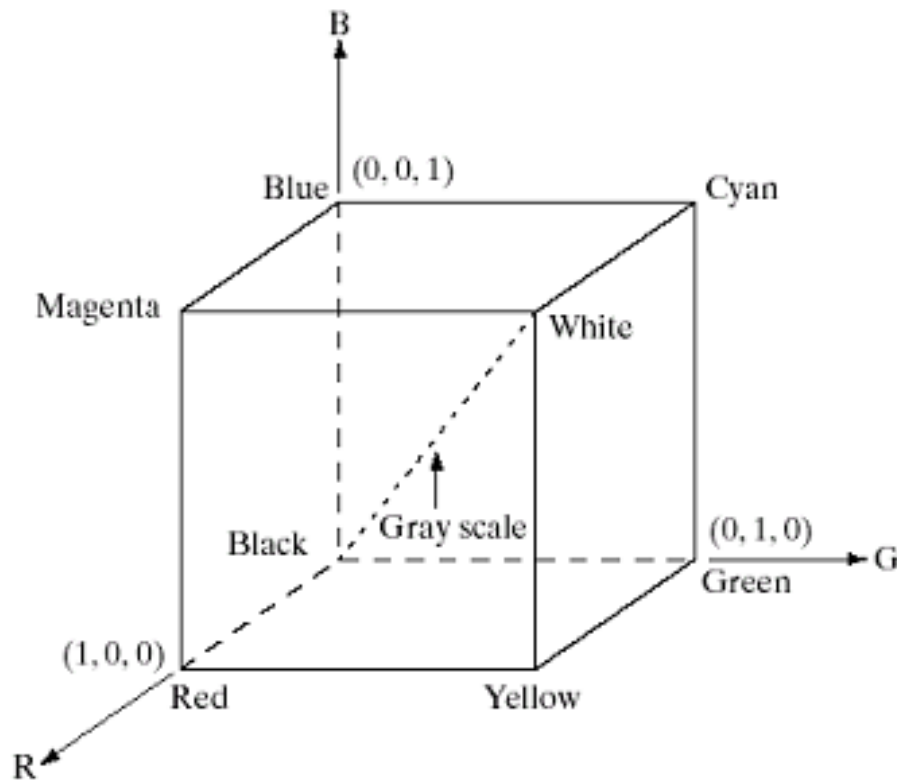
- RGB: cámaras, monitores
- CMY, CMYK: impresoras
- HSI: separa B&W/color

Ejemplo HSI



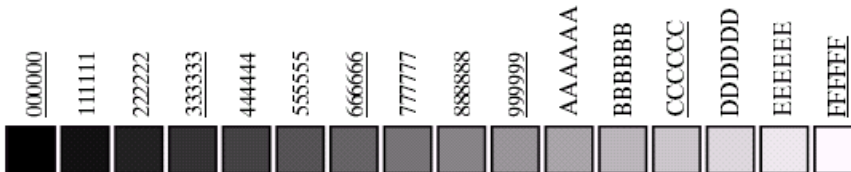
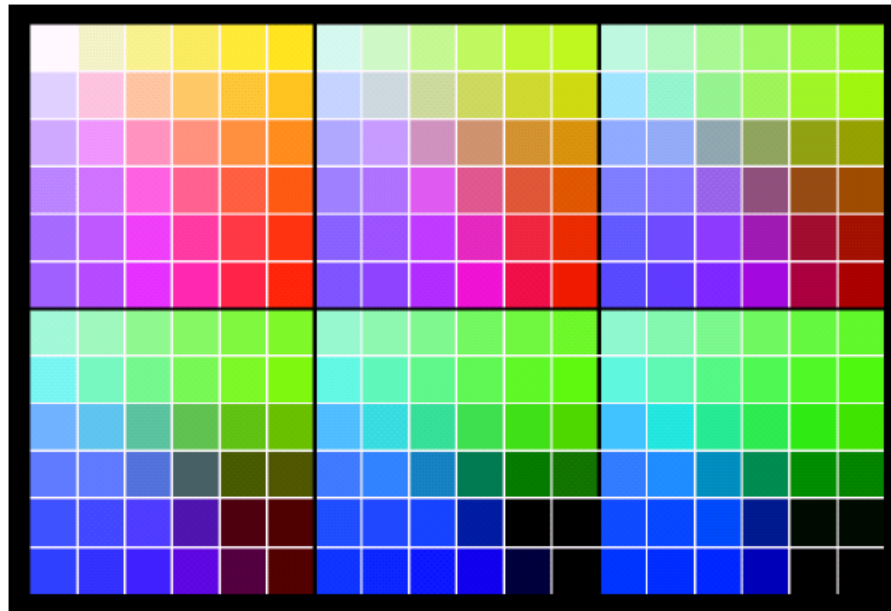
# Modelos de color (espacios)

- Modelos RGB y CMY (sistemas de coordenadas cartesianos)



# Modelos de color (espacios)

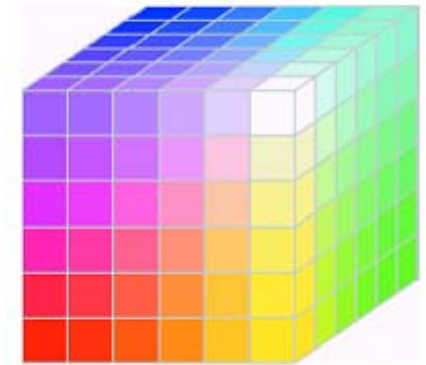
- Modelos RGB y CMY (216 safe web colors)



a  
b

**FIGURE 6.10**

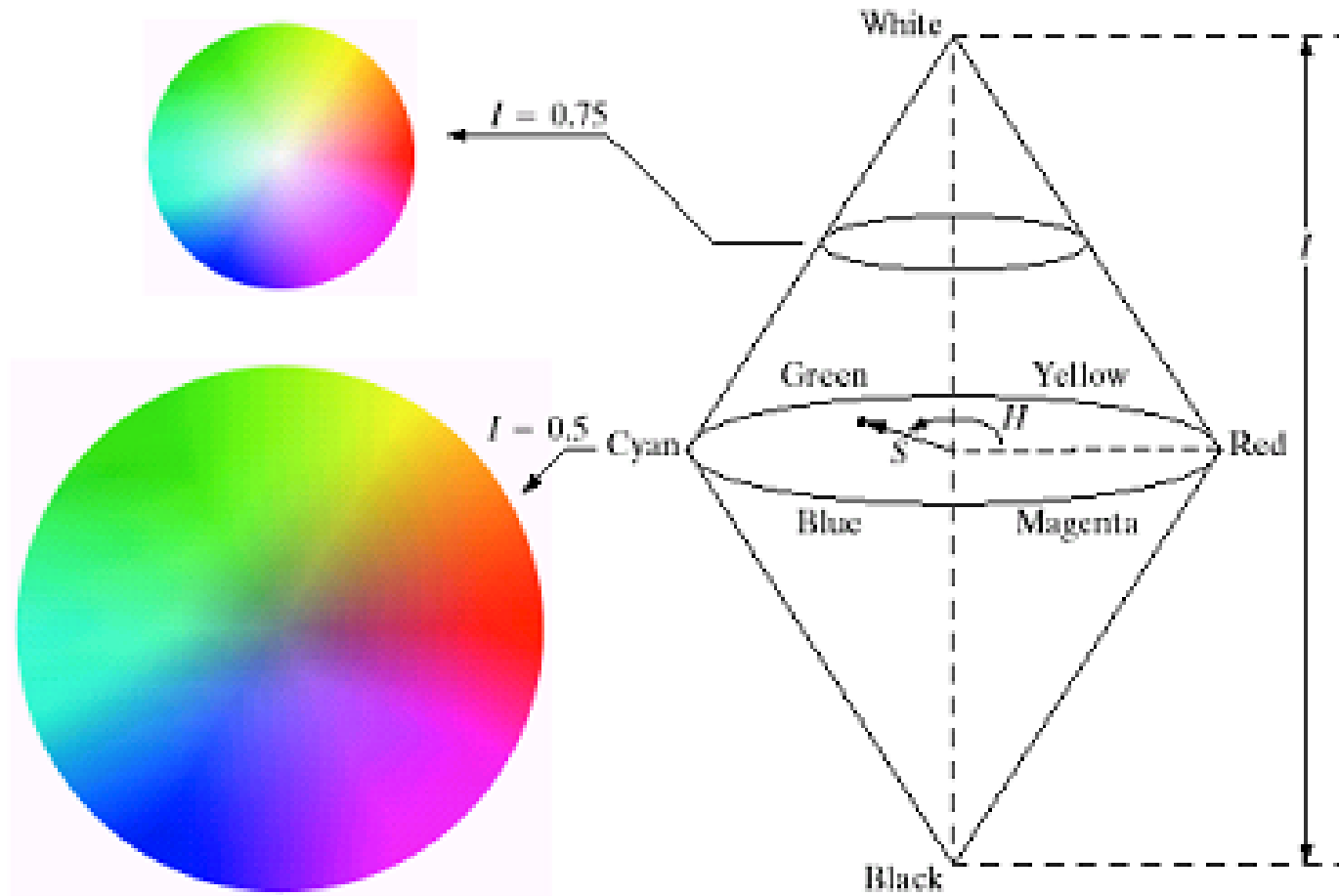
(a) The 216 safe RGB colors.  
(b) All the grays in the 256-color RGB system (grays that are part of the safe color group are shown underlined).





# Modelos de color (espacios)

- Modelo HSI



# Conversiones de los modelos de color

- RGB  $\leftrightarrow$  CMY 
$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

- RGB  $\rightarrow$  HSI

$$H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B > G \end{cases}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\}$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)].$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B).$$

# Conversiones de los modelos de color

- HSI → RGB

$$(0^\circ \leq H < 120^\circ)$$

$$B = I(1 - S)$$

$$R = I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$G = 1 - (R + B).$$

$$(120^\circ \leq H < 240^\circ)$$

$$H = H - 120^\circ$$

$$R = I(1 - S)$$

$$G = I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$B = 1 - (R + G)$$

$$(240^\circ \leq H \leq 360^\circ)$$

$$H = H - 240^\circ$$

$$G = I(1 - S)$$

$$B = I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

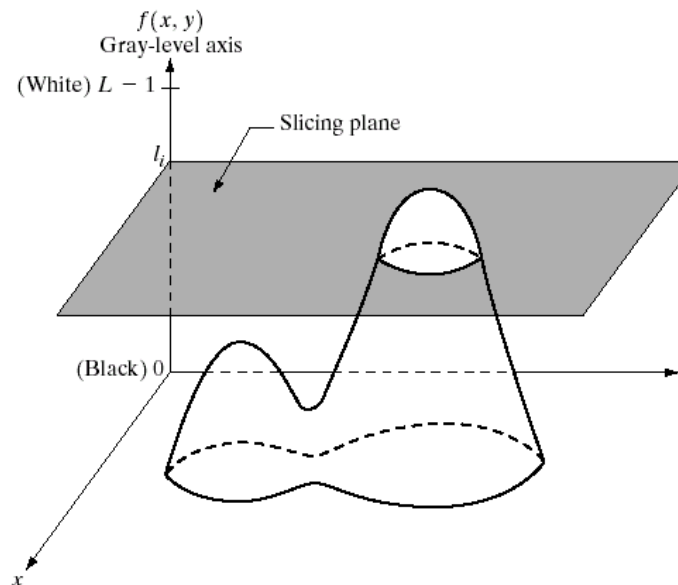
$$R = 1 - (G + B)$$



# Procesamiento en color falso

# Pseudocolor

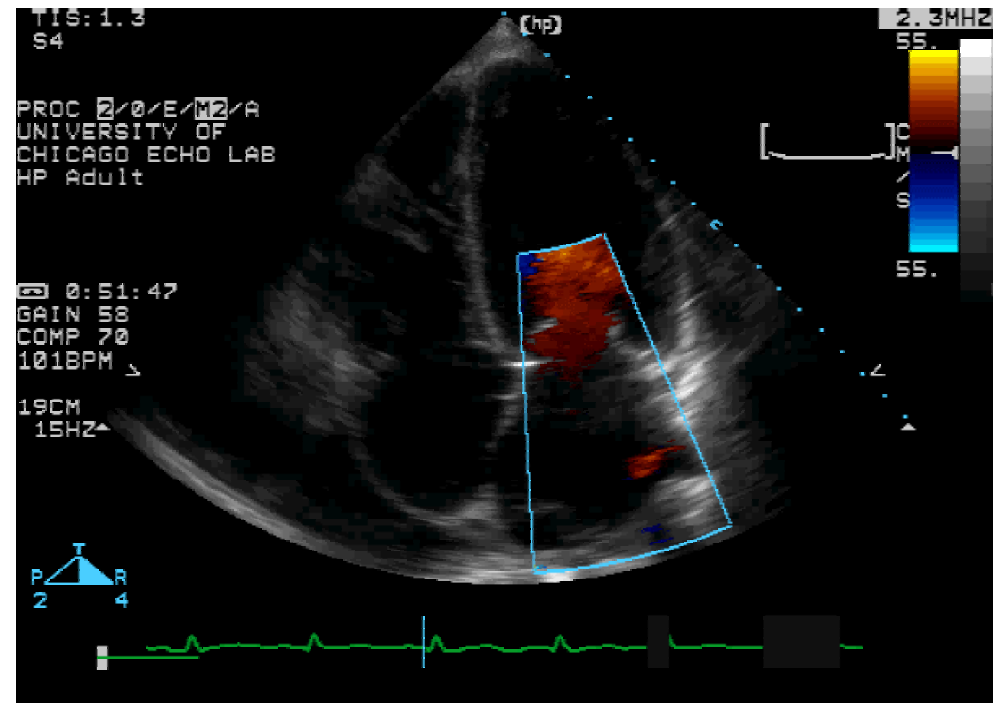
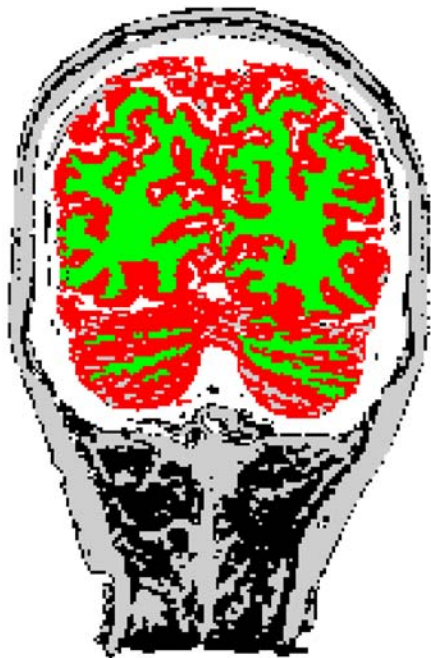
- Consiste en asignar colores en función de los niveles de una señal 2D
- Intensity slicing
  - Consiste en asignar colores en función del nivel de gris de la imagen



**FIGURE 6.18** Geometric interpretation of the intensity-slicing technique.

# Pseudocolor

- Transformaciones a color
  - Consiste en asignar un color que depende de un algoritmo de cálculo





# Procesamiento a todo color

# Técnicas de procesamiento

- Por planos de color
  - Se procesa cada plano (R,G,B) independientemente y luego se junta el resultado
- Con las tres componentes a la vez
  - Cada pixel está representado por un vector de 3 coordenadas (R,G,B).

En algunos casos el resultado es el mismo, por ejemplo el filtro de la media.



# Técnicas de procesamiento

- La función general de transformación es equivalente al caso de imágenes en blanco y negro.

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

$$\text{blanco y negro } g, f : \mathbb{R}^2 \longrightarrow \mathbb{R}$$

$$\text{RGB, HSI, CMY } g, f : \mathbb{R}^2 \longrightarrow \mathbb{R}^3$$

$$\text{CMYK } g, f : \mathbb{R}^2 \longrightarrow \mathbb{R}^4$$

- Ejemplo de transformación punto-a-punto en RGB:

$$s_i = T_i(r_1, r_2, r_3) \quad \text{para } i = 1..3$$

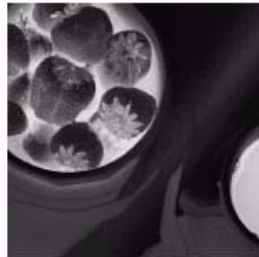
# Implementación

- Las transformaciones de color se implementan en el modelo de color más apropiado, aunque son equivalentes.
- Ejemplo de aclaración de una imagen
  - RGB:  $s_i = k \cdot r_i$  para  $i = 1, 2, 3$
  - HSI:  $s_3 = k \cdot r_3$  con  $s_1 = r_1$ ,  $s_2 = r_2$

# Dominios de trabajo



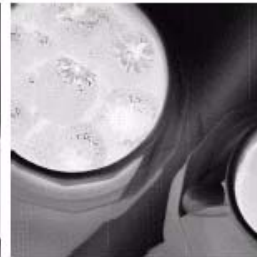
Full color



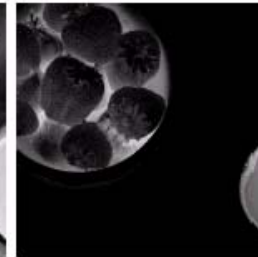
Cyan



Magenta



Yellow



Black



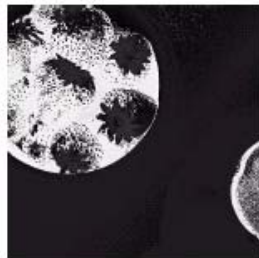
Red



Green



Blue



Hue



Saturation

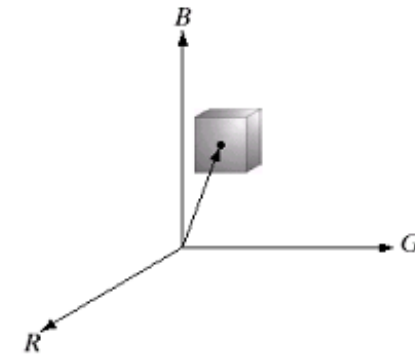


Intensity

# Segmentación por color

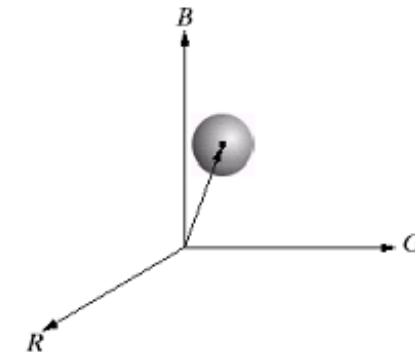
- Permite extraer objetos de una imagen, tomando como base el color del objeto que se quiere localizar
  - Hypercubo de lado  $W$

$$s_i = \begin{cases} 1 & \text{si } |r_j - a_j| > \frac{W}{2} \\ r_i & \text{otro caso} \end{cases} \text{cualquier } j=1,2,3$$



- Esfera de radio  $R$

$$s_i = \begin{cases} 1 & \text{si } \sum_{j=1}^3 (r_j - a_j)^2 > R^2 \\ r_i & \text{otro caso} \end{cases}$$

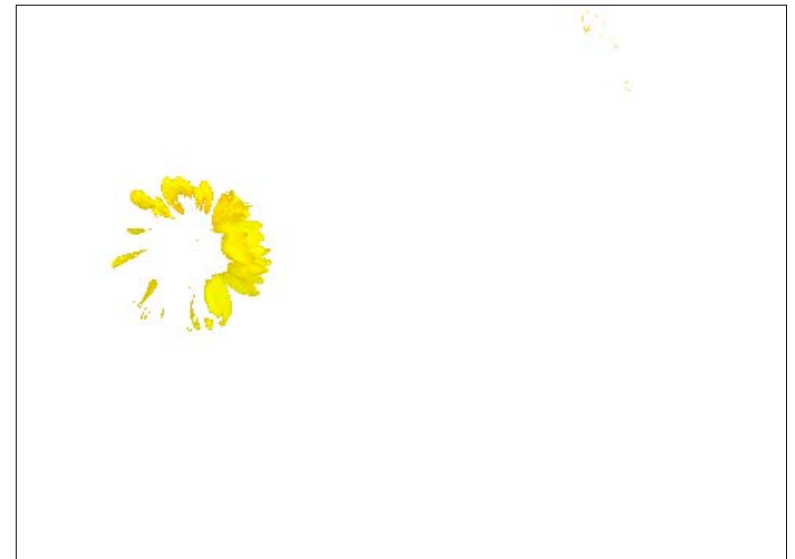
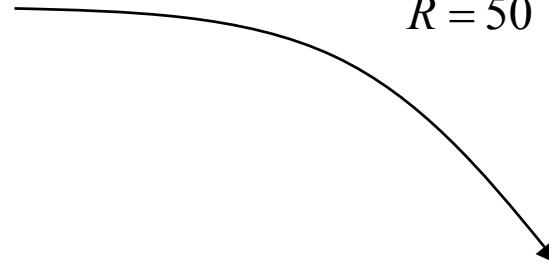


# Ejemplo de segmentación por color



$$a = [240, 230, 0]$$

$$R = 50$$



# Equivalencias con B&W

- Correcciones de tono y color
- Procesamiento por histogramas
- Smoothing and sharpening

Estas transformaciones se pueden hacer en RGB (sobre las tres componentes) o en el modelo HSI (sobre la componente I).

