

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

PROCESO DIGITAL DE IMÁGENES

*Práctica 06*  
*Representación del color*

AUTOR:

*Delgado Díaz Hermes Alberto*  
*319258613*



24 de noviembre de 2025

## 1. Objetivos

- Realizar el realce de la imagen en color haciendo uso de los modelos de color (RGB-HSI).
- Implementar la representación de imágenes en pseudocolor mediante la técnica de rebanado de intensidad.

## 2. Introducción

El uso de color en el procesamiento digital de imágenes está motivado principalmente por dos factores:

- El color es un descriptor poderoso que generalmente simplifica la identificación de objetos y su extracción de una escena.
- Los humanos podemos discernir cientos de colores, sombras e intensidades, comparado con tan sólo un par de decenas de tonos de gris. Este factor es de particular importancia en el análisis de imágenes manual (como el que hacemos los humanos).

El procesamiento digital de imágenes en color está dividido en dos áreas principales:

1. *Color total (full-color)*: las imágenes típicamente se adquieren con un sensor de color total, como una cámara de televisión a color, una cámara CCD a color o un escaner a color.
2. *Pseudocolor*: el problema consiste en asignar un color a un tono de gris en particular o a un rango de intensidades en particular.

### Modelos de color.

El propósito de los modelos de color (los también llamados espacios de color o sistemas de color) es el facilitar la especificación de los colores utilizando algún estándar.

En esencia, un modelo de color es una especificación de un sistema coordinado y de un subespacio, dentro de ese sistema, donde cada color puede ser representado por un sólo punto.

La mayoría de los modelos de color hoy en día están orientados ya sea al hardware (como monitores a color o impresoras) o a alguna aplicación donde el objetivo es la manipulación del color (como la creación de gráficas a color para animaciones).

En términos de procesamiento de imágenes, los modelos orientados al hardware más comunmente utilizados en la práctica son el modelo **RGB** (rojo, verde, azul) modelo para monitores a color y para una gran variedad de cámaras de video en color; el **CMY** (cyan, magenta, amarillo) y el **CMYK** (cyan, magenta, amarillo, negro), modelos para impresoras en color; y el **HSI** (brillo (hue), saturación, intensidad) que corresponde al modelo más cercano a la manera en que los humanos percibimos el color.

■ **Conversión *RGB* a *HSI*:**

Dada una imagen de color ***RGB***, el componente ***H*** se calcula como:

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

donde

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

El componente de saturación, ***S***:

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

El componente de intensidad, ***I***:

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

Se asume que los valores de ***RGB*** están normalizados en el rango  $[0, 1]$  y que el ángulo  $\theta$  se mide al respecto al eje rojo del espacio ***HSI***.

■ **Conversión *HSI* a *RGB*:**

Dados ***HSI*** ahora queremos encontrar los componentes ***RGB***. Las ecuaciones a utilizar dependen del valor del ángulo ***H***. Existen tres sectores de interés correspondientes a los intervalos de  $120^\circ$  de separación entre los colores primarios.

1. Sector ***RG*** ( $0^\circ \leq H < 120^\circ$ ):

$$\begin{aligned} B &= I(1 - S) \\ R &= I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right] \\ G &= 3I - (R + B) \end{aligned}$$

2. Sector ***GB*** ( $120^\circ \leq H < 240^\circ$ ): Si ***H*** está en este sector primero le restamos  $120^\circ$  :  $H = H - 120^\circ$

$$\begin{aligned} R &= I(1 - S) \\ G &= I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right] \\ B &= 3I - (R + B) \end{aligned}$$

3. Sector **BR** ( $240^\circ \leq H \leq 360^\circ$ ) : Si **H** está en este sector primero le restamos  $240^\circ$  :  
 $H = H - 240^\circ$

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

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

$$R = 3I - (G + B)$$

### Pseudocolor.

El pseudocolor (también llamado falso color) consiste en asignar colores a valores de gris de una imagen monocromática siguiendo algún criterio en específico. La aplicación principal es para la visualización humana y para la interpretación de los eventos que ocurren en escenas en escalas de gris. Como mencionamos antes el ser humano puede distinguir más colores que tonalidades de gris.

La técnica de rebanado de intensidad (también llamada rebanado de densidad) y codificación del color es uno de los ejemplos más simples del proceso de imagen en pseudocolor. Si la imagen es interpretada como una función 3D (intensidad contra el espacio coordenado), el método puede verse como si pusieramos planos paralelos al plano coordenado de la imagen, cada plano "rebanada" a la función intensidad en el área de intersección.

En general la técnica puede resumirse como sigue:

Sea la escala de gris  $[0, L - 1]$ , sea el nivel  $l_0$  representado por el negro  $[f(x, y) = 0]$ , y sea el nivel  $l_{L-1}$  representado por el blanco  $[f(x, y) = L - 1]$ . Suponga que se definen  $P$  planos perpendiculares al eje de intensidad en los niveles  $l_1, l_2, \dots, l_P$ . Suponiendo que  $0 < P < L - 1$ , los  $P$  planos parten la escala de grises en  $P + 1$  intervalos  $V_1, V_2, \dots, V_{P+1}$ . La asignación de color a los niveles de gris se hacen acorde a la relación:

$$f(x, y) = c_k \text{ si } f(x, y) \in V_k$$

donde  $c_k$  es el color asociado con el  $k$ -ésimo intervalo de intensidad  $V_k$  definido por la participación de los planos en  $l = k - 1$  y  $l = k$ .

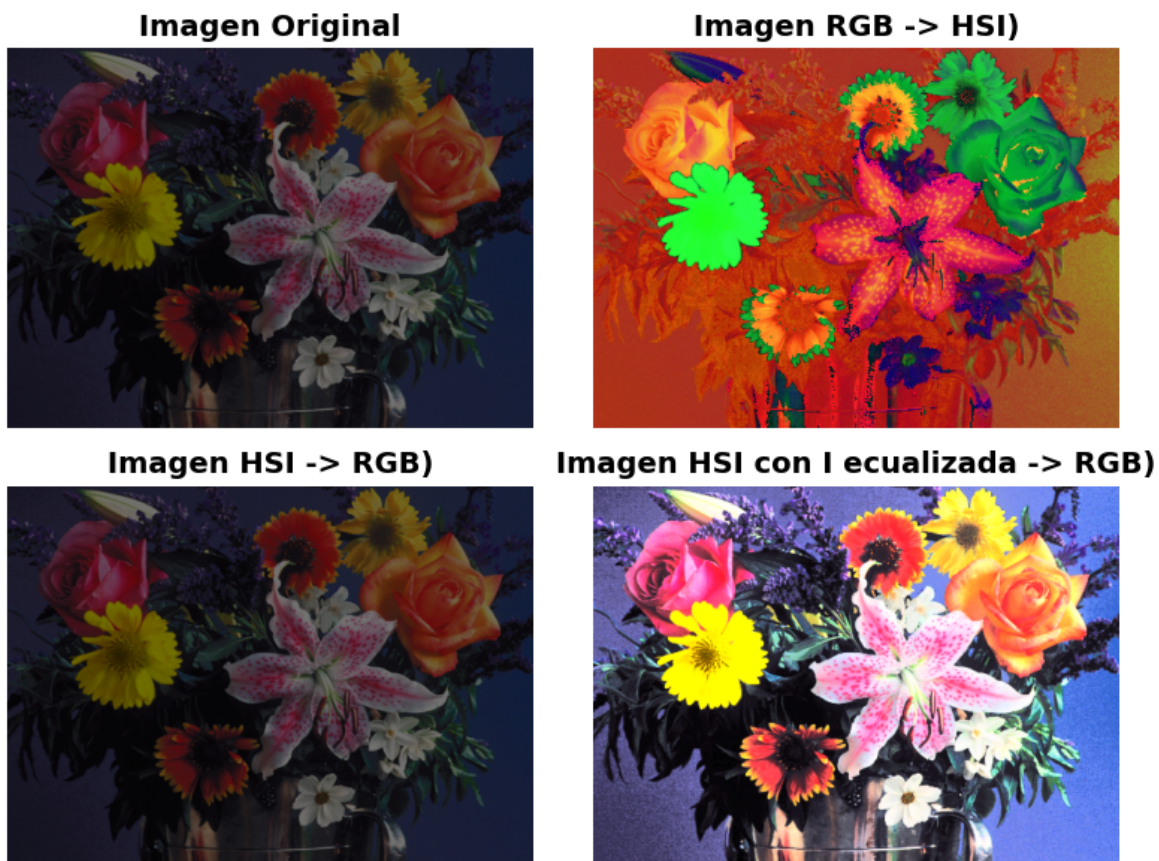
### 3. Desarrollo

1. Realiza el realce de la imagen **flowers2** de la siguiente manera. Convierte la imagen de **RGB** a modelos **HSI**. Toma la banda **I**, ecualízala y regresa al modelo **RGB**.

Se desarrolló la función `rgb_a_hsi` para transformar la imagen del espacio de color RGB al modelo HSI, el cual es más cercano a la percepción humana. La implementación sigue las fórmulas teóricas descritas en la introducción.

El proceso de realce consistió en los siguientes pasos:

1. **Conversión:** Se transformó la imagen `flowers2.bmp` de *RGB* a *HSI*.
2. **Ecualización:** Se extrajo únicamente la banda de intensidad (*I*). A esta matriz se le aplicó una ecualización de histograma basada en la Función de Distribución Acumulativa (CDF), redistribuyendo las intensidades para mejorar el contraste sin alterar la información cromática (Matiz *H* y Saturación *S*).
3. **Reconstrucción:** Se utilizaron las funciones de conversión inversa (`hsi_a_rgb`) implementadas para los tres sectores de interés: RG ( $0^\circ \leq H < 120^\circ$ ), GB ( $120^\circ \leq H < 240^\circ$ ) y BR ( $240^\circ \leq H \leq 360^\circ$ ).



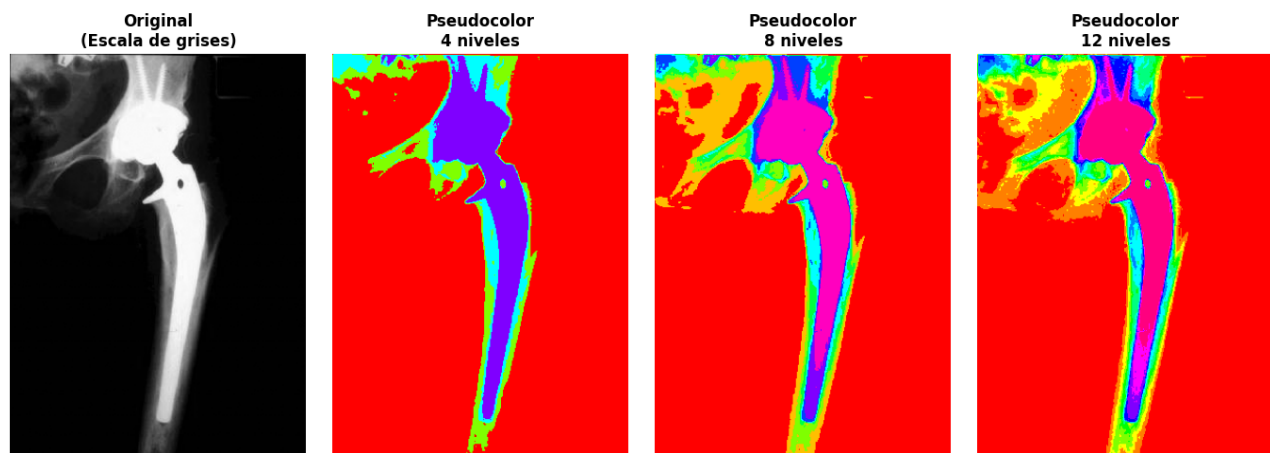
Comparativa del proceso de realce.

2. Toma las imágenes propuestas que están en escala de grises. Representa cada una de ellas en pseudocolor utilizando el método de rebanado de intensidad. Haz que tu función pueda recibir como parametro la imagen y el número de niveles de color a representar.

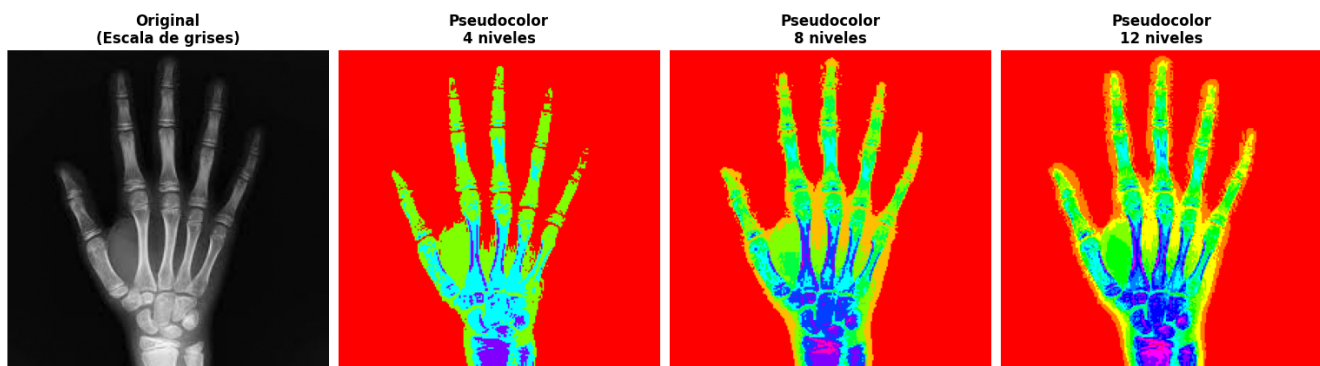
Para la segunda parte, se implementó la técnica de rebanado de intensidad.º rebanado de densidad. El algoritmo `pseudocolor` divide el rango de escala de grises  $[0, 255]$  en  $P$  intervalos definidos por planos perpendiculares al eje de intensidad.

La asignación de color siguió la relación  $f(x, y) = c_k$  si la intensidad del pixel pertenece al intervalo  $V_k$ .

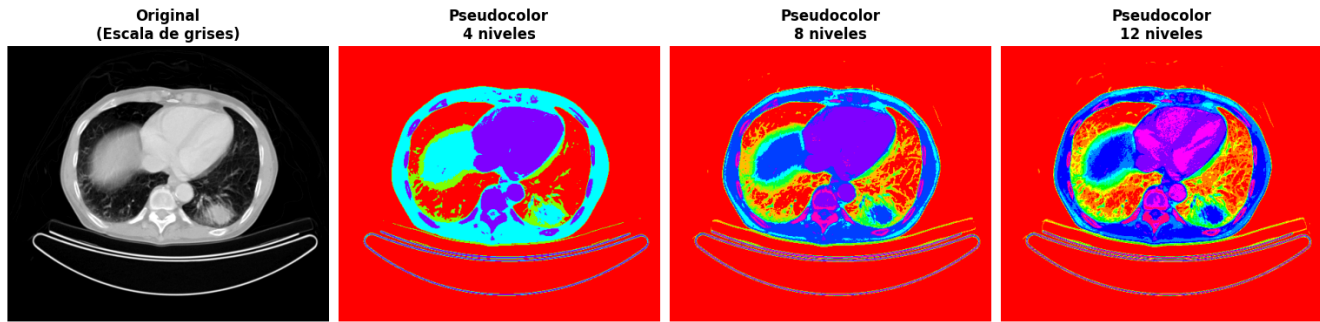
- Se generó una paleta de colores artificiales distribuidos uniformemente.
- Se aplicó esta técnica a imágenes médicas (cadera, mano, medtest, rodilla) variando el número de niveles ( $k = 4, 8, 12$ ), permitiendo diferenciar densidades de tejido que en escala de grises son difíciles de distinguir para el ojo humano.



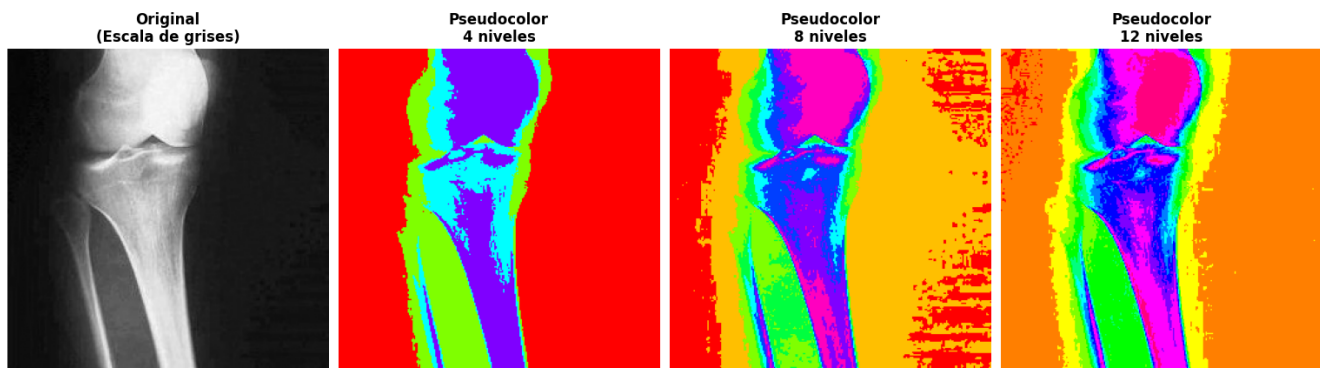
Pseudocolor aplicado a radiografía de cadera. Se muestra la imagen original en escala de grises y su segmentación en 4, 8 y 12 niveles de color.



Pseudocolor aplicado a radiografía de mano. Se muestra la imagen original en escala de grises y su segmentación en 4, 8 y 12 niveles de color.



Pseudocolor aplicado a imagen de prueba médica. Se muestra la imagen original en escala de grises y su segmentación en 4, 8 y 12 niveles de color.



Pseudocolor aplicado a radiografía de rodilla. Se muestra la imagen original en escala de grises y su segmentación en 4, 8 y 12 niveles de color.

## 4. Conclusión

Al finalizar esta práctica, se comprobó la importancia de seleccionar el modelo de color apropiado según la tarea de procesamiento que se desee realizar.

El modelo **HSI** demostró ser más eficiente que **RGB** para el realce de imágenes, ya que permite separar la información de intensidad de la información cromática. Al ecualizar únicamente el canal **I** y regresar a **RGB**, se logró mejorar el contraste de la imagen sin alterar los tonos de color originales, lo cual hubiera sido imposible trabajando directamente con los canales **RGB** de manera independiente.

Por otro lado, la técnica de pseudocolor mediante rebanado de intensidad confirmó que el ojo humano distingue mejor variaciones de color que tonos de gris. Al asignar diferentes colores a distintos rangos de intensidad en imágenes monocromáticas, fue posible visualizar detalles y estructuras que en escala de grises pasaban desapercibidos. Esta técnica resulta especialmente útil en aplicaciones como imágenes médicas o científicas donde se requiere resaltar información sutil. La implementación de las conversiones matemáticas entre espacios de color y la lógica de partición de niveles de intensidad permitió comprender cómo la representación numérica del color afecta directamente la percepción visual de las imágenes procesadas.

## Referencias

- [1] Panagiotis Antoniadis, "Cómo convertir un color de HSL a RGB", <https://www.baeldung.com/cs/convert-color-hsl-rgb>