



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

VISIÓN ARTIFICIAL

2021 – 01

https://github.com/jwbranch/Vision_Artificial_2021-1



JOHN W. BRANCH

Profesor Titular

Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión

Director del Grupo de I+D en Inteligencia Artificial – GIDIA

jwbranch@unal.edu.co

ESTEBAN BRITO

Monitor

dbrito@unal.edu.co

LOS MATERIALES DE ESTA ASIGNATURA, SE BASAN EN LA EVOLUCIÓN Y ELABORACIÓN DE ANTERIORES

SEMESTRES, EN LOS CUALES HAN CONTRIBUIDO Y COLABORADO, LOS PROFESORES DIEGO PATIÑO, CARLOS

MERA, PEDRO ATENCIO, ALBERTO CEBALLOS Y JAIRO RODRÍGUEZ, A LOS CUALES DAMOS CRÉDITO.

METODOLOGÍA ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

Sesiones Remotas vía Google.Meet Sincrónicas y Asincrónicas

El aprendizaje sincrónico involucra estudios online a través de una plataforma. Este tipo de aprendizaje sólo ocurre en línea. Al estar en línea, el estudiante se mantiene en contacto con el docente y con sus compañeros. Se llama aprendizaje sincrónico porque la plataforma permite que los estudiantes pregunten al docente o compañeros de manera instantánea a través de herramientas como el chat o el video chat.

El aprendizaje asincrónico puede ser llevado a cabo online u offline. El aprendizaje asincrónico implica un trabajo de curso proporcionado a través de la plataforma o el correo electrónico para que el estudiante desarrolle, de acuerdo a las orientaciones del docente, de forma independiente. Un beneficio que tiene el aprendizaje asincrónico es que el estudiante puede ir a su propio ritmo.

EVALUACIÓN



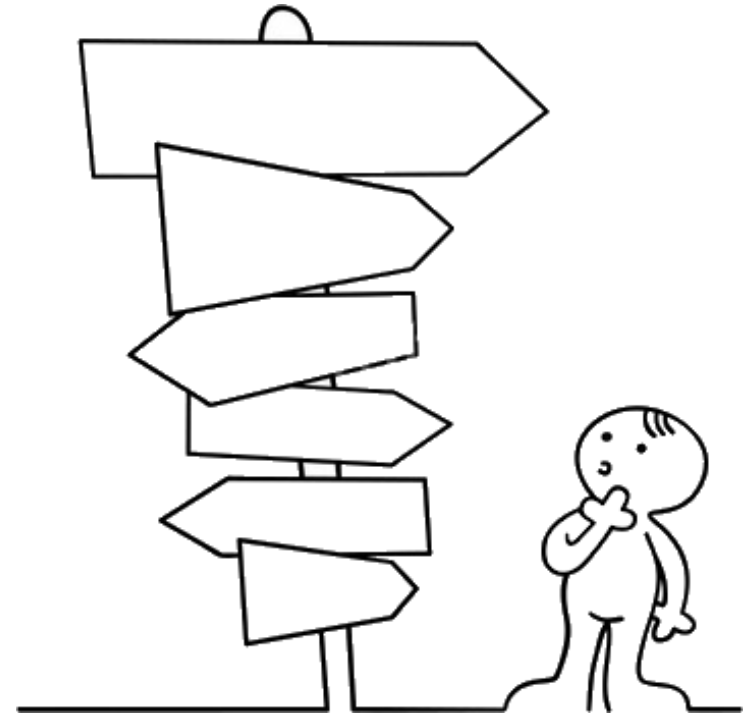
Parcial 1 - Preprocesamiento de Imágenes	25%
Parcial 2 - Segmentación de Imágenes	25%
Proyecto Final	50%

Opcional: Seguimiento → 10%

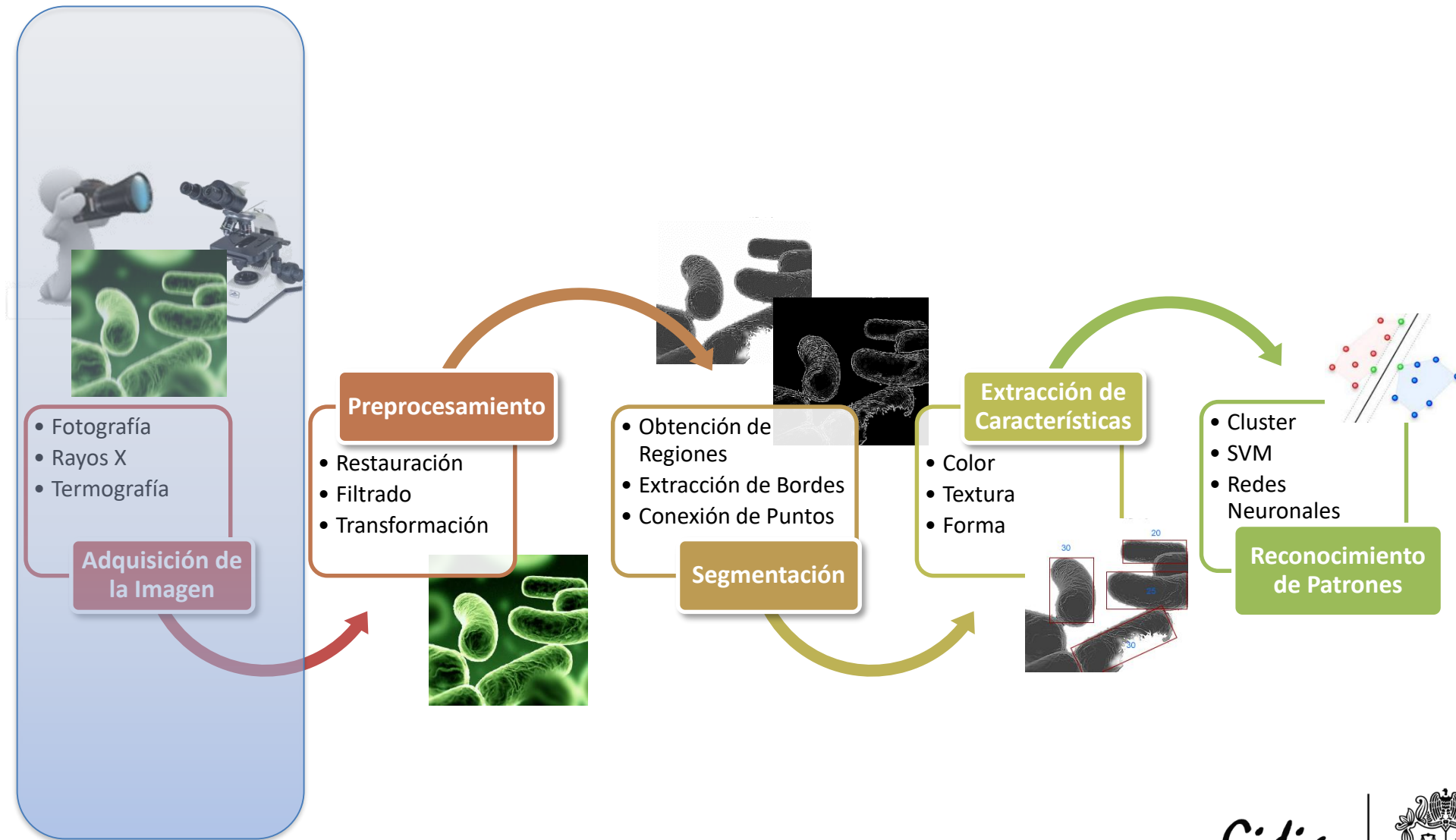
EN LA CLASE DE HOY ...

🦋 FUNDAMENTOS DEL COLOR

- ✓ El Color
- ✓ El triestímulo
- ✓ Modelos Sensoriales de Color
- ✓ Modelos Perceptuales de Color
- ✓ Pseudocolor



ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL



Fundamentos del Color

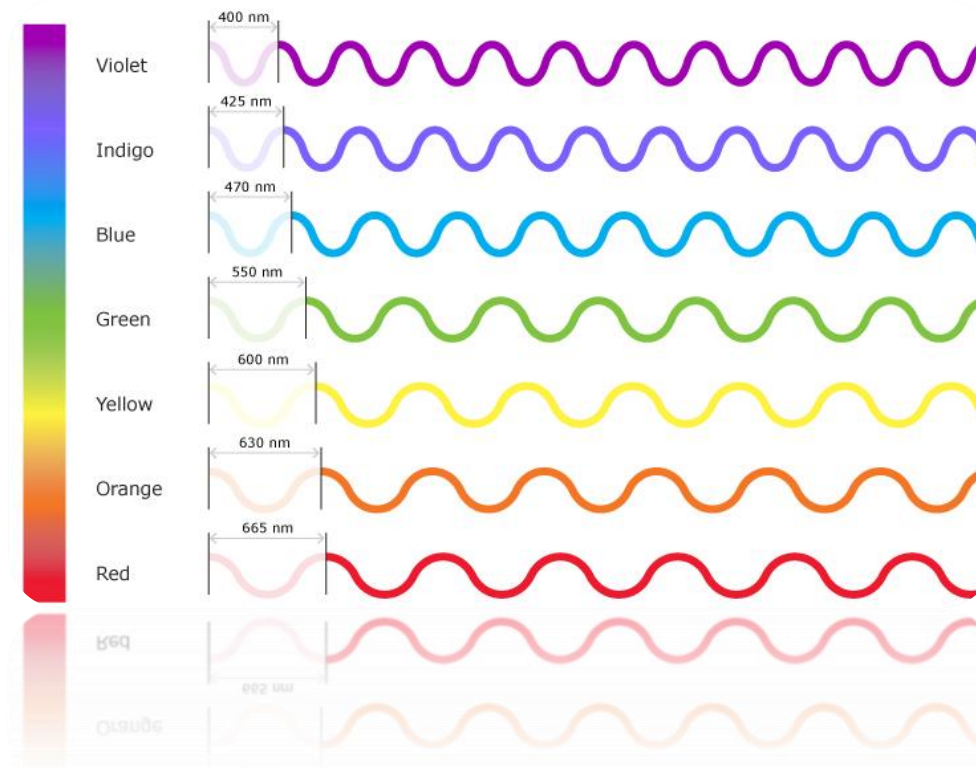
EL COLOR



Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR

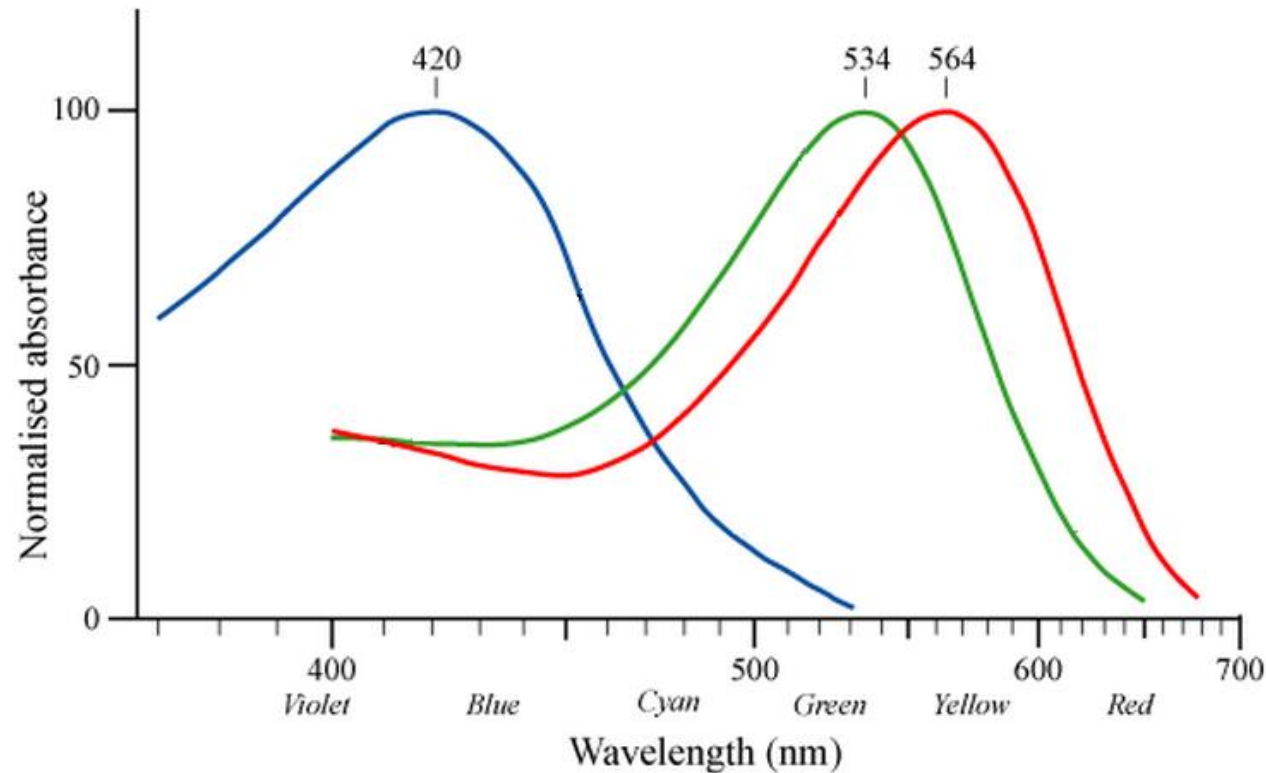
- 🌈 El **color** es una **sensación**, derivada de la capacidad del ojo de captar la longitud de onda en 3 frecuencias diferentes del espectro electromagnético visible.



Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR: EL TRIESTIMULO DE LA PERCEPCIÓN DEL COLOR

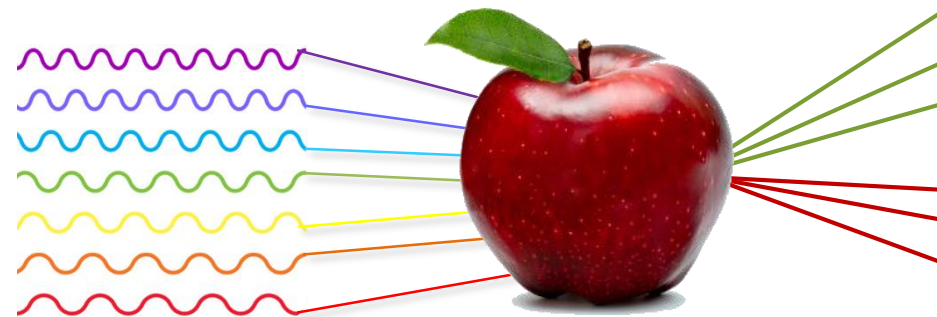
- 🌀 La retina humana tiene 3 tipos de conos y cada tipo de cono tiene una respuesta diferente en función de la longitud de onda de la luz.



Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR DE LOS OBJETOS

- 🌀 Los objetos se ven en diferentes colores porque ellos absorben una parte de las ondas electromagnéticas y reflejan las restantes. Las ondas reflejadas son captadas por el ojo e interpretadas como colores según las longitudes de ondas correspondientes.



Luz Blanca

La manzana, bajo una luz “blanca”, refleja las ondas de electromagnéticas cercanas al verde y al rojo pero absorbe las demás.

El ojo humano sólo percibe el color cuando la iluminación es abundante. Con poca luz vemos en escala de grises.

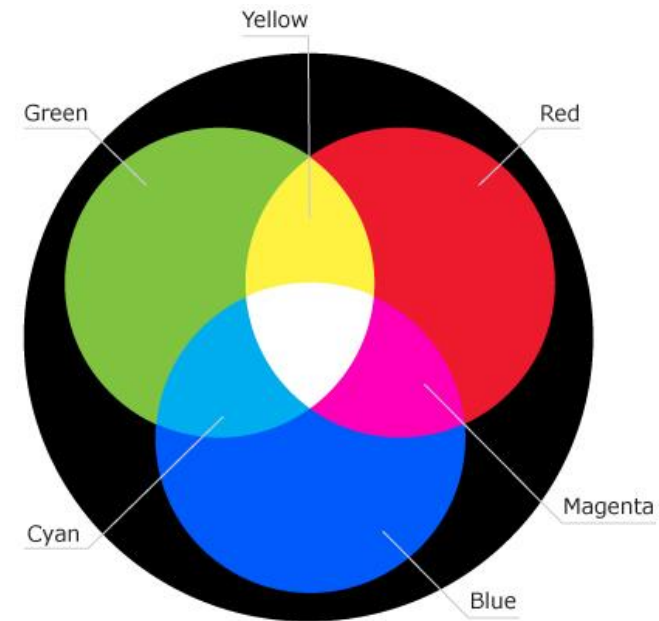
Fundamentos del Color

🦋 MEZCLA DE COLORES

- 🌀 El significado diferente del color en la luz (espectro emitido) y en los objetos (espectro reflejado) da lugar a dos modos de ver el proceso de mezcla de colores: modelo aditivo y substractivo.

🌀 **Modelo Aditivo Mezcla:** Los colores se obtiene sumando los espectros de luz. En este modelo los colores primarios suelen ser **rojo**, **verde** y **azul**. La mezcla de estos puede generar cualquier color perceptible por el ojo humano.

Dispositivos como las pantallas y televisores usan mezclas aditivas para generar el color.



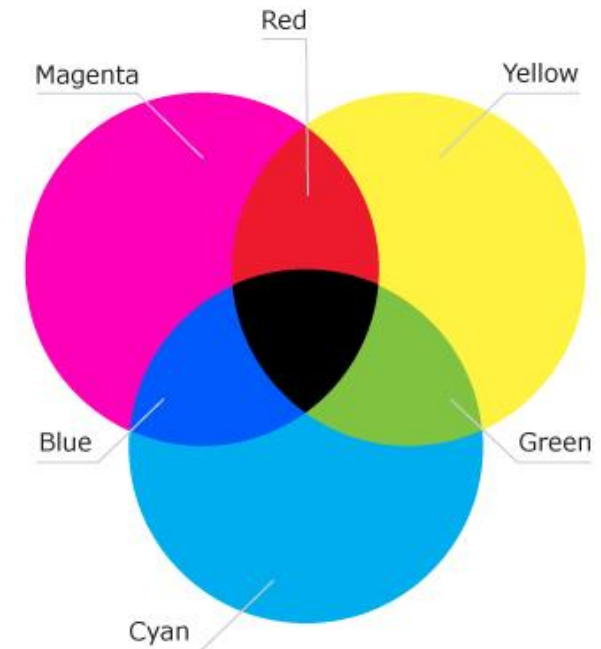
Fundamentos del Color

🎨 MEZCLA DE COLORES

- 🎯 **Modelo Sustractivo:** En la síntesis sustractiva el color de partida siempre suele ser el color acromático blanco. En este modelo los colores actúan como filtros. P.E. el amarillo refleja el verde y el rojo, pero bloquea el azul.

- 🌐 Este modelo es por ejemplo, el usado para mezclar pinturas. Cada color de pintura absorbe ciertos colores y refleja otros. Cada vez que se agrega un color pintura a una mezcla, hay más colores absorbidos y menos reflejados.

Una base de colores primarios para este modelo son el **Cyan**, **Magenta** y **Amarillo**



Fundamentos del Color



CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL COLOR

Fundamentos del Color

🦋 MODELOS DE COLOR - CONCEPTOS

- 🌀 **Matiz (HUE) o Cromaticidad:** es el atributo por la que el color de un objeto se clasifica como rojo, azul, verde o amarillo de acuerdo a la longitud de onda predominante con referencia al espectro visible.

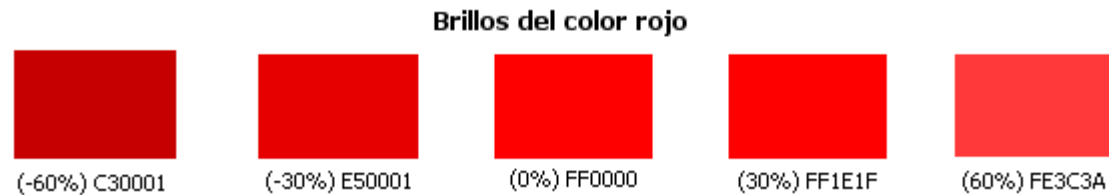


- 🌀 Cuando uno dice “este objeto es rojo” se está especificando su matiz, pues probablemente el objeto no sea un rojo puro, pero sí predominan las longitudes de onda cercanas al rojo.

Fundamentos del Color

🦋 MODELOS DE COLOR - CONCEPTOS

🌀 **Brillo o Luminosidad:** se refiere a la intensidad del color y se usa para determinar que tan claro u oscuro es un color. Por ejemplo el color Blanco es un color brillante, mientras que el gris es un blanco menos brillante.



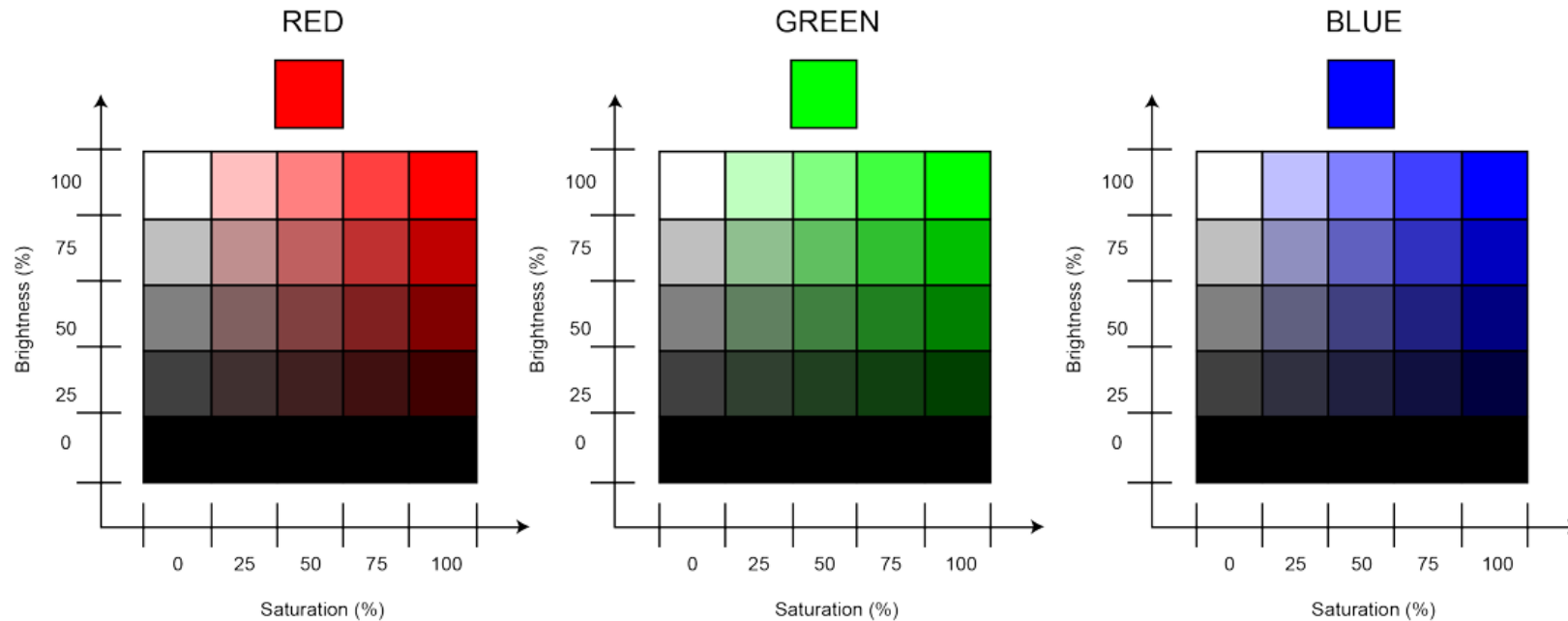
🌀 **Saturación o Intensidad:** se refiere a la pureza relativa o cantidad de luz blanca mezclada con un matiz. La saturación es el “grado de color” que lo diferencia de un gris con el mismo brillo.



Fundamentos del Color

🦋 MODELOS DE COLOR - CONCEPTOS

🌀 *Matiz – Brillo – Saturación*



Fundamentos del Color



Fundamentos del Color

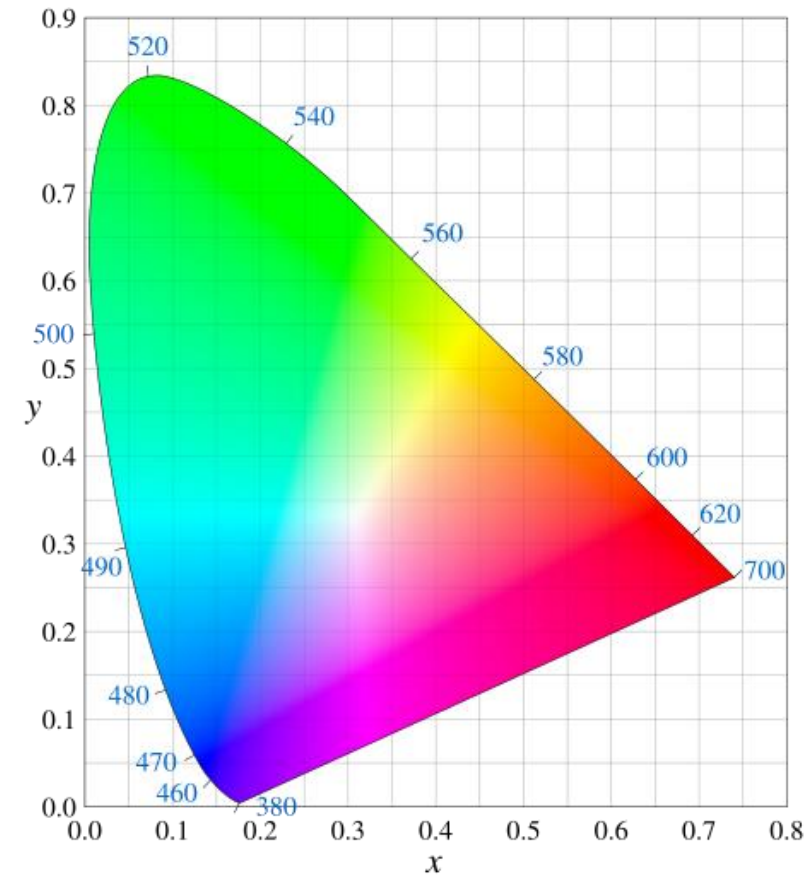
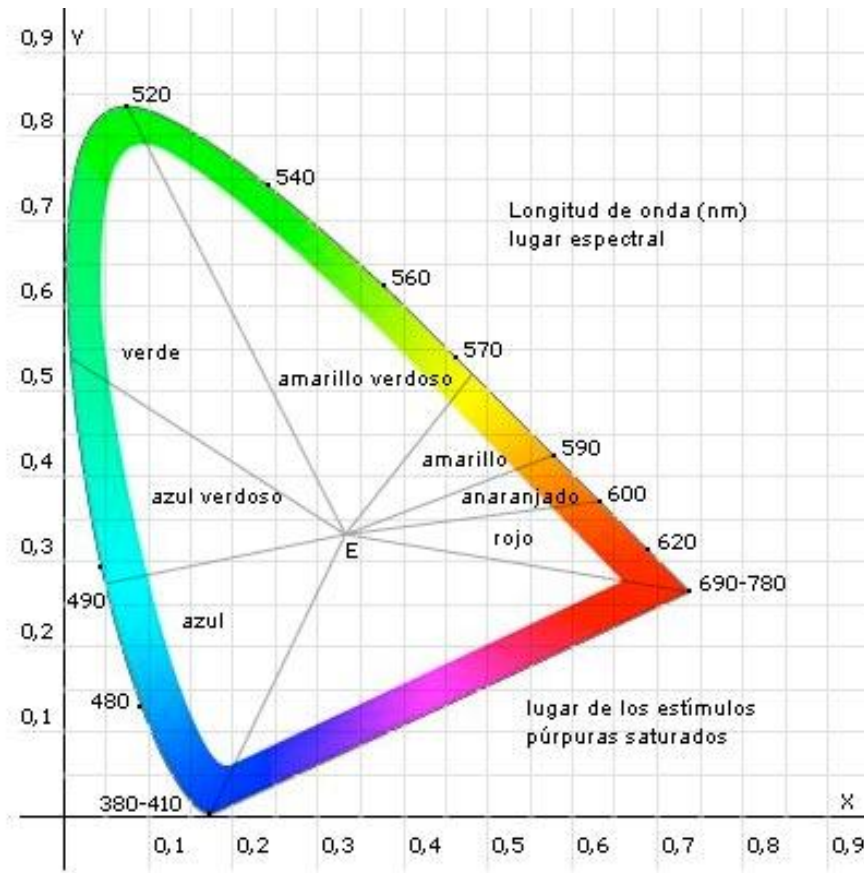
🦋 MODELOS DE COLOR – EL DIAGRAMA DE CROMATICIDAD

- 🌐 Para normalizar la representación del color, la **Commission Internationale l'Éclairage** estudió la percepción del color en los humanos y desarrolló, en 1931, un modelo matemático llamado **CIE XYZ** aproximado por experimentación.
- 🌐 Basándose en que el ojo humano tiene tres tipos de sensores de color (**XYZ**), este modelo representa todos los colores visibles basándose en la: **cromaticidad** y el **brillo**.
- 🌐 Eliminado el brillo del espacio de color, la cromaticidad se puede definir con dos parámetros x e y :

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR – EL DIAGRAMA DE CROMATICIDAD



Fundamentos del Color

🦋 MODELOS DE COLOR – TIPOS DE MODELOS

- 🌀 Un **Modelo de Color** es una especificación de un sistema de coordenadas en el que cada color está representado por un único punto. Existen varias representaciones o modelos de color. Estos modelos los podemos dividir en dos clases.:
 - 🌀 Unos son los modelos que están más orientados a los equipos, por ejemplo las cámaras, monitores y televisores, a los que llamaremos **Modelos Sensoriales**.
 - 🌀 Otros son los modelos que se asemejan más a la percepción humana y que, en general, están orientados al procesamiento de imágenes y visión, éstos se denominan **Modelos Perceptuales**.



Fundamentos del Color



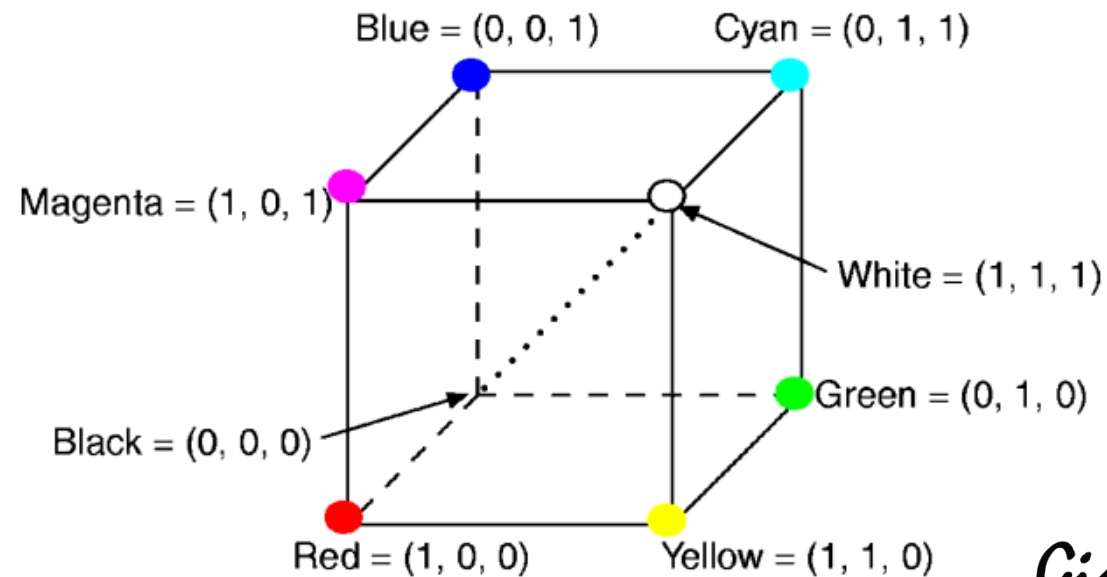
MODELOS DE COLOR SENSORIALES

Existen 4 modelos comúnmente utilizados
RGB, CMY e YIQ.

Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR – MODELO RGB

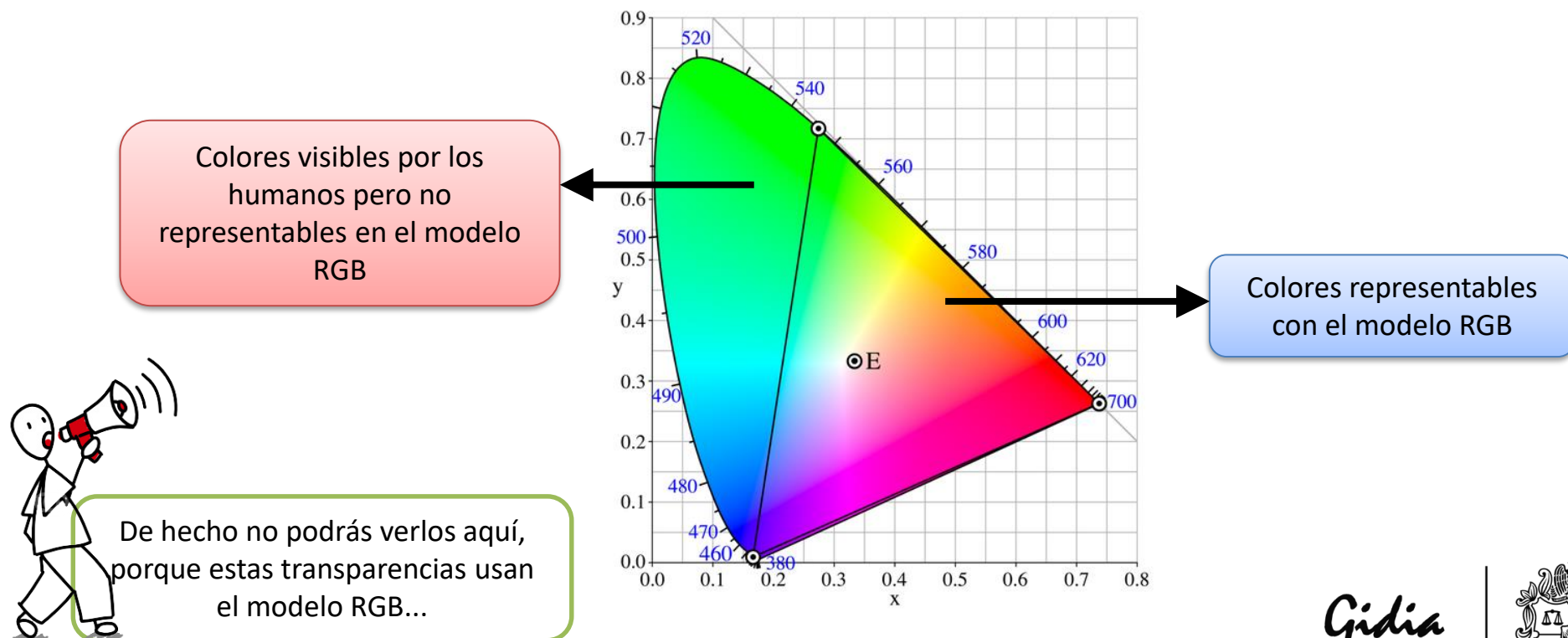
- 🌀 El modelo **RGB** es un modelo aditivo, que debe su nombre a las iniciales de los tres colores primarios: **Red** (rojo), **Green** (verde) y **Blue** (azul).
- 🌀 La combinación aditiva de estos colores primarios produce todo el rango de colores representables en RGB.



Fundamentos del Color

🚀 EL COLOR – MODELO RGB

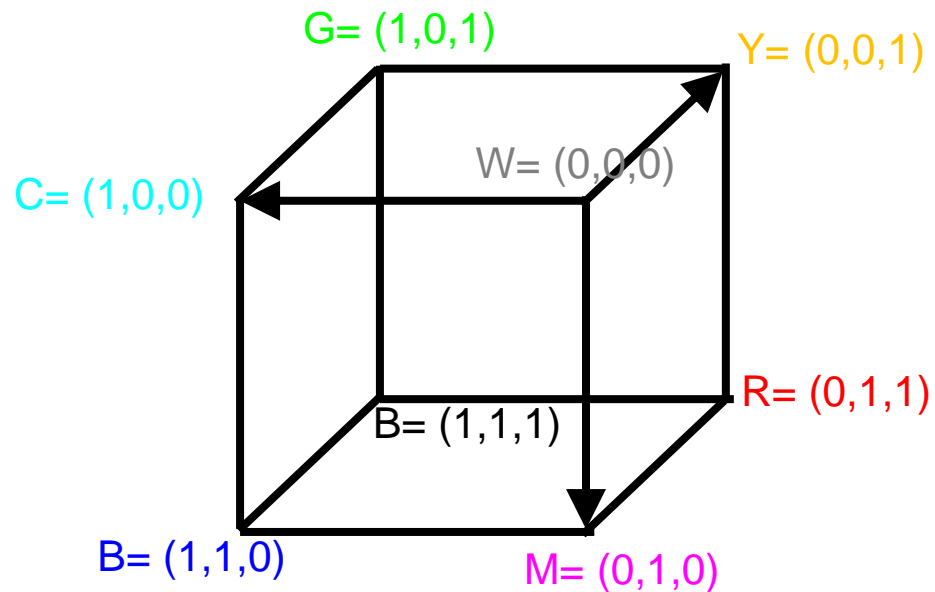
- 🎯 El modelo **RGB** es el más utilizado en la práctica. Pero no es completo: existen colores que no se pueden obtener con la combinación de R, G y B. Se puede comprobar en el diagrama cromático CIE:



Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR – MODELO CMY

- El modelo **CMY** es usado ciertas aplicaciones, como por ejemplo en pintura e impresión de imágenes. El modelo CMY (o CMYK) está basado en un modelo sustractivo y en la práctica, no llega a producir negro, sino una especie de gris.



Conversión RGB → CMY:

$$\begin{aligned}C &:= 255 - R \\M &:= 255 - G \\Y &:= 255 - B\end{aligned}$$

Conversión CMY → RGB:

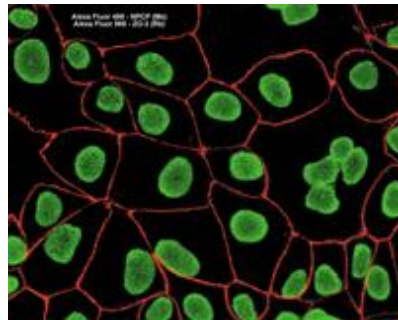
$$\begin{aligned}R &:= 255 - C \\G &:= 255 - M \\B &:= 255 - Y\end{aligned}$$

1 o 255?

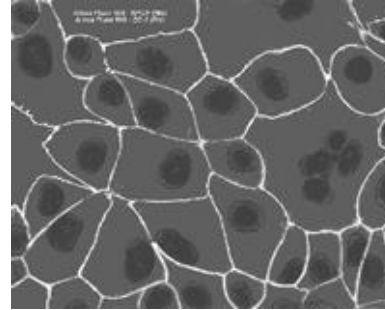
Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR – MODELO RGB

🌐 CMY vs RGB



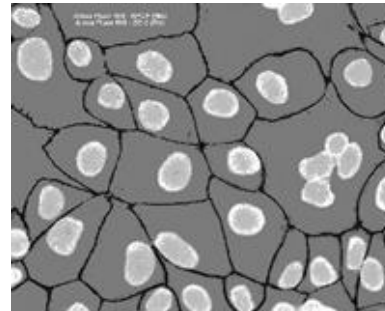
C



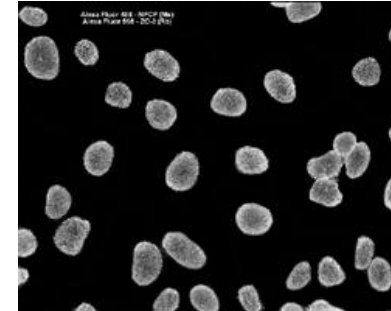
R



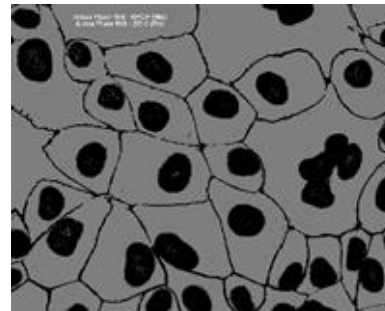
M



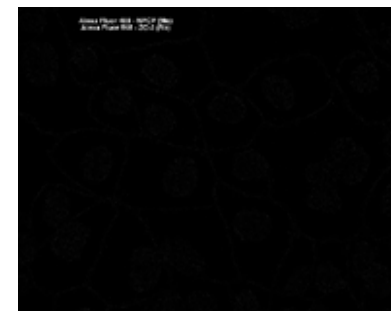
G



Y



B



Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR – MODELOS YIQ

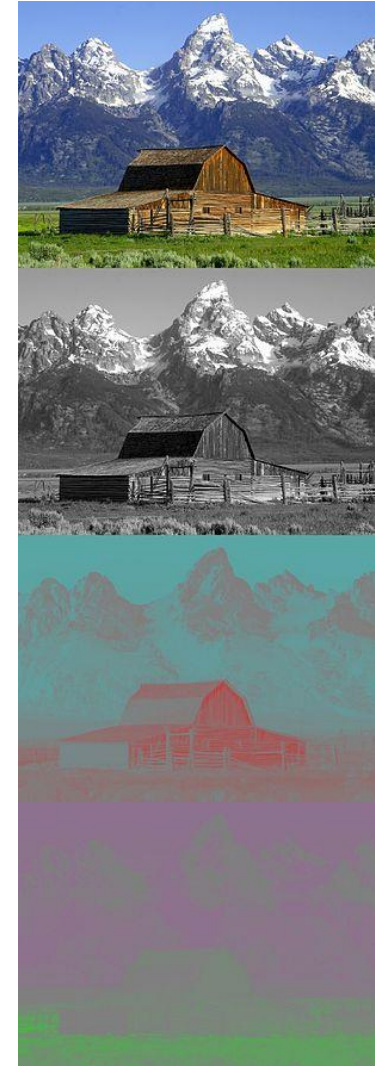
- 🕒 El modelo **YIQ** separa la información de intensidad o luminancia (Y) de la información de color (I, Q). Es un modelo que antiguamente usaba el estándar de televisión NTSC.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & 0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$



$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

La componente Y es el único componente usado por los televisores en blanco y negro



Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR – MODELOS YIQ

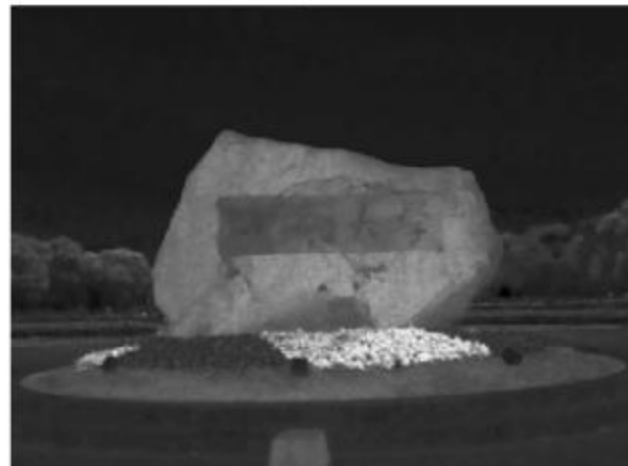
RGB image



Luminance component



I component



Q component

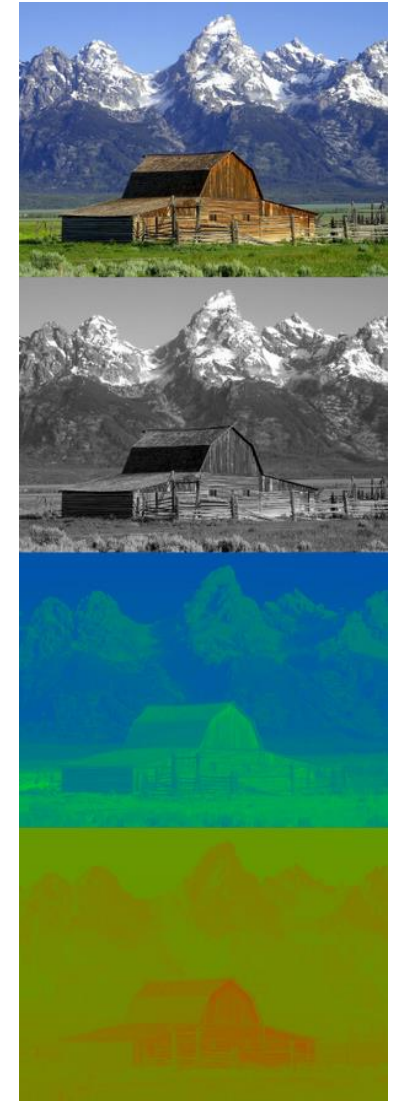


Fundamentos del Color

🏆 EL COLOR – MODELOS YUV

- 🌐 El modelo **YUV** permite utilizar un ancho de banda reducido para los componentes de crominancia, de esta forma, hace que los errores de transmisión o las imperfecciones de compresión se oculten más eficientemente a la percepción humana que usando una representación RGB "directa".

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ -0,147 & 0,289 & 0,436 \\ 0,615 & -0,515 & -0,100 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$



Fundamentos del Color



MODELOS DE COLOR PERCEPTUALES

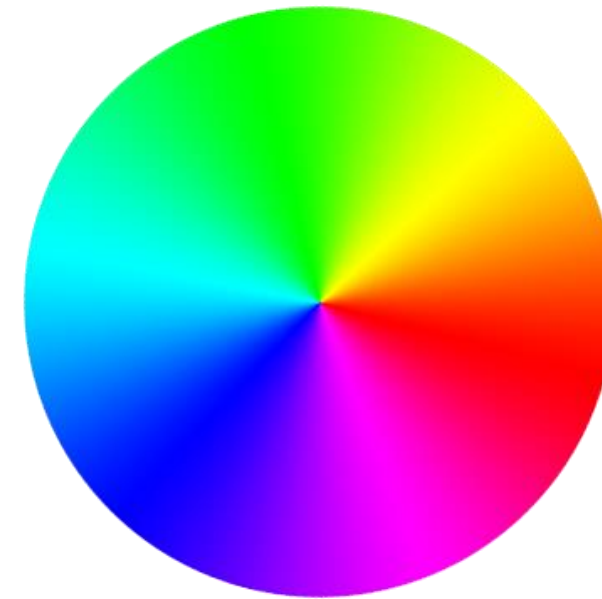
Tienen cierta similitud con la percepción humana

Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR – MODELOS HLS Y HSV

- 🎯 **Modelos HLS y HSV:** Los modelos HLS (o HSL) y HSV (o HSI) están pensados para ser fácilmente interpretables y legibles por un humano, usan términos más familiares cuando hablamos de color.
- 🎯 **Brillo o Luminosidad:** cualidad de ser más claro o más oscuro.
- 🎯 **Saturación:** Diferencia del color respecto a un gris con la misma intensidad. Cuanto más diferente, más saturado.
- 🎯 **Matiz de un color:** su ángulo dentro de la rueda cromática. También, se puede definir como la frecuencia dominante del espectro.

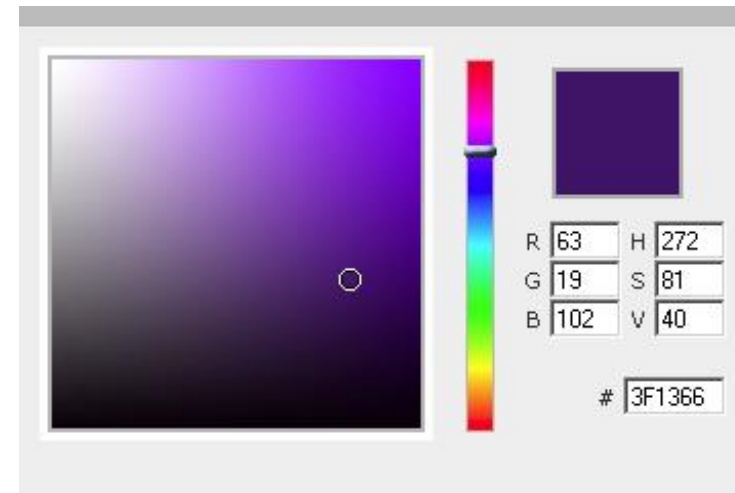
Rueda cromática



Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR – MODELOS HLS Y HSV

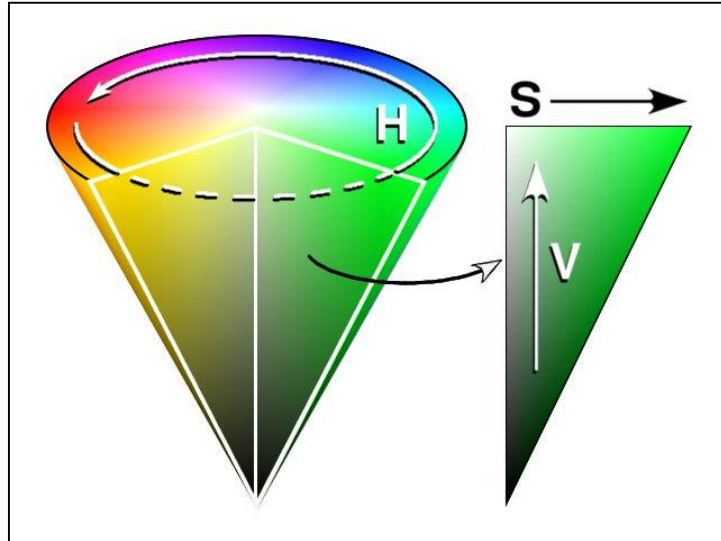
- 🕒 El **Modelo HSV** consta de los componentes: H-matiz (hue), S-saturación, V-valor de intensidad, mientras que el **modelo HLS** consta de: H-matiz, L-luminosidad, S-saturación.
- 🕒 Ambos son transformaciones no lineales del RGB. La definición de H es igual en ambos. La diferencia se encuentra en la forma de calcular la saturación S, y la intensidad V o L.



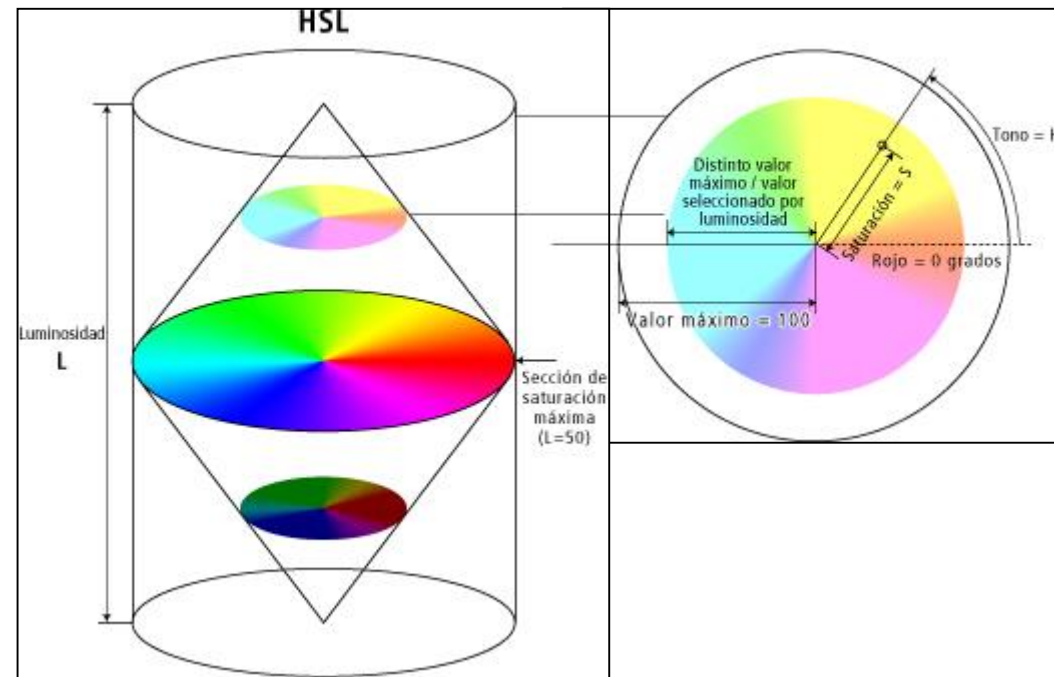
<http://www.dynamicdrive.com/dynamicindex11/youicolorpicker/index.htm>

Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR – MODELOS HLS Y HSV



Modelo HSV



Modelo HSL

Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR – MODELOS HLS Y HSV

🌀 Conversión de RGB a HSV y HLS:

Sea $MAX := \max\{R, G, B\}$ y $MIN := \min\{R, G, B\}$, el valor de H se calcula según el “cuadrante” en RGB respecto a la línea de grises, así:

$$H = \begin{cases} (G - B) * 60 / (MAX - MIN) & \text{si, } R = MAX \\ (B - R) * 60 / (MAX - MIN) + 120 & \text{si, } G = MAX \\ (R - G) * 60 / (MAX - MIN) + 240 & \text{si, } B = MAX \end{cases}$$

En HSV:

$$S = (MAX - MIN) / MAX$$

$$V = MAX$$

En HLS:

$$S = MAX - MIN$$

$$L = (MAX + MIN) / 2$$

Ojo: si $R=G=B$ (color gris), el H no está definido. Es más, conforme disminuye la saturación, el cálculo de H es más inestable.

Fundamentos del Color

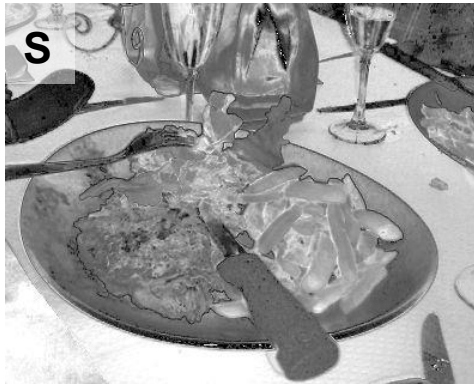
🦋 EL COLOR – MODELOS HLS Y HSV



HSV

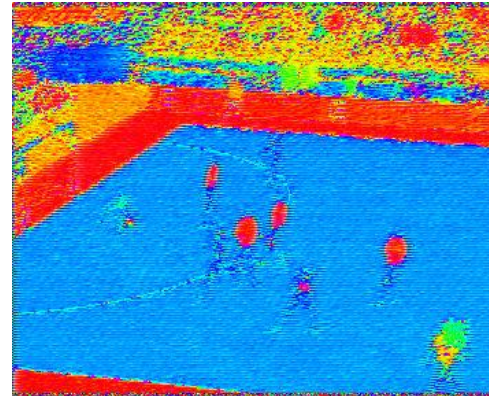


HLS

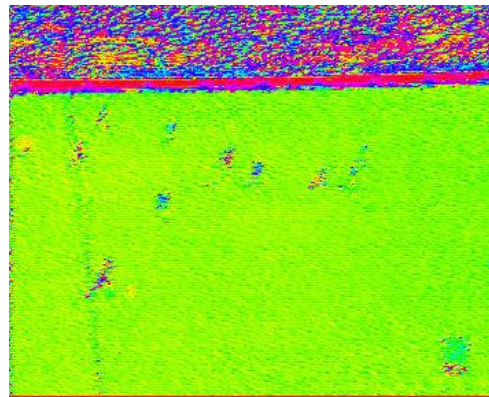


Fundamentos del Color

🦋 EL COLOR – MODELOS HLS Y HSV



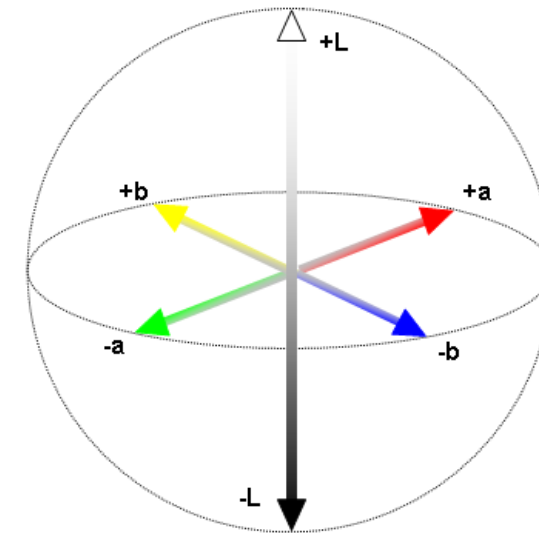
El canal H es el que almacena mayor información de color



Pero cuidado, puede ser engañoso si la saturación es baja

Fundamentos del Color

🚩 EL COLOR – MODELO $L^*A^*B^*$

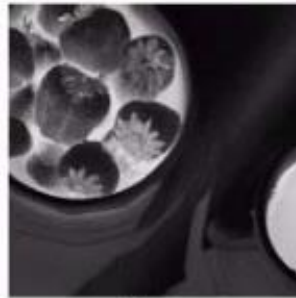


L almacena toda la información
sobre luminocidad

a^* y b^* la información de color

Fundamentos del Color

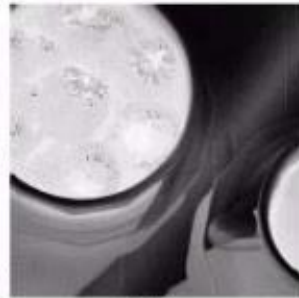
🦋 EL COLOR – MODELOS



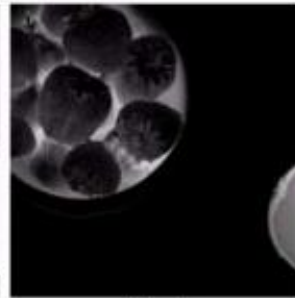
Cyan



Magenta



Yellow



Black



Full color



Red



Green



Blue



Hue






Saturation



Intensity

Fundamentos del Color

EL COLOR – OTROS MODELOS

-  El color es un fenómeno ligado a la percepción humana.
-  Existen muchos modelos de color, algunos creados con fines específicos.
-  Aunque externamente (entrada/salida) trabajemos normalmente con el modelo RGB, para realizar ciertas operaciones puede ser adecuado usar otros modelos de color:
 1. Transformar de RGB al otro modelo.
 2. Operar en el otro modelo.
 3. Transformar el resultado en el otro modelo a RGB.
 4. Estudiar, decidir y utilizar el modelo más adecuado a cada aplicación.

Fundamentos del Color



PSEUDOCOLOR

Pseudocolor

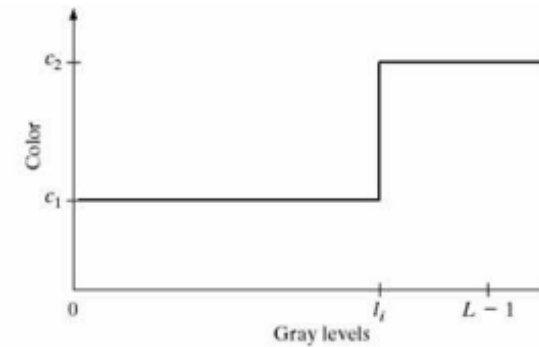
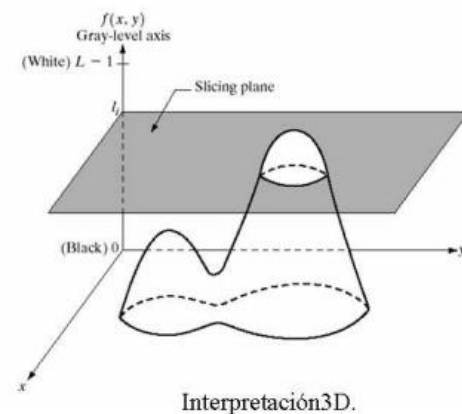
PSEUDOCOLOR

- 🌀 El objetivo del Pseudocolor es asignar colores a imágenes monocromáticas basándose en algunas propiedades de su contenido de nivel de gris.
- 🌀 Existen diferentes Métodos:
 - 🌀 Planos de intensidad
 - 🌀 Transformación de gris a color
 - 🌀 Filtrado

Pseudocolor

🦋 PSEUDOCOLOR

- 🕒 La técnica por **Planos de Intensidad** consiste en dividir las intensidades de gris para posteriormente asignar un color a cada porción. Esto genera un procesamiento de Pseudo-color muy elemental.
- 🕒 Considerando la imagen como una función bidimensional de la intensidad, el método se interpreta como la colocación de planos paralelos al de las coordenadas espaciales de la imagen → Cada plano divide a la función en el área de intersección.



Interpretación 2D.

Pseudocolor

PSEUDOCOLOR

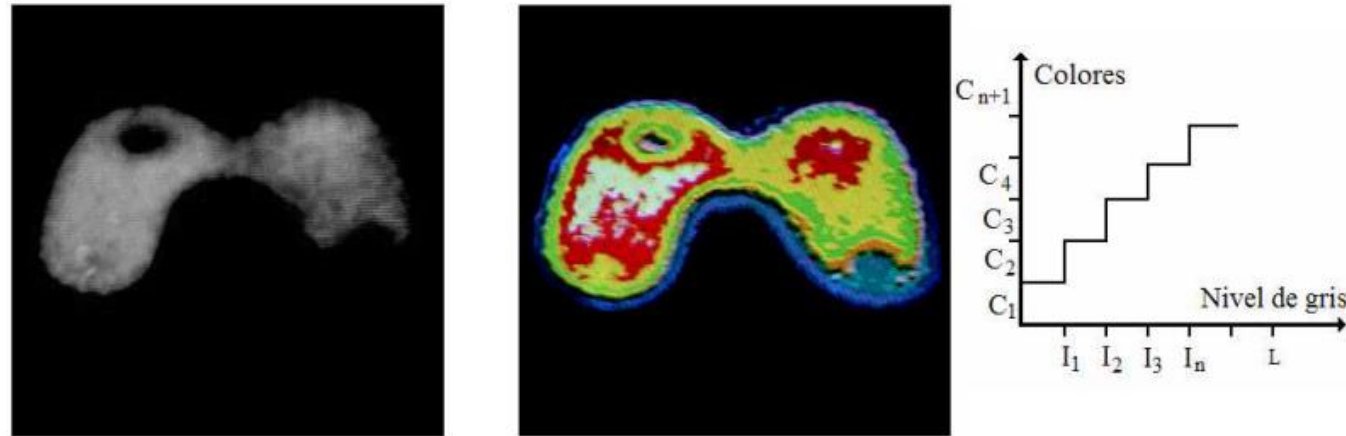
- La pasos para crear pseudocolor a partir de **Planos de Intensidad** son los siguientes:
 - Dividir la función $f(x, y)$ (imagen monocromática), en dos regiones a partir del nivel G_i
 - Píxeles con niveles superiores a G_i se les asigna el color 1
 - Píxeles con niveles inferiores a G_i se les asigna el color 2

El resultado es una imagen bicolor, cuya apariencia relativa se puede controlar moviendo el plano de división hacia arriba y abajo sobre el eje de nivel de gris (modificando G_i).

Pseudocolor

🚀 PSEUDOCOLOR

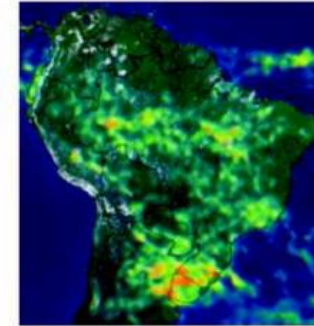
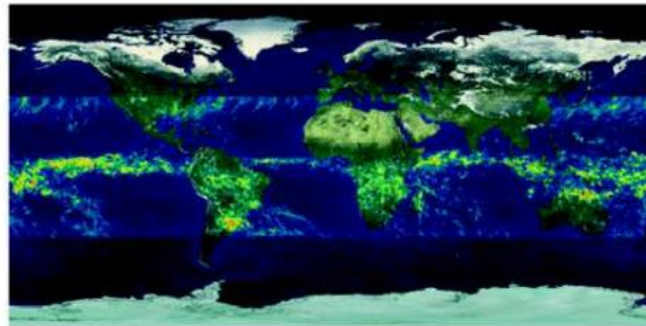
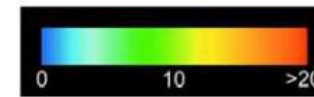
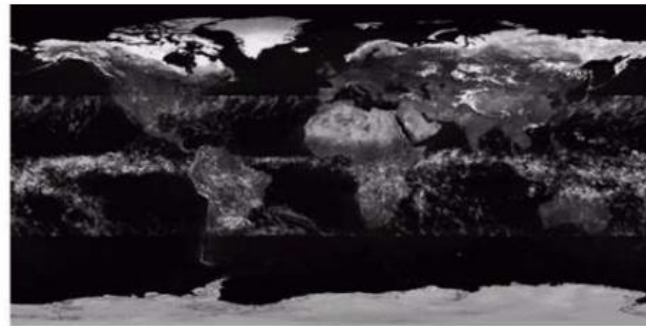
- La técnica de *planos de intensidad* puede ampliarse a varios niveles de colores. A continuación un ejemplo para la imagen de Patrón de comparación de radiación Picker Thyroid Phantom:



Pseudocolor

🦋 PSEUDOCOLOR

- 🕒 Otro ejemplo de aplicación de la técnica de *planos de intensidad*:



Preguntas



MOTIVACIÓN

🦋 OBSERVE EL VIDEO Y RESPONDA A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

🦋 ¿CUÁNTOS DATOS SE REQUIEREN PARA ENTRENAR UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL?

🦋 ¿ES POSIBLE DECIR QUE LOS COMPUTADORES YA SOBREPASARON LA CAPACIDAD HUMANA?

🦋 ¿QUÉ PROBLEMAS EVIDENCIAN LOS SISTEMAS DE VISIÓN ARTIFICIAL, Y EN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE RECONOCIMIENTO DE PATRONES?



<https://www.ted.com/talks/fei-fei-li-how-we-re-teaching-computers-to-understand-pictures?language=es>



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA