

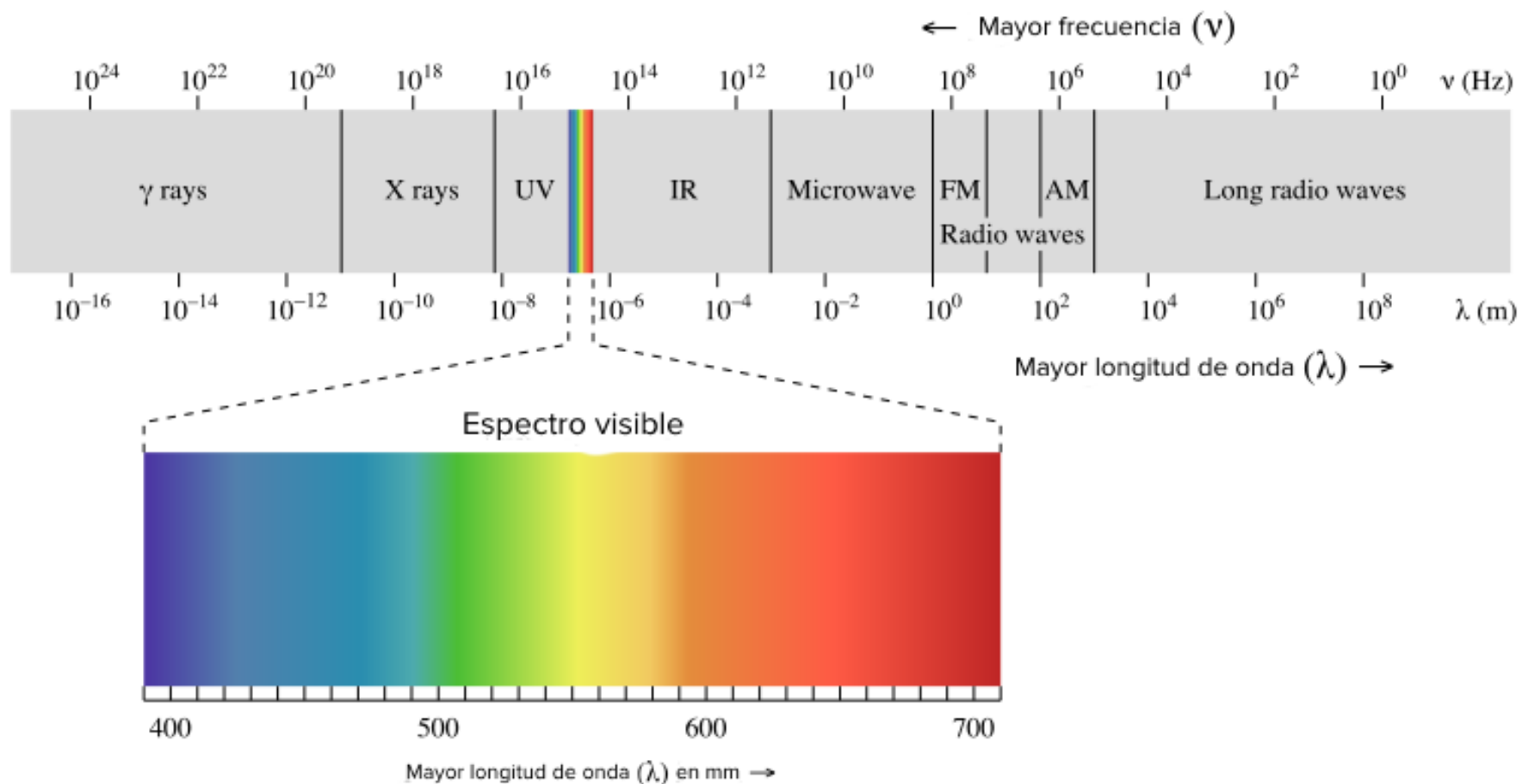


Espacio de colores



Andrés Daniel Godoy Ortiz
Visión Computacional

Espectro electromagnético



Fuente imagen: KHAN ACADEMY

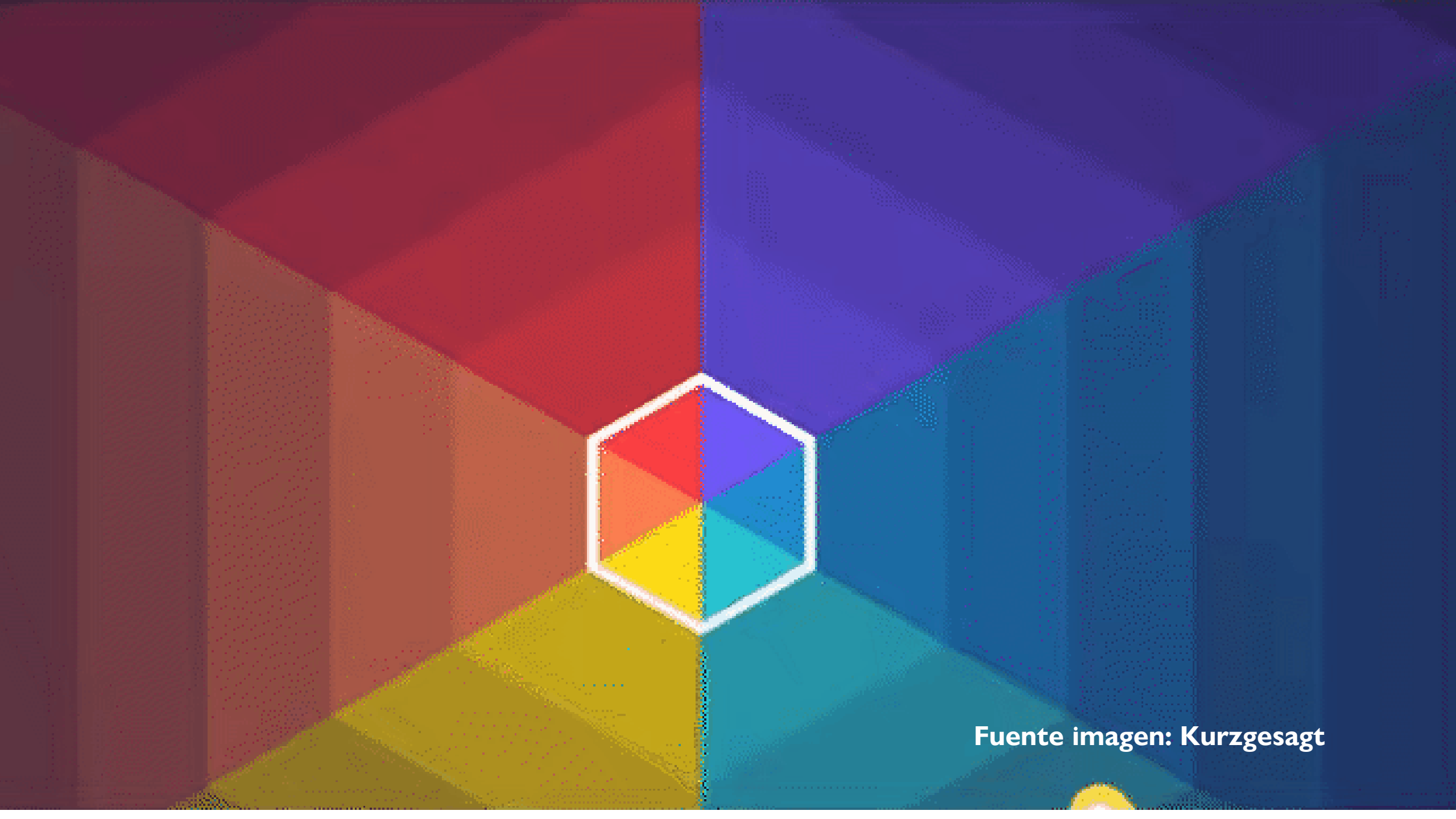
La **frecuencia** y la **longitud** de onda están inversamente relacionadas

$$c = \lambda \cdot \nu$$

Donde:

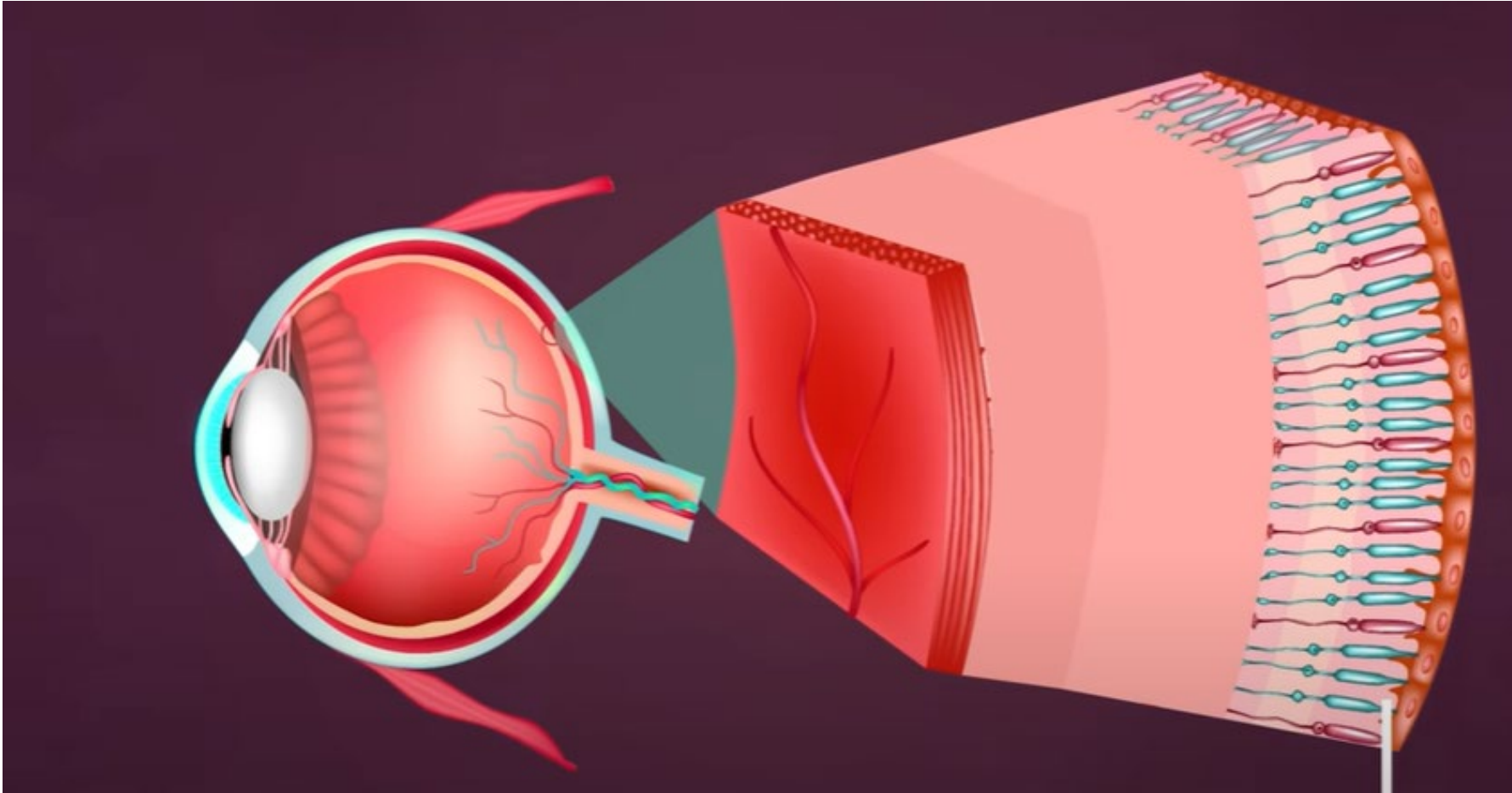
- c es la velocidad de la luz en el vacío ($c \approx 3.0 \times 10^8$ m/s).
- λ es la longitud de onda en metros (m).
- ν es la frecuencia en Hertz (Hz), que equivale a ciclos por segundo.

¿por qué evolucionamos solo para ver la
“luz visible”?



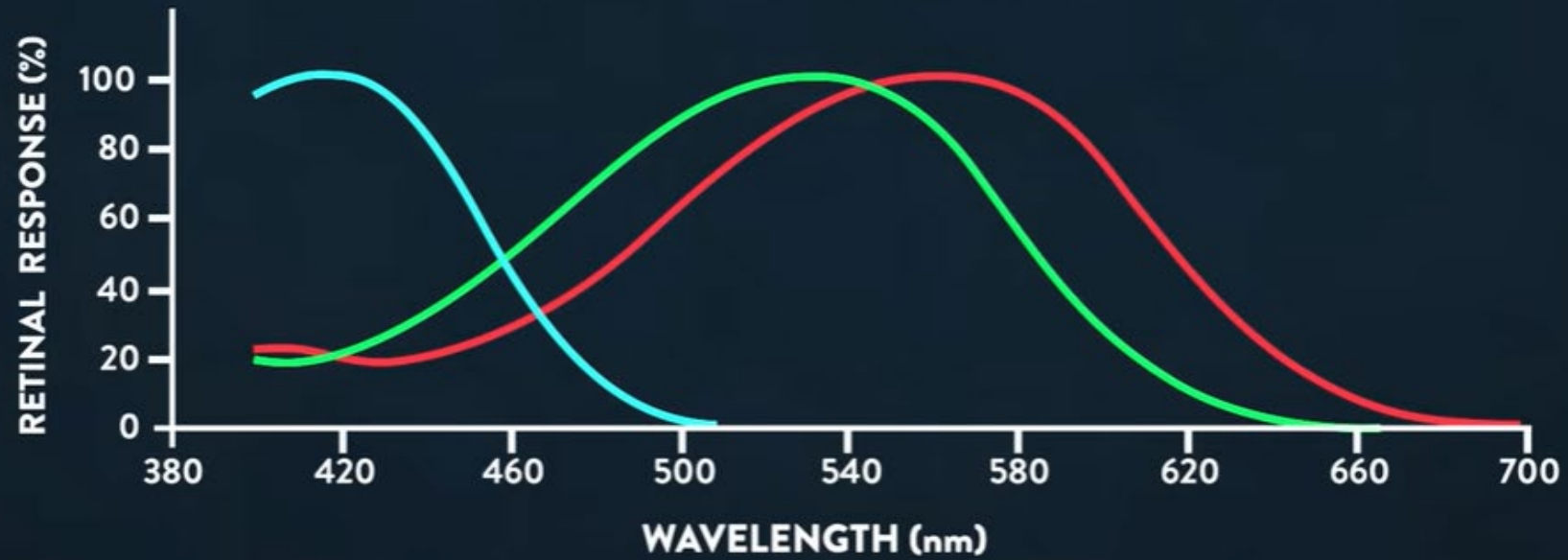
Fuente imagen: Kurzgesagt

Conos



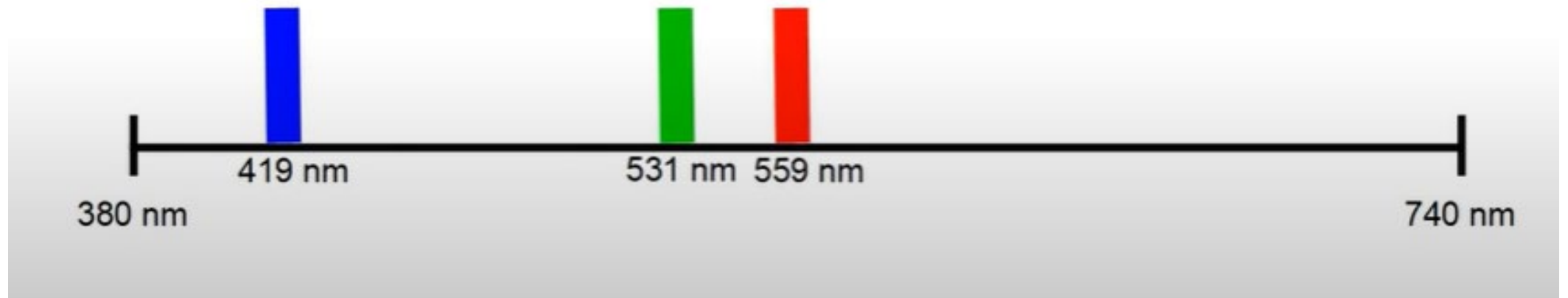
Fuente imagen: Be Smart

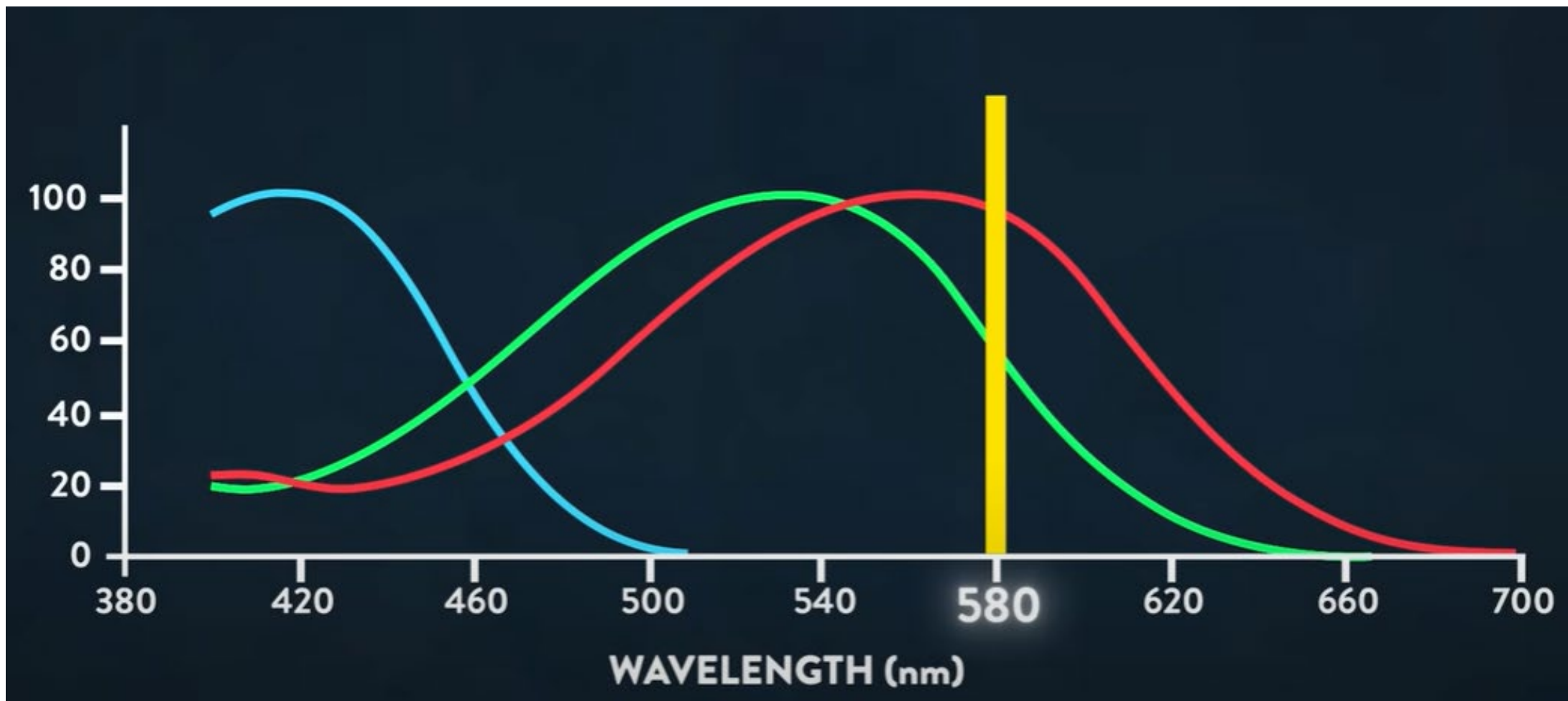
BS



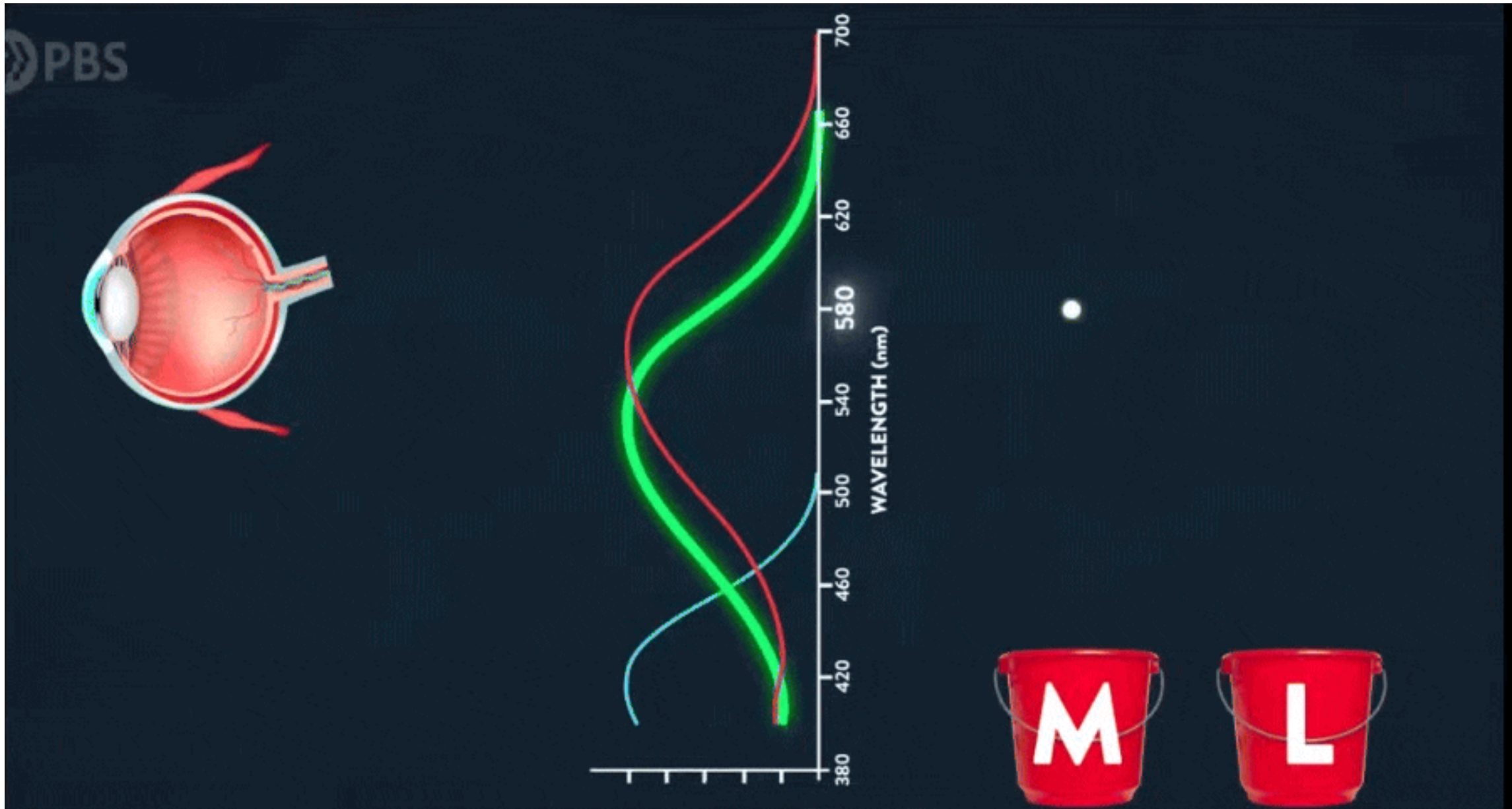
Fuente imagen: Be Smart

La luz visible está en el espectro de 380 nm y 740 nm y la sensibilidad de los conos alcanza su pico en:

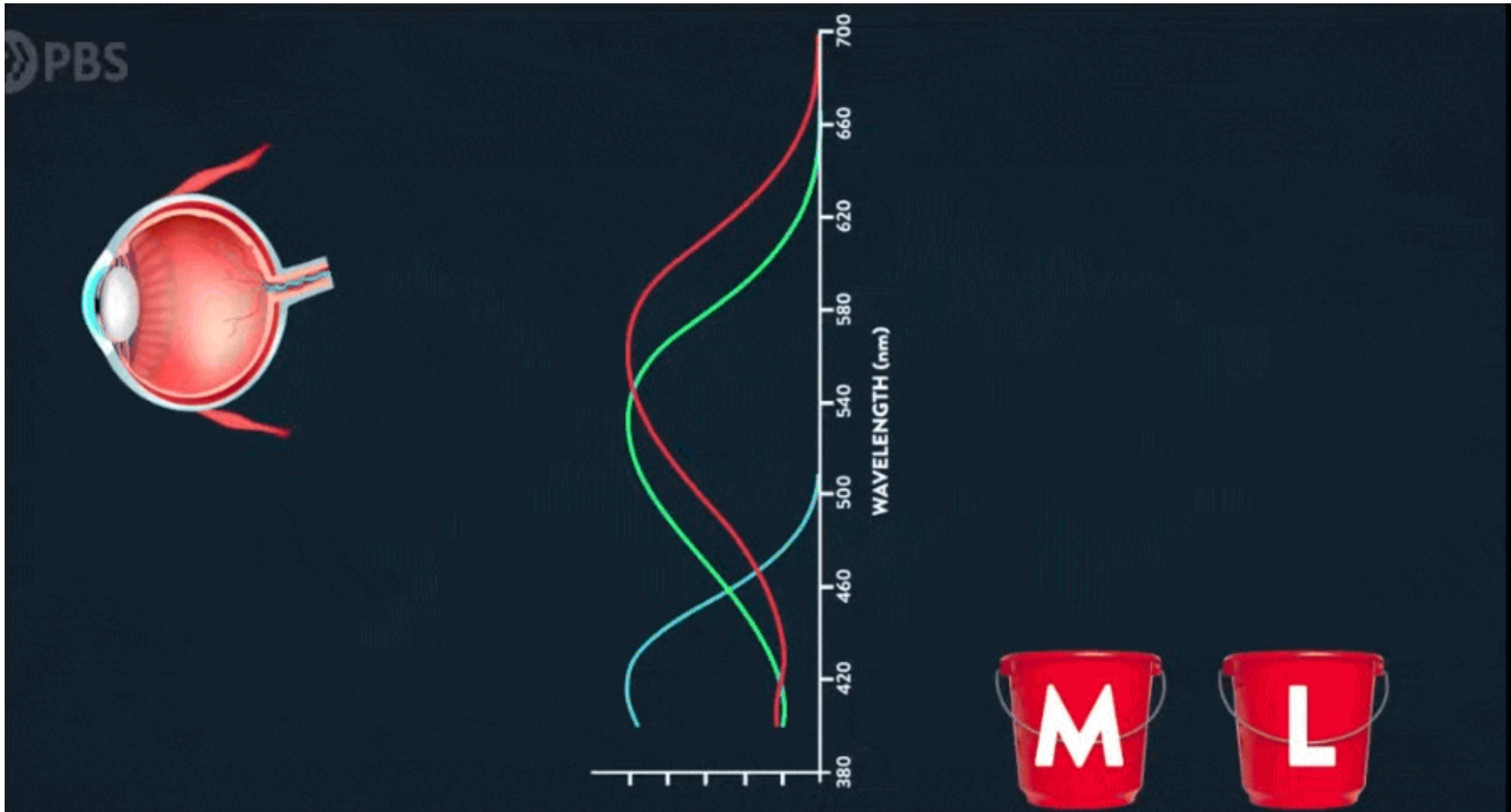




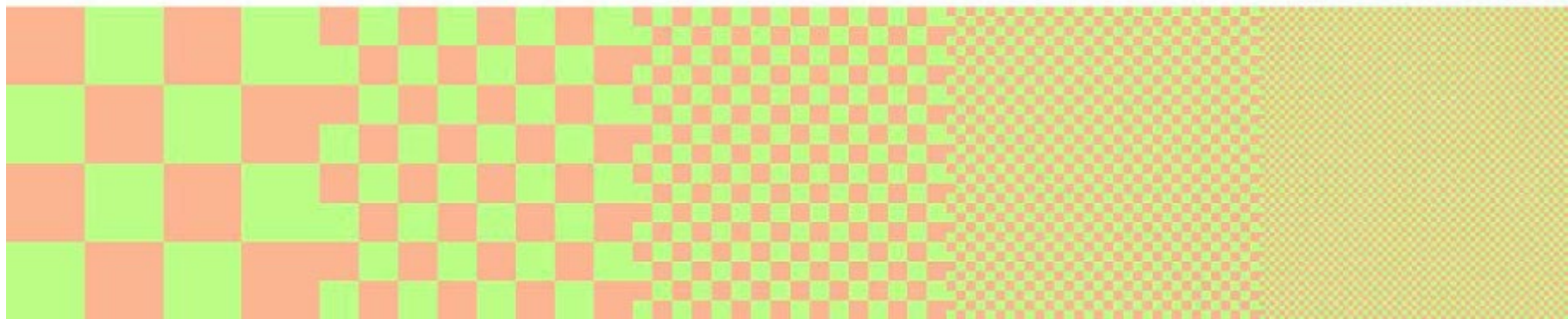
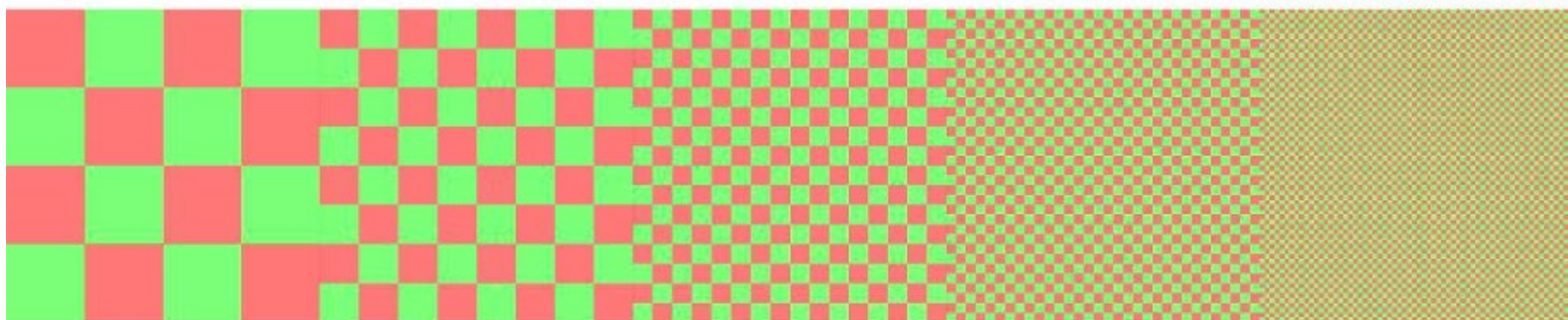
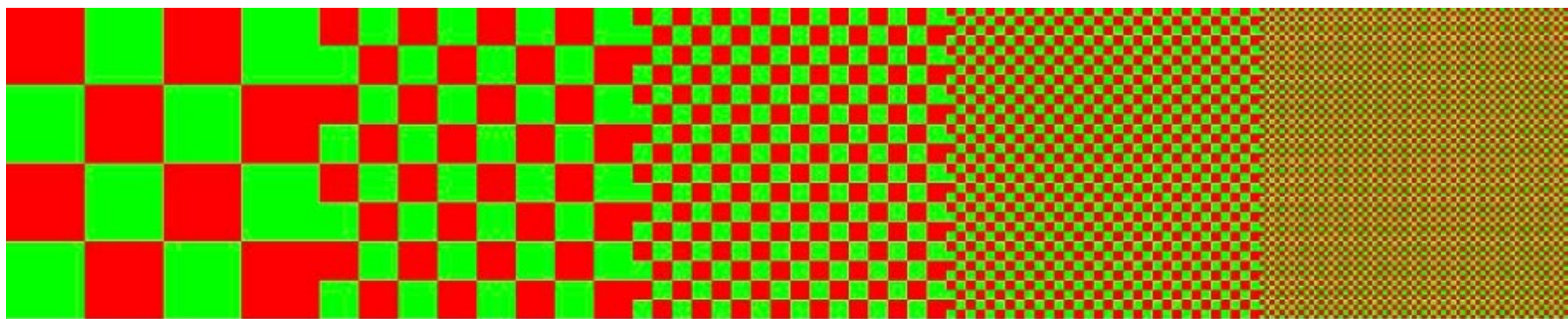
Fuente imagen: Be Smart

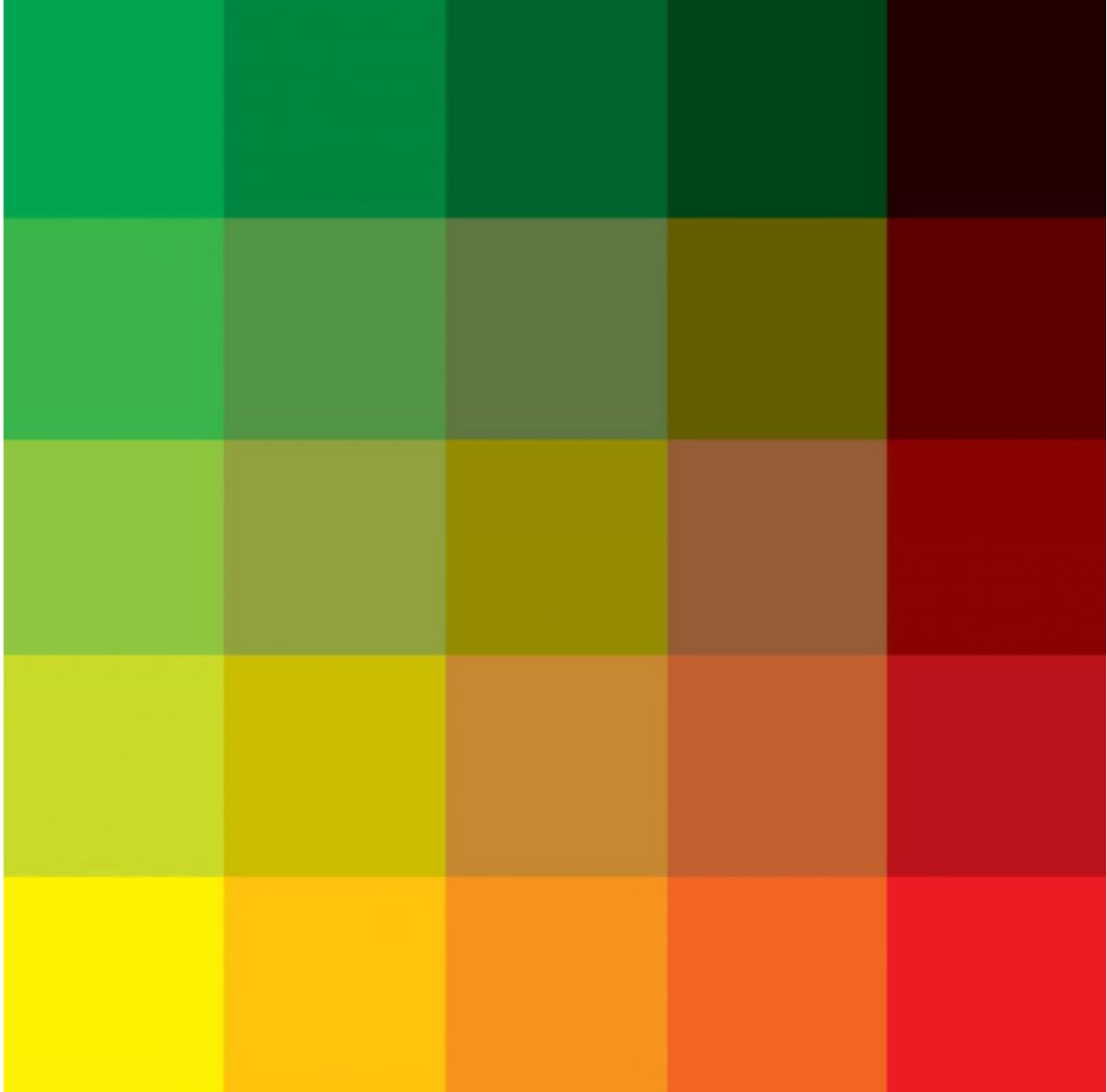


Fuente imagen: Be Smart

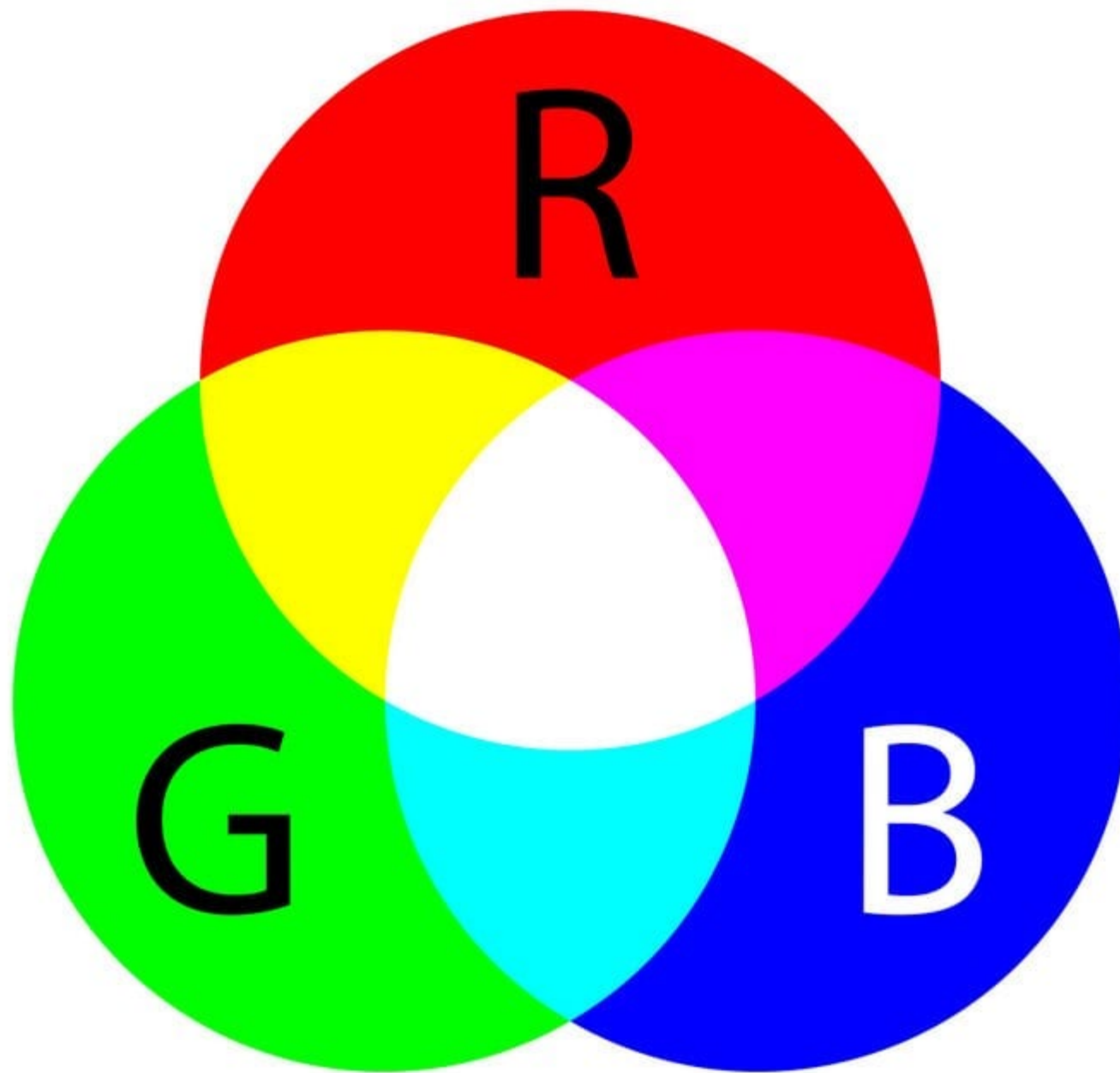


Fuente imagen: Be Smart





1. Espacio RGB:



Todos los colores se descomponen en esos tres primarios



Cada valor de Red, Green o Blue se representa con un byte

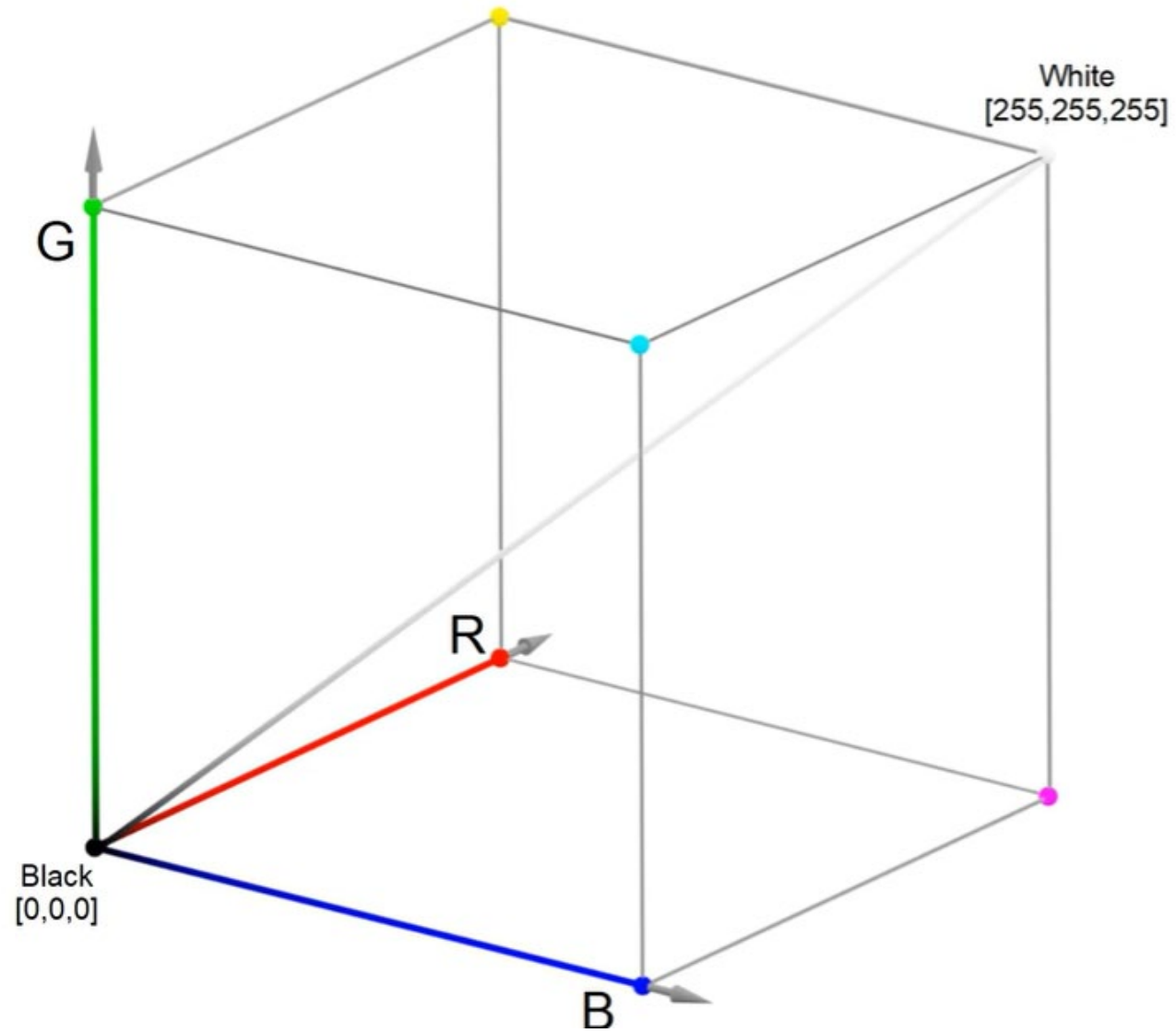
Mínimo: $00000000_2 = 0_{10}$

Máximo: $11111111_2 = 255_{10}$



R	0	128	0	255	255	128
G	0	128	255	192	0	128
B	255	0	255	0	96	128

2. Gray Scale:



La formula de luminancia es (Y):

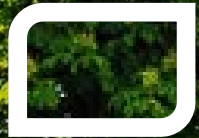
$$I = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

Donde:

- **0.299** es la ponderación del canal rojo.
- **0.587** es la ponderación del canal verde.
- **0.114** es la ponderación del canal azul.



Rojo:	216
Verde:	211
Azul:	13



Rojo:	34
Verde:	81
Azul:	6

Hay tres propiedades del color

- Tono (Color, longitud de la onda de luz)
- Saturación (Pureza, un laser que solo emite un tipo de onda tiene máxima saturación – en contraste colores hacia blancuzcos, negruzcos son desaturados)
- Brillo (“Tendencia al blanco”)

Tono



Saturación



Definición Física:

La **saturación** está relacionada con la **mezcla de luz blanca con un color puro**.

- Un color **muy saturado** tiene una longitud de onda dominante y poca mezcla con otros colores.
- Un color **desaturado** contiene más luz blanca y menos información de color.



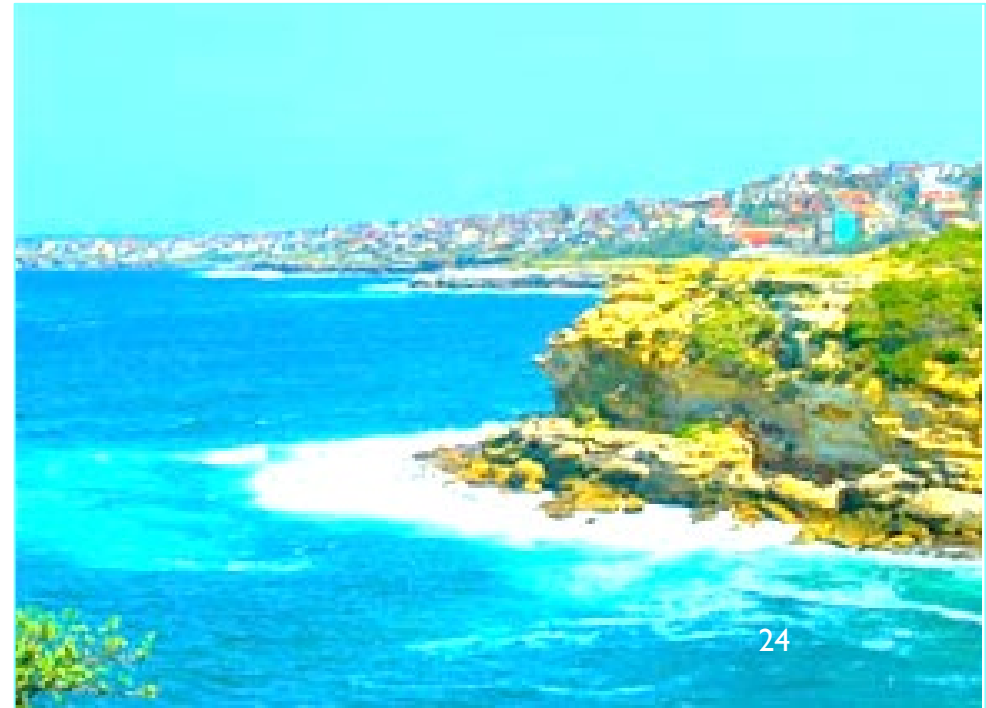
Definición Perceptual:

La saturación afecta cuán "puro" o "lavado" se ve un color:

- **Alta saturación** → Color vibrante y fuerte.
- **Baja saturación** → Color más grisáceo y apagado.

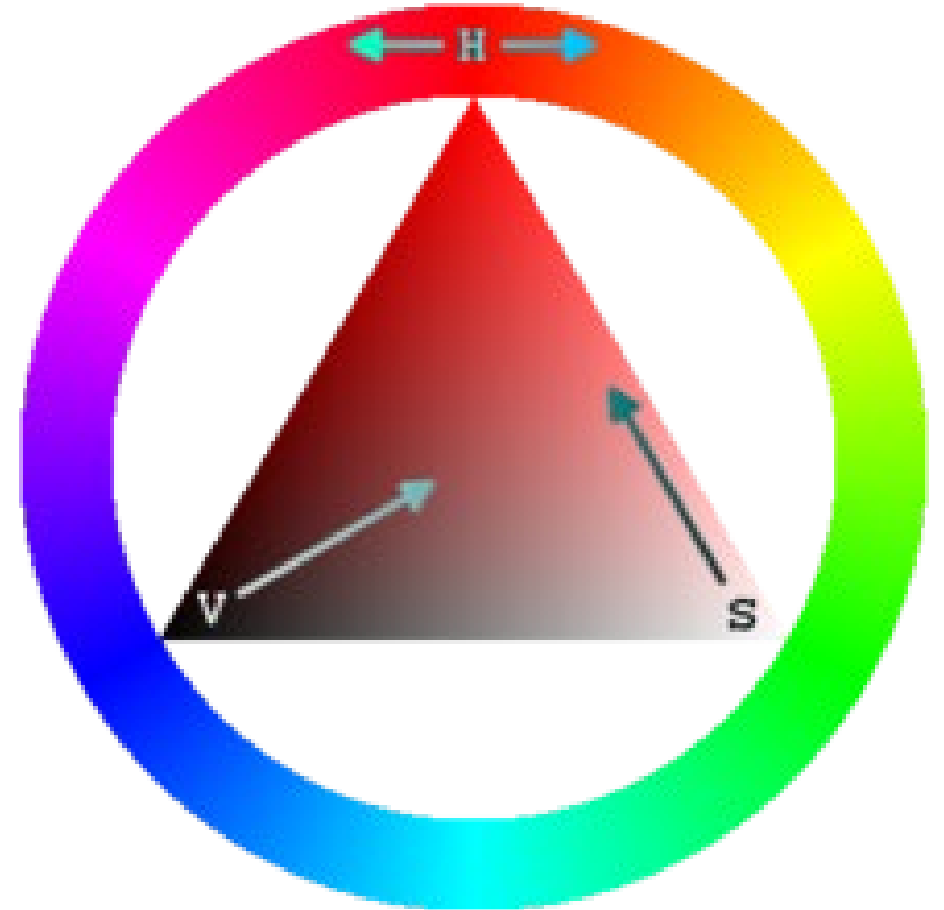
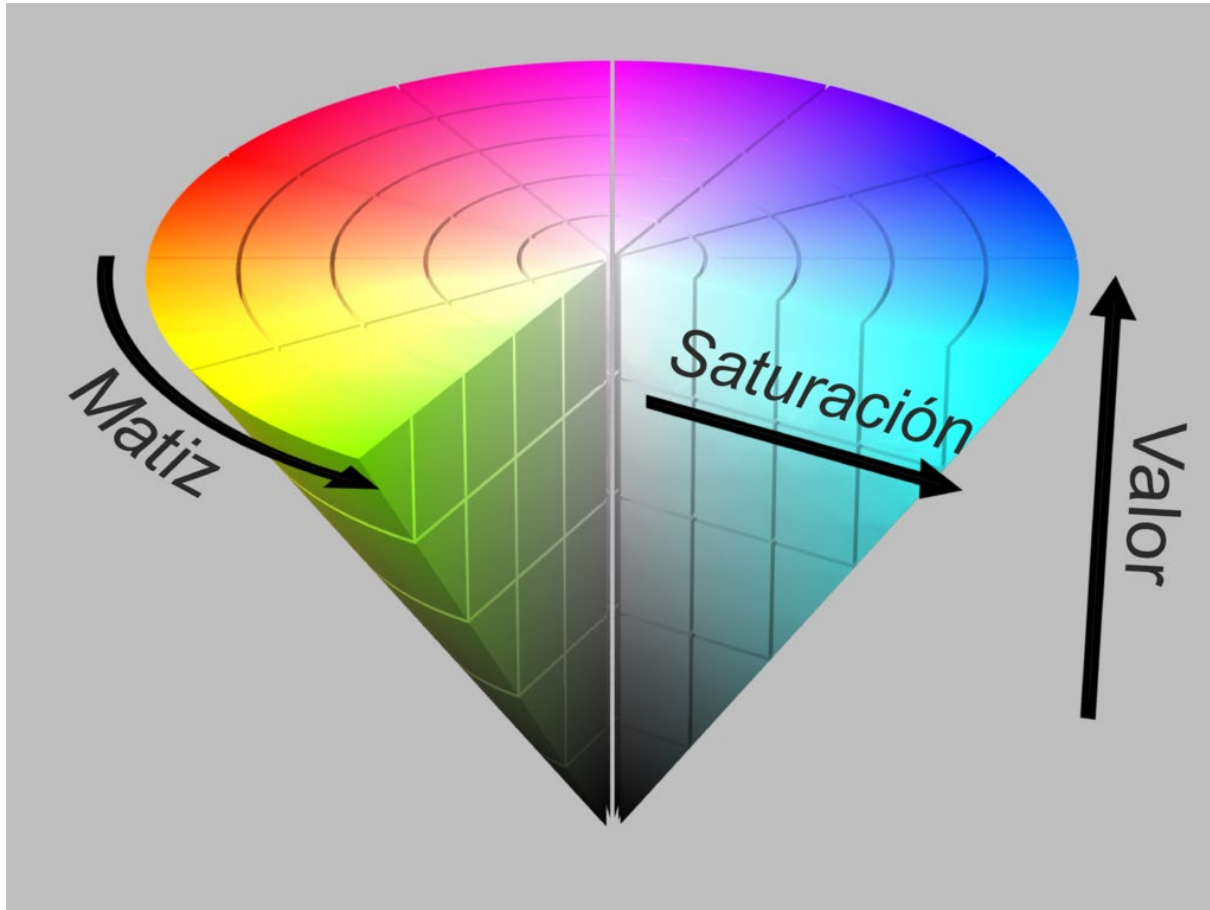


Brillo



- En visión humana, el brillo depende de la **sensibilidad de nuestros conos y bastones** en la retina. Nuestro ojo no percibe todas las longitudes de onda con la misma intensidad:
- Somos **más sensibles al verde**, menos al azul y rojo.
- Un color con la misma intensidad de luz, pero en diferente longitud de onda, puede parecer más o menos brillante.
- Si ves un **color azul oscuro** y un **amarillo brillante**, aunque tengan la misma cantidad de luz en términos de energía

3. Espacio HSV (del inglés Hue, Saturation, Value – Matiz, Saturación, Valor)



¿POR QUÉ ME IMPORTA ESTO?

Bueno.... RGB por que es el rey (todas las pantallas lo utilizan), pero HSV porque ayuda mucho a **segmentar** objetos (una tarea usual de visión computacional)

◆ Problema con RGB en segmentación

1. RGB no separa bien el tono de la iluminación. Un objeto **rojo en sombra y rojo iluminado tienen valores RGB completamente distintos.**
2. En entornos con luces cambiantes, los valores R, G y B fluctúan demasiado, dificultando la segmentación.

◆ Ventaja de HSV en segmentación

1. **Hue (H)** se mantiene constante aunque cambie la iluminación.
2. Podemos **definir un rango de tonos** en H y **olvidarnos del brillo y saturación** si no nos importan.
3. Segmentar por **Saturación (S)** también permite **detectar objetos de colores intensos y excluir grises y fondos difusos.**

La conversión de RGB A HSV 🧡

$$C_{max} = \max(R, G, B)$$

$$C_{min} = \min(R, G, B)$$

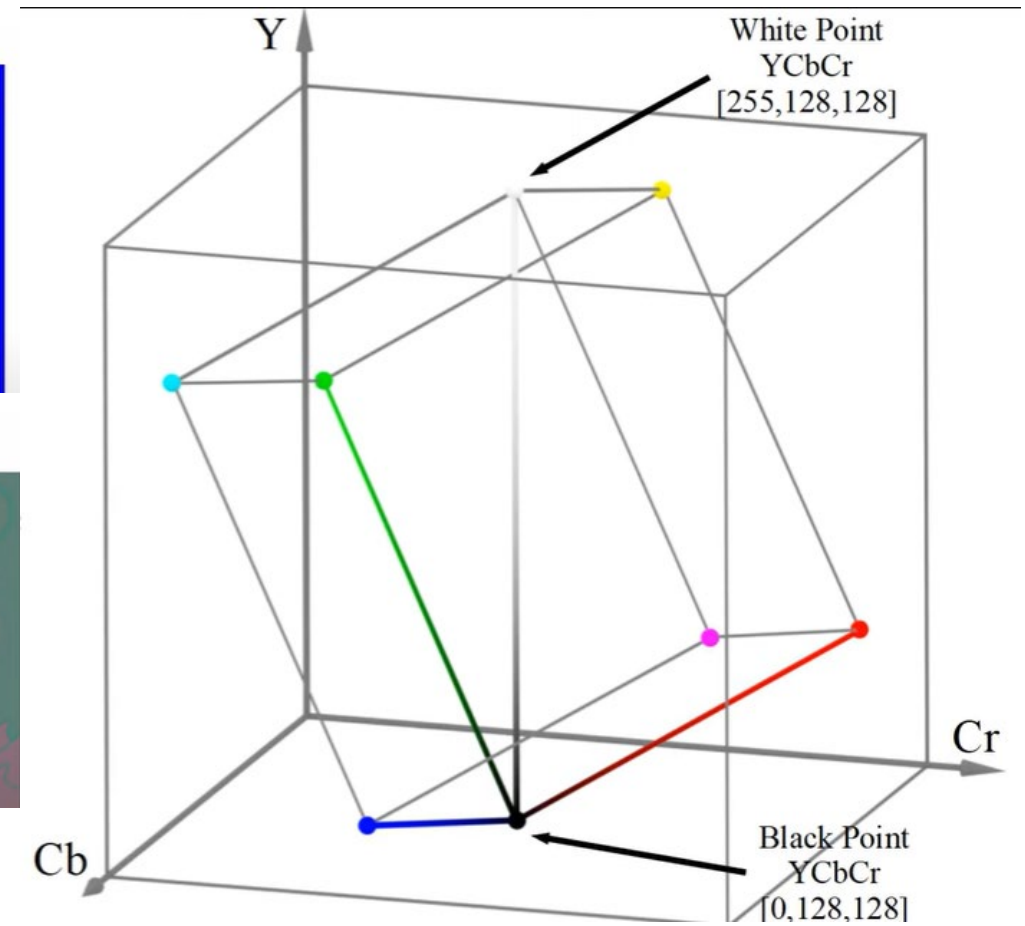
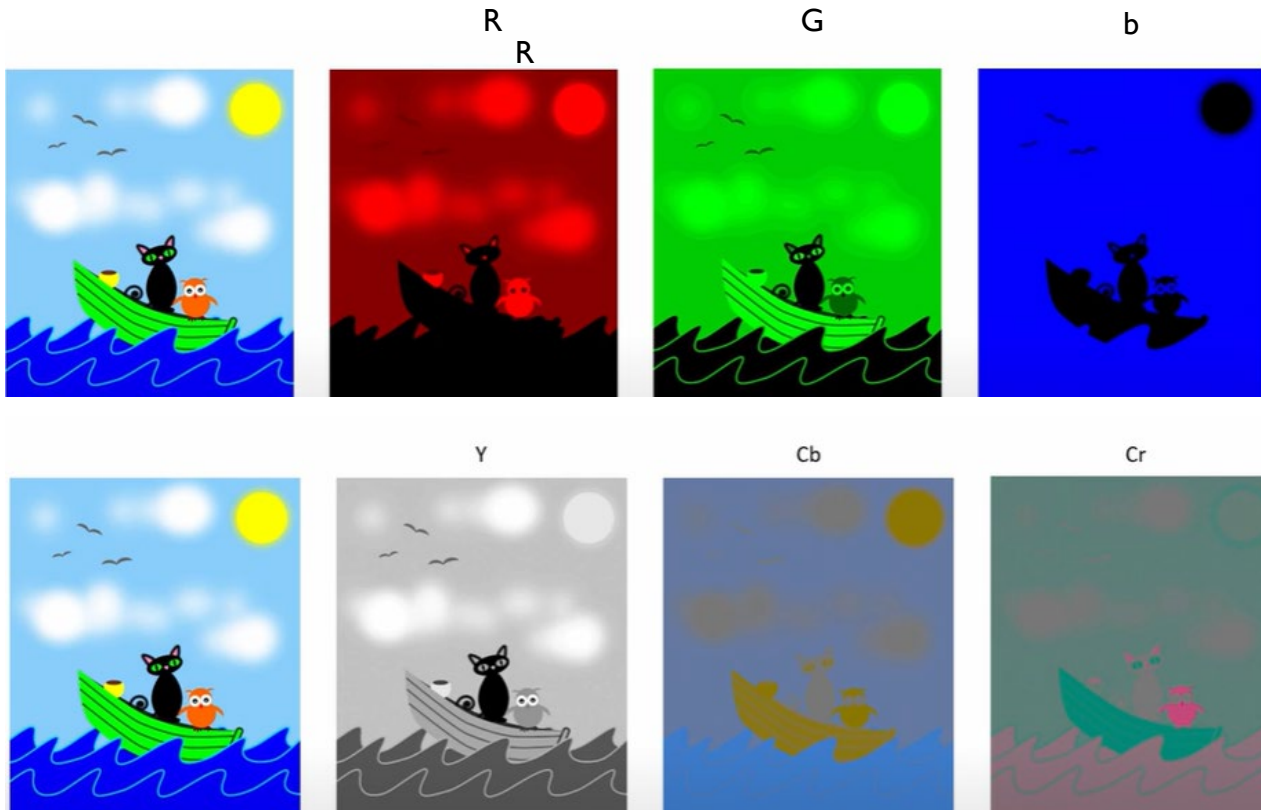
$$\Delta = C_{max} - C_{min}$$

$$H = \begin{cases} 60^\circ \times \frac{G-B}{\max - \min}, & \text{si } \max = R \\ 60^\circ \times \left(2 + \frac{B-R}{\max - \min}\right), & \text{si } \max = G \\ 60^\circ \times \left(4 + \frac{R-G}{\max - \min}\right), & \text{si } \max = B \end{cases}$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{si } C_{max} = 0 \\ \frac{\Delta}{C_{max}}, & \text{si } C_{max} \neq 0 \end{cases}$$

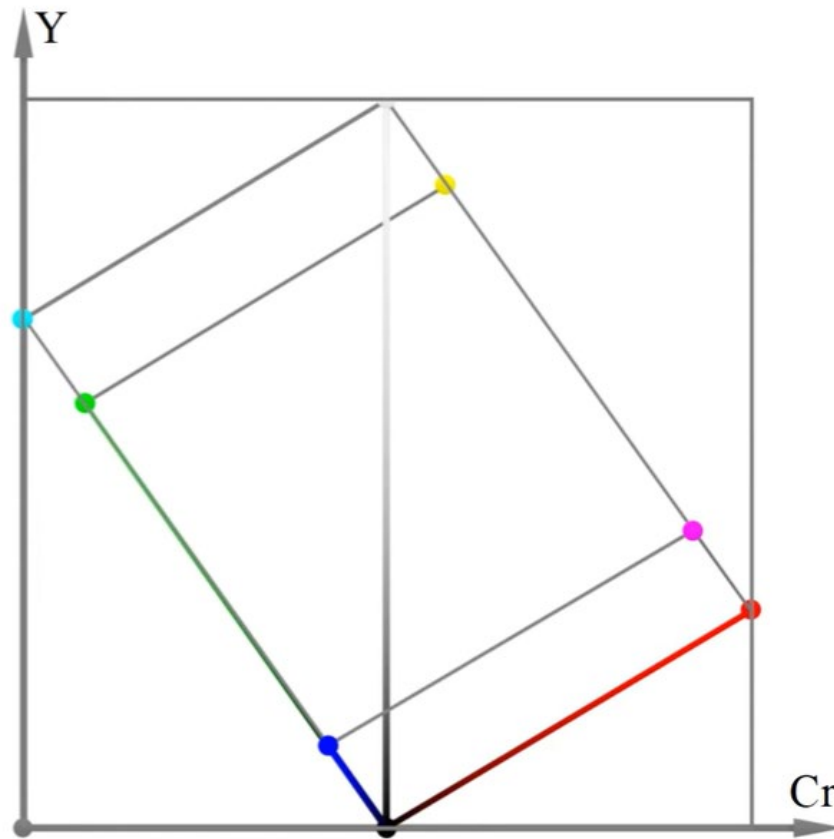
$$V = C_{max}$$

4. Espacio YCbCr



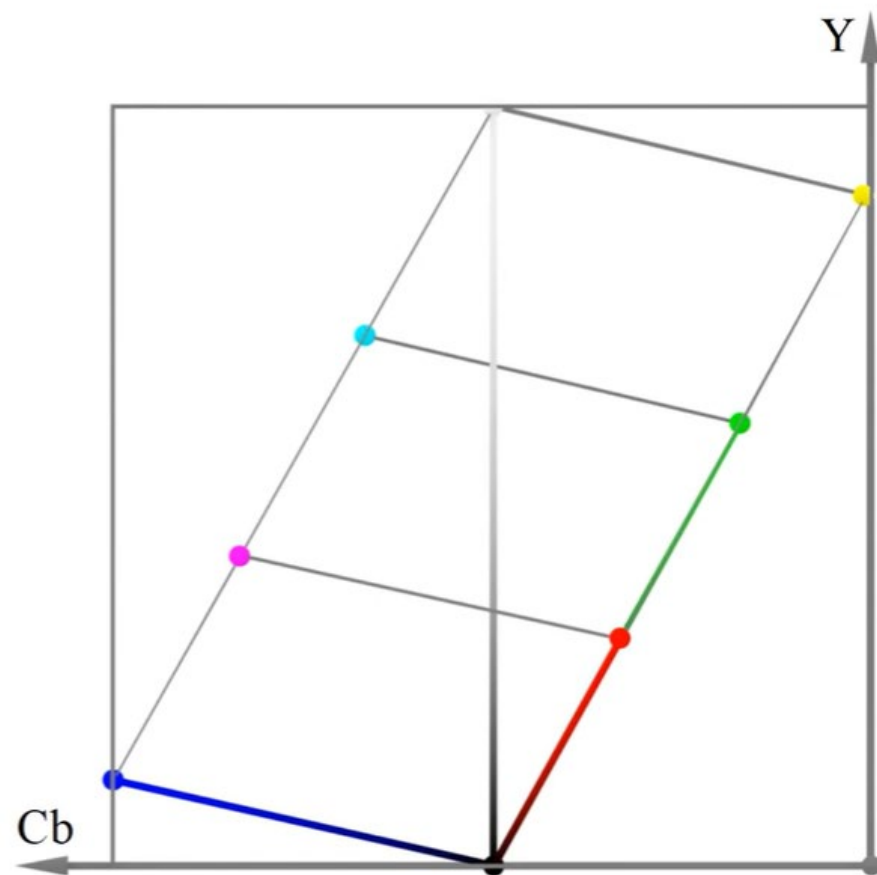
Cr alcanza su valor máximo de 127 cuando $R = 255, G = 0, B = 0$.

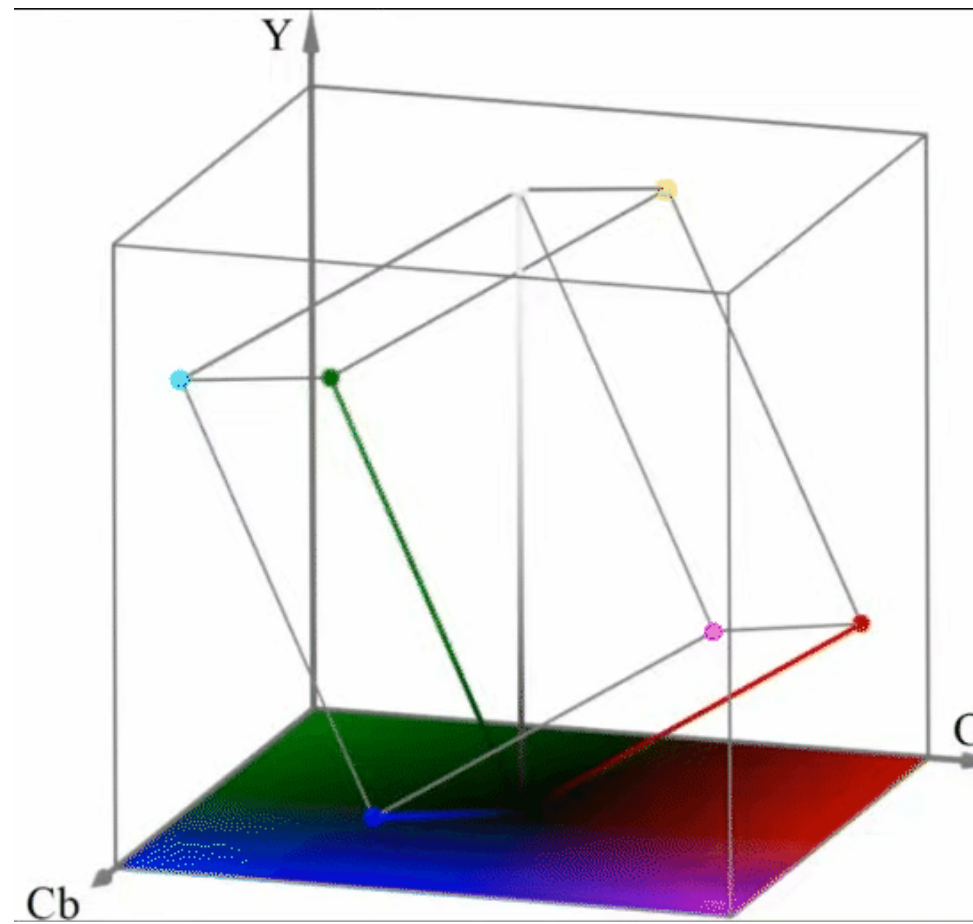
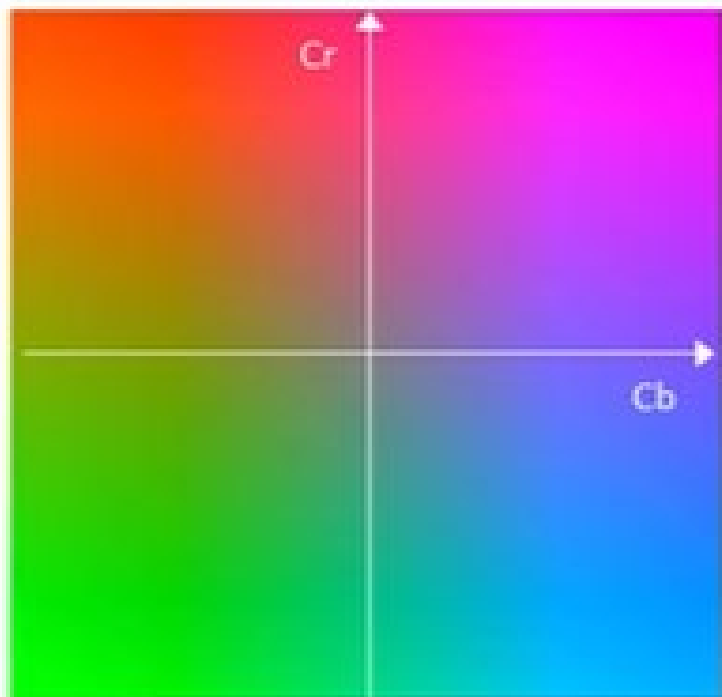
Cr alcanza su valor mínimo de -128 cuando $R = 0, G = 255, B = 255$.



Cb alcanza su valor máximo de 127 cuando $R = 0, G = 0, B = 255$.

Cb alcanza su valor mínimo de -128 cuando $R = 255, G = 255, B = 0$.





Naturalmente es transformación Lineal de \mathbb{R}^3

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.331 & 0.5 \\ 0.5 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

¿y por qué me importa?

El ojo es más sensible a cambios en el brillo que en el color. Si submuestreo el color pero mantengo Y intacta puedo COMPRIMIR.



JPEG (Joint Photographic Experts Group)



MPEG (Moving Picture Experts Group)

- ✓ Usado en **MP4, AVI, MOV, VOB, MKV, y más.**
 - ✓ Todos los estándares de MPEG (**MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.264, H.265**) trabajan con **YCbCr 4:2:0**.



H.265 / HEVC (High Efficiency Video Coding)

Gracias

Y que viva el color

