

IMÁGENES Y ESPACIOS DE COLOR

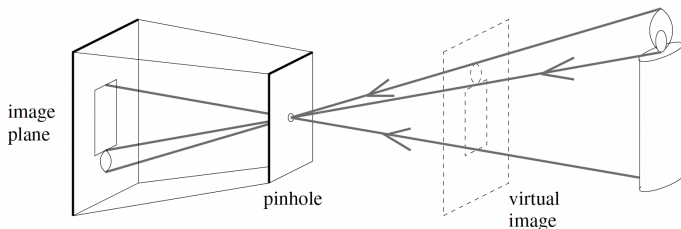
ALAN REYES-FIGUEROA
VISIÓN POR COMPUTADORA

(AULA 04) 23.ENERO.2025

Formación de Imágenes

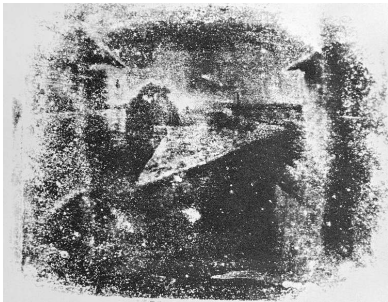
Modelos de cámaras:

- *circa 1400*: Descubrimiento de las leyes de la perspectiva, Brunelleschi.
- Siglo XVI: *Camera obscura* o *Pinhole model*, *circa 1550*.



Formación de Imágenes

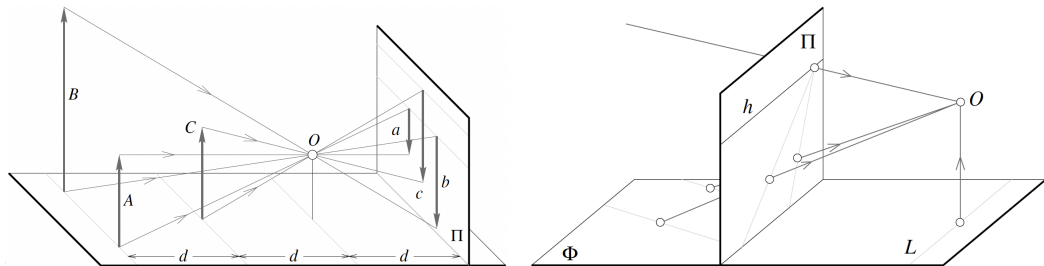
- 1826: Joseph Nicéphore Niépce, primera fotografía tomada con una placa metálica (placa de plata cubierta de bitumen de Judea, un material fotosensible).



- 1838: Louis Daguerre inventa el *daguerro-tipo*.
- Siglos XIX y XX: cámaras convencionales.
- 1980's: Surgimiento de cámaras digitales.

Formación de Imágenes

Perspectiva. La formación de imágenes (físicas o digitales) se rige por las propiedades de la geometría proyectiva.



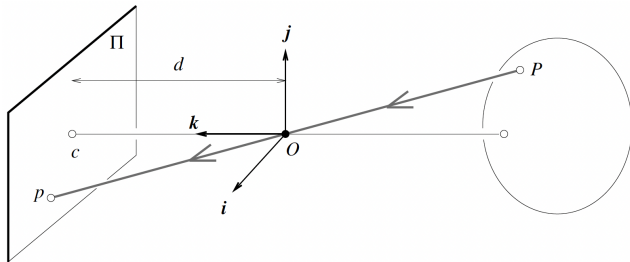
Efectos de la perspectiva. (a) objetos lejanos parecen menores que los cercanos. (b) imágenes de rectas paralelas se intersectan en el horizonte.

Formación de Imágenes

Perspectiva.

(X, Y, Z) = coordenadas de un punto **P** punto en el mundo real (3D).

(x, y, z) = coordenadas de la imagen **p** de **P** en el plano de imagen (2D).



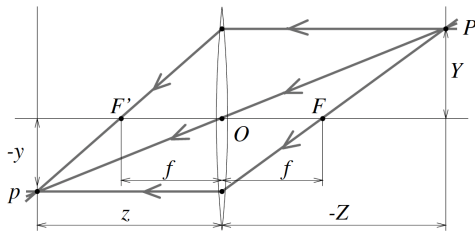
Relación básica:

$$\begin{cases} x = \lambda X, \\ y = \lambda Y, \\ d = \lambda Z \end{cases} \Rightarrow \lambda = \frac{x}{X} = \frac{y}{Y} = \frac{d}{Z} \quad x = d \frac{X}{Z}, \quad y = d \frac{Y}{Z}.$$

Formación de Imágenes

Lentes (Óptica física): Modelamos el comportamiento de una cámara mediante el uso de un lente delgado.

Estos lentes producen un efecto de refracción en cada haz de luz proveniente del mundo real hacia la imagen. Se utiliza un modelo de geometría paraxial:

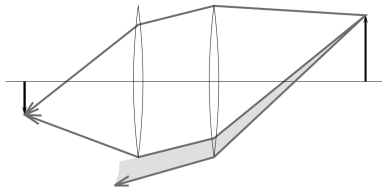
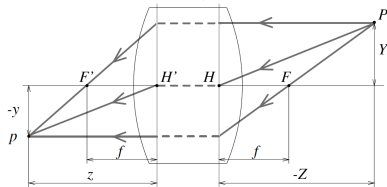


En la geometría paraxial, vale la ley de Snell: $\frac{1}{z} - \frac{1}{Z} + \frac{1}{f}$,

donde $f = \frac{R}{2(n-1)}$ es la distancia focal de la cámara. Aquí n es el índice de refracción del material del lente, y R es el radio de curvatura (*lensmaker's equation*).

Formación de Imágenes

Modelos más generales y aberraciones:

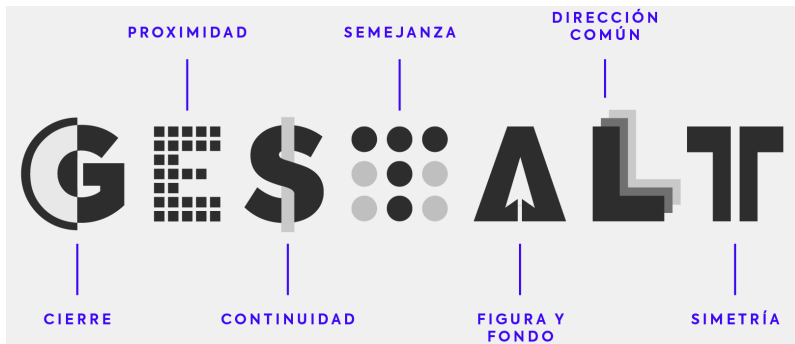


(a) Efecto *vignetting* (b) resultado de oscurecimiento en el borde.

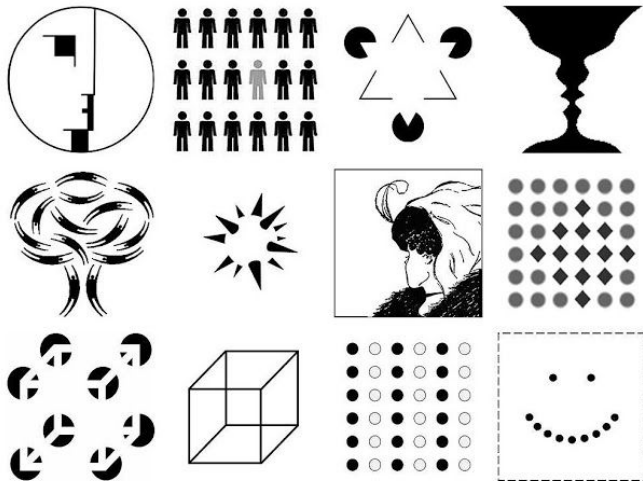
Percepción, Luz y Color

Escuela Gestalt: (Austria y Alemania, siglo XX).

Gestalt = "forma" ó "figura". Esta escuela propone que la mente configura, gracias a ciertos principios, los elementos que llegan a ella a través de los canales sensoriales (percepción) o de la memoria (pensamiento, inteligencia, experiencia). "El todo es más que la suma de sus partes".

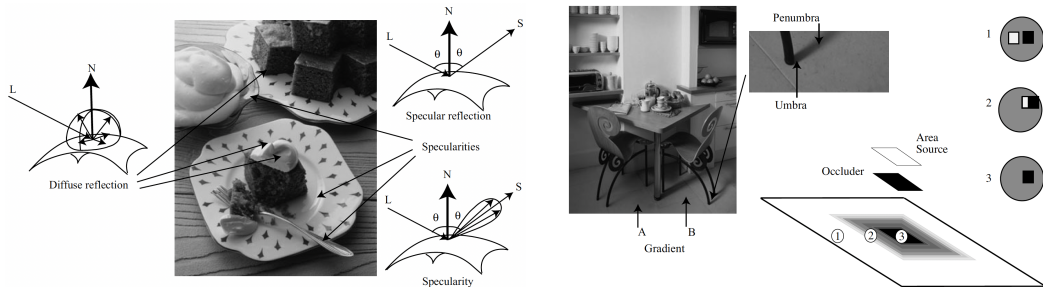


Percepción, Luz y Color



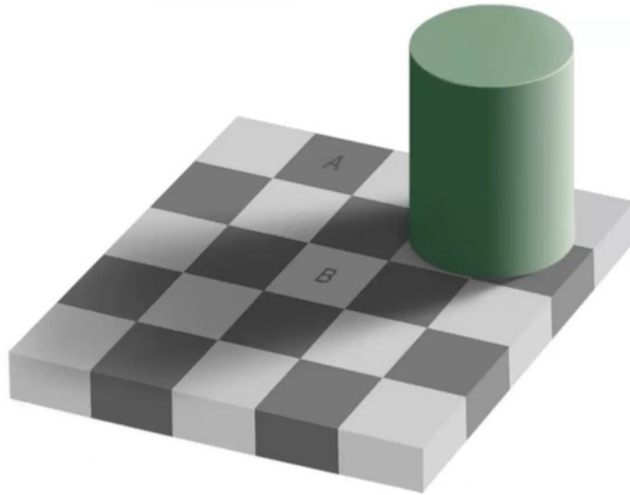
Percepción, Luz y Color

Luminosidad: Información de fuentes de luz, oclusiones (sombra), brillo, luminosidad, procesos de difusión y reflectancia de la luz.



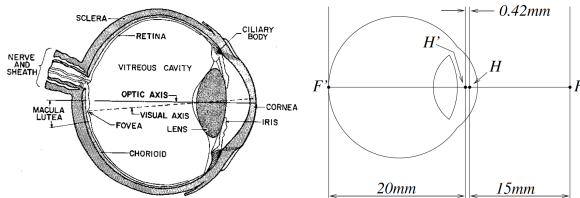
(a) Tipos de reflexión: difusión y especular. (b) Elementos que obstruyen luz (sombras).

Percepción, Luz y Color

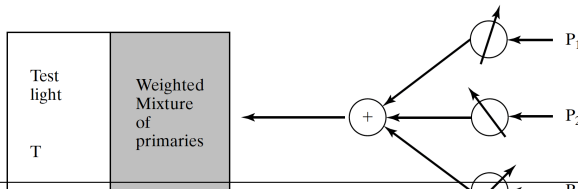


Percepción del Color

Color: Cromaticidad o tonos de color.



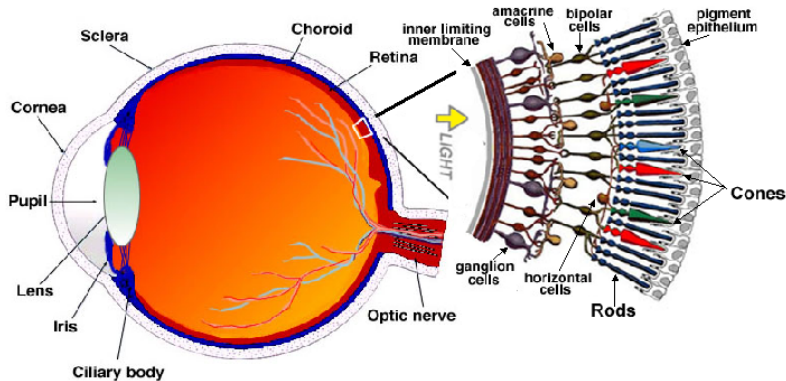
Se parte de una base primaria de colores (los colores dependen del sistema de color que se trabaja). Existen sistemas aditivos y substractivos.



Percepción del Color

Dos tipos de células: conos y bastones.

- Bastones (*rodes*): especializados para detectar intensidad de luz (claro / oscuro).
- Conos (*cones*): especializados en detectar cromaticidad o tonos de color.



Percepción del Color

Los sensores de pantallas en dispositivos electrónicos, se construyen imitando la distribución de estos conos.

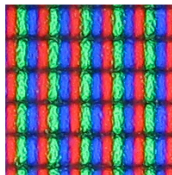
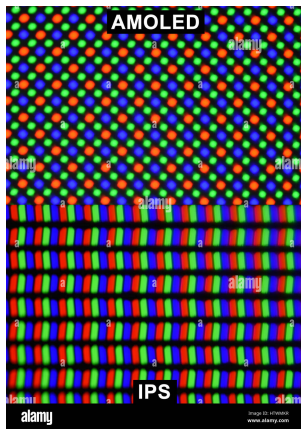


(a)

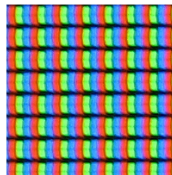


(b)

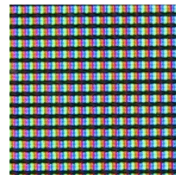
Percepción del Color



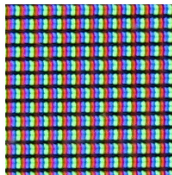
Dell E248WFP
24" 1920x1200 (94ppi)



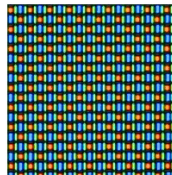
Apple iPad (Original)
9.7" 1024x768 (132ppi)



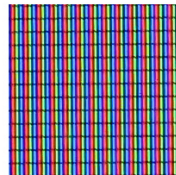
Apple The New iPad (3rd Gen)
9.7" 2048x1536 (264ppi)



Asus (Google) Nexus 7
7" 1280x800 (216ppi)



Samsung Galaxy SIII
4.8" 1280x720 (306ppi)

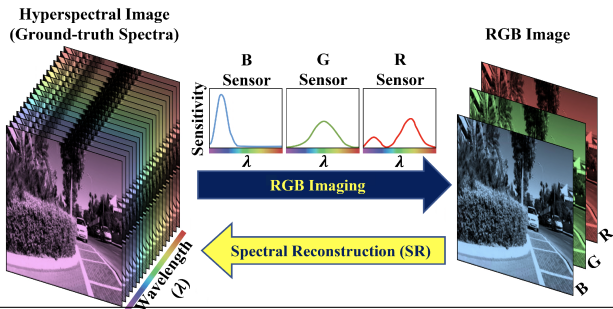


Sony Playstation Vita
5" 960x544 (220ppi)

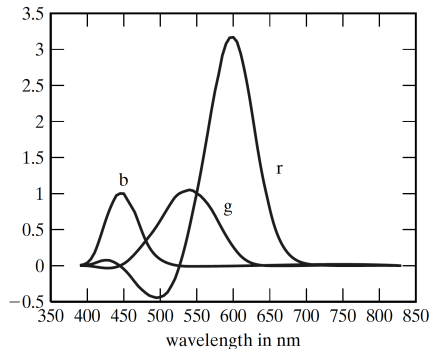
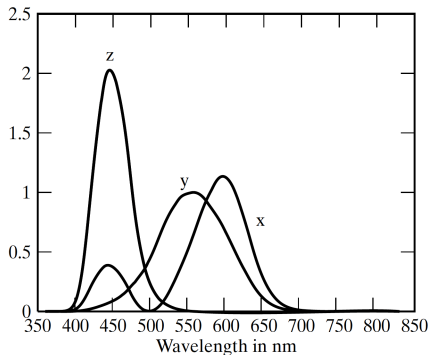
Percepción del Color

Funciones de *matching de color*: La teoría propone que en un sistema de color, la totalidad de los tonos es una mezcla de los colores primarios

$$\begin{aligned} S(\lambda) &= w_1 P_1 + w_2 P_2 + w_3 P_3 \\ &= \left(\int_{\Lambda} f_1(\lambda) S(\lambda) d\lambda \right) P_1 + \left(\int_{\Lambda} f_2(\lambda) S(\lambda) d\lambda \right) P_2 + \left(\int_{\Lambda} f_3(\lambda) S(\lambda) d\lambda \right) P_3. \end{aligned}$$

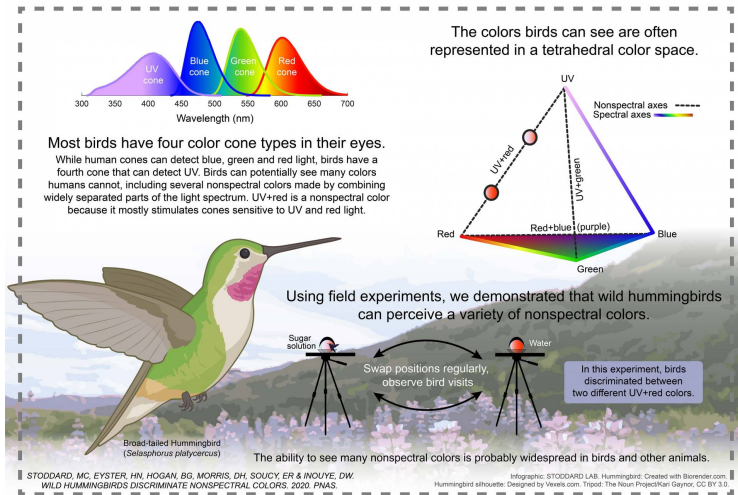


Percepción del Color



(a) Funciones de matching de color para el sistema CIExy. Como son positivas, no se requiere un sistema substractivo. (b) Funciones de matching de color para el sistema RGB. Los valores negativos implican que el uso de un sistema substractivo es necesario.

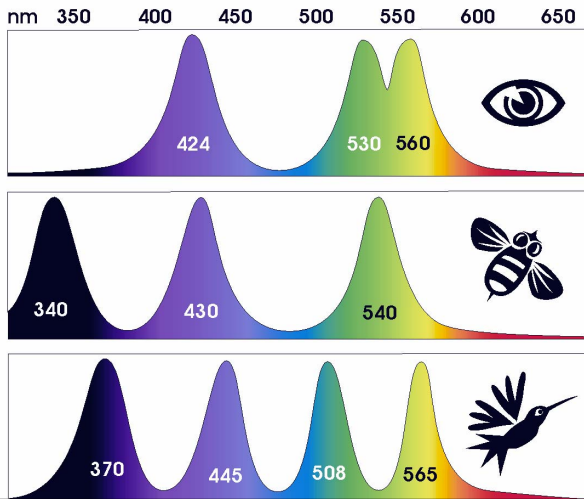
Percepción del Color



STODDARD, MC, EYSTER, HN, HOGAN, BG, MORRIS, DH, SOUCY, ER & INOUE, DW.
WILD HUMMINGBIRDS DISCRIMINATE NONSPECTRAL COLORS. 2020. PNAS.

Infographic: STODDARD LAB. Hummingbird: Created with Blender.com.
Hummingbird silhouette: Designed by Vexels.com. Tripod: The Noun Project/Kari Gaynor, CC BY 3.0.

Percepción del Color



Percepción del Color

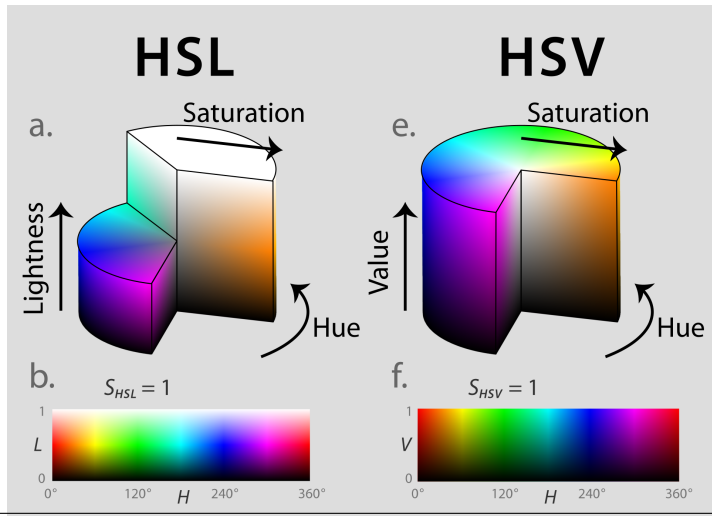


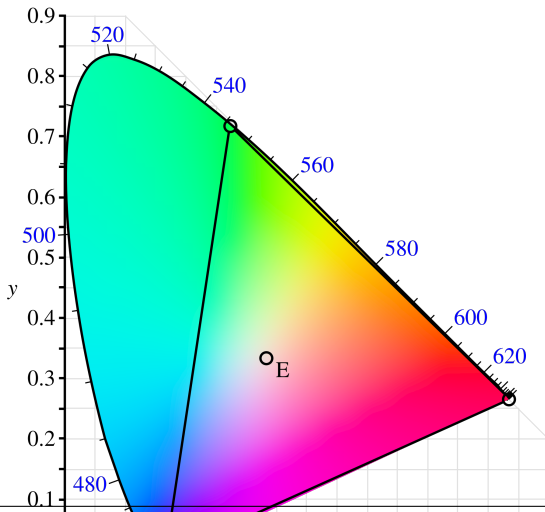
Visión de cromaticidad en abejas: (a) RGB, (b) espectro visible de las abejas.

Espacios de Color

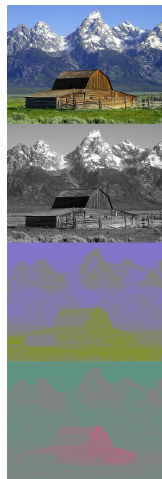
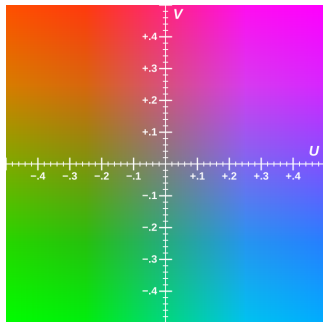
- **RGB:** Sistema diseñado para representar colores en una pantalla.
- **HSV:** H = hue (cromaticidad),
S = saturation (intensidad del color: de muy tenue a saturado),
V = value (brillo o luminosidad: de oscuro a claro).
- **HSL:** H = hue (cromaticidad),
S = saturation (intensidad del color: de muy tenue a saturado),
L = lightness (brillo o luminosidad: de oscuro a claro).
- **YUV** Y = luminosidad,
U, V = dos canales de chroma.
- **YCbCr:** Y = luminosidad,
Cb = Blue-difference chroma, Cr = Red-difference chroma.
- **CIE_{xy}:** Creado en 1931 por la CIE, Comisión Internacional de Iluminación (Francia), para representar la relación entre el espectro visible a humanos, y la sensación visual de colores específicos.
- **CIE_{lab} y CIE_{luv}:** Otras versiones introducidas en 1976 por CIE.

HSV y HSL





Y'UV o YUV, YCbCr



(a) Plano UV en el sistema YUV, (b) YUV, (c) YCbCr.

Espacios de Color



(a) Foto original, (b) L en CIElab, (c) Y en YUV, (d) Promedio en RGB, (e) V en HSV, (f) L en HSL.