

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

VISIÓN ARTIFICIAL

JOHN W. BRANCH

PROF. TITULAR

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE COMPUTACIÓN Y DE LA DECISIÓN

DIRECTOR DEL GRUPO GIDIA

ALBERTO M. CEBALLOS

ASISTENTE DE DOCENCIA

Nota: Este material se ha adaptado con base en el material de los profesores Domingo Mery (U. de Chile), María Patricia Trujillo (Univalle), Ginés García (U. de Murcia) y Nicolas Fernández (U. de Córdoba)

EN LA CLASE DE HOY ...

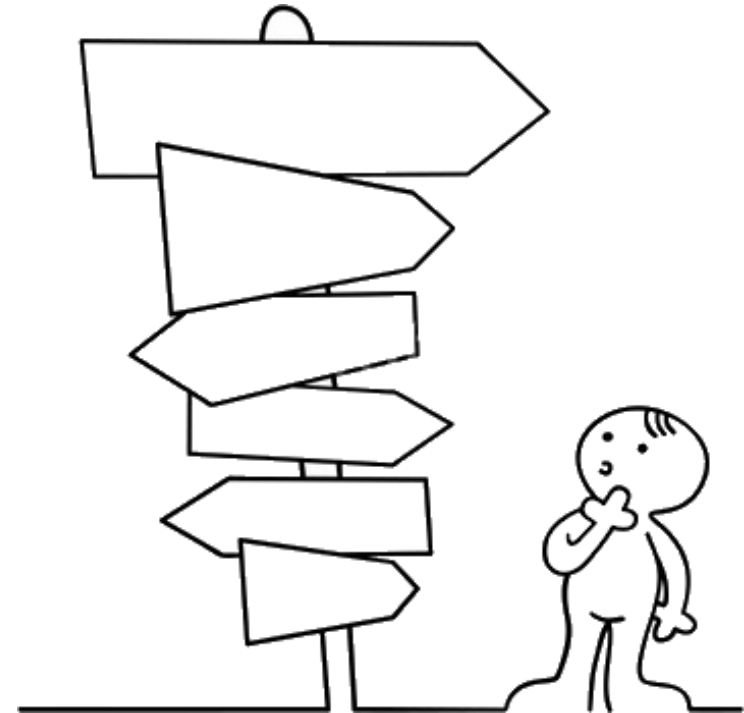
🚀 FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🌀 Luz, Espectro y Percepción Visual

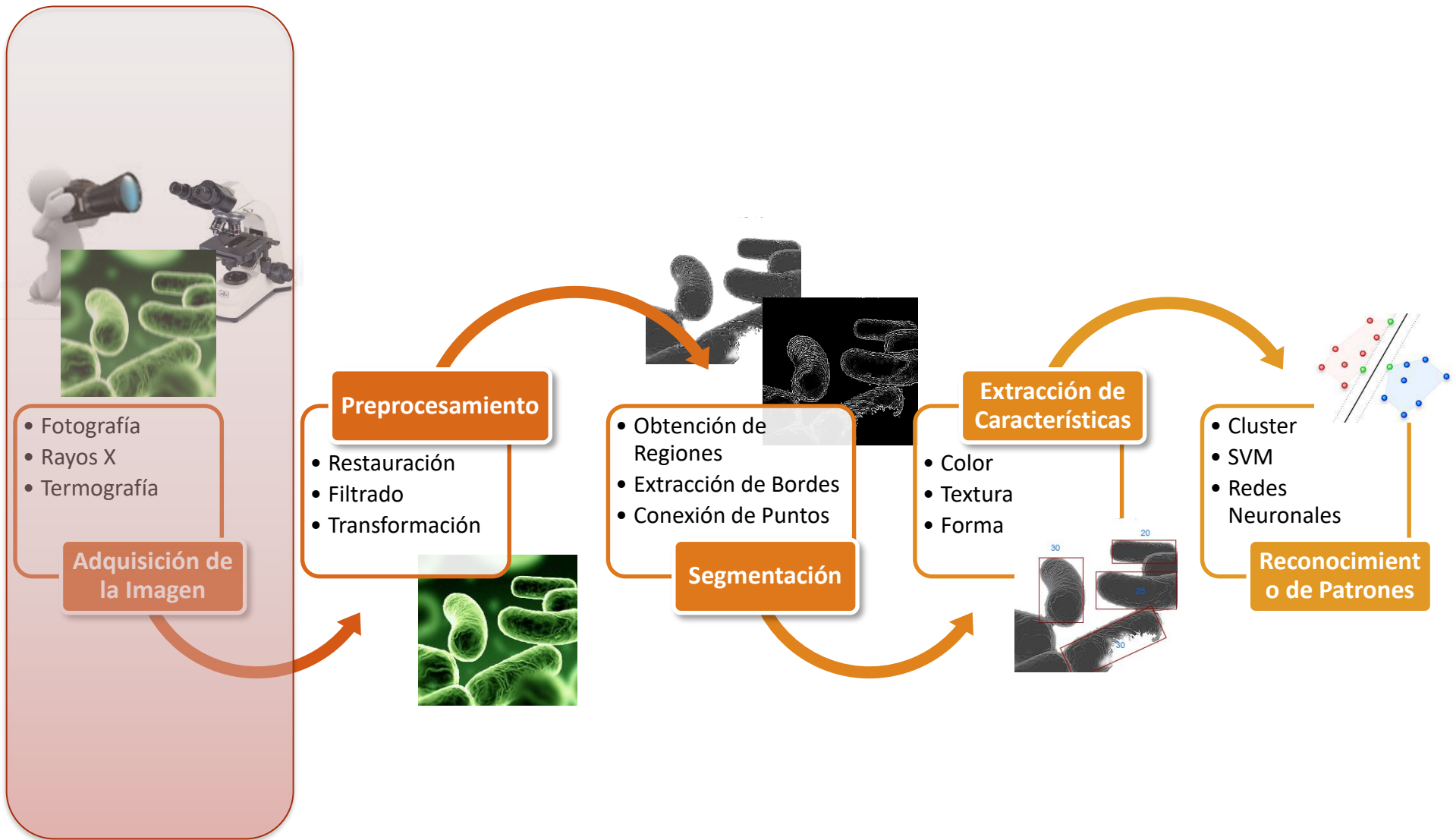
- 🌀 Espectro electromagnético
- 🌀 Percepción Visual
- 🌀 El Modelo Pin-Hole

🌀 Adquisición de Imágenes

- 🌀 Sensores y Dispositivos de Captura
- 🌀 La Imagen Digital
- 🌀 Formatos de Imagen

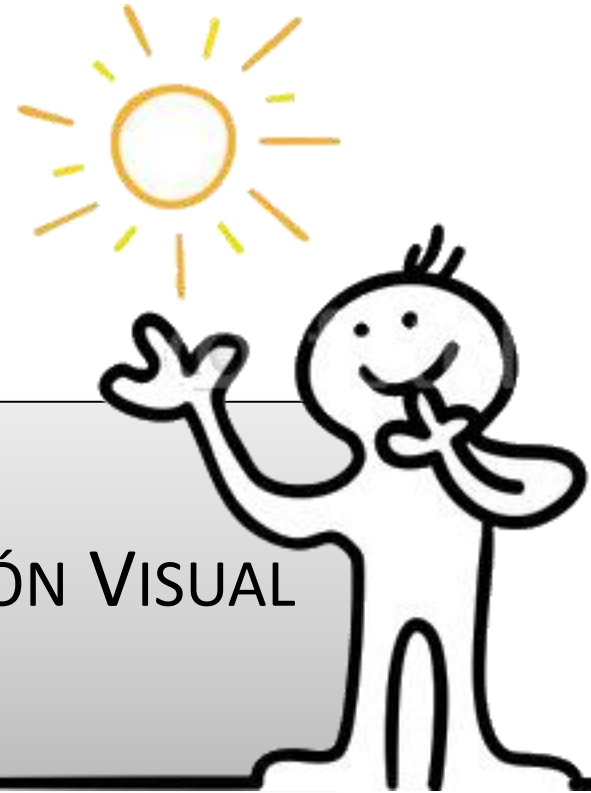


ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

LUZ, ESPECTRO Y PERCEPCIÓN VISUAL



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🎨 LUZ ESPECTRO Y PERCEPCIÓN VISUAL



- 🌀 Se llama **Luz** (del latín lux, lucis) a la parte de la **onda electromagnética** que puede ser percibida por el ojo humano. Esta onda (en su parte visible) está compuesta por partículas energizadas llamadas fotones y cuya frecuencia o energía determina su color.

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

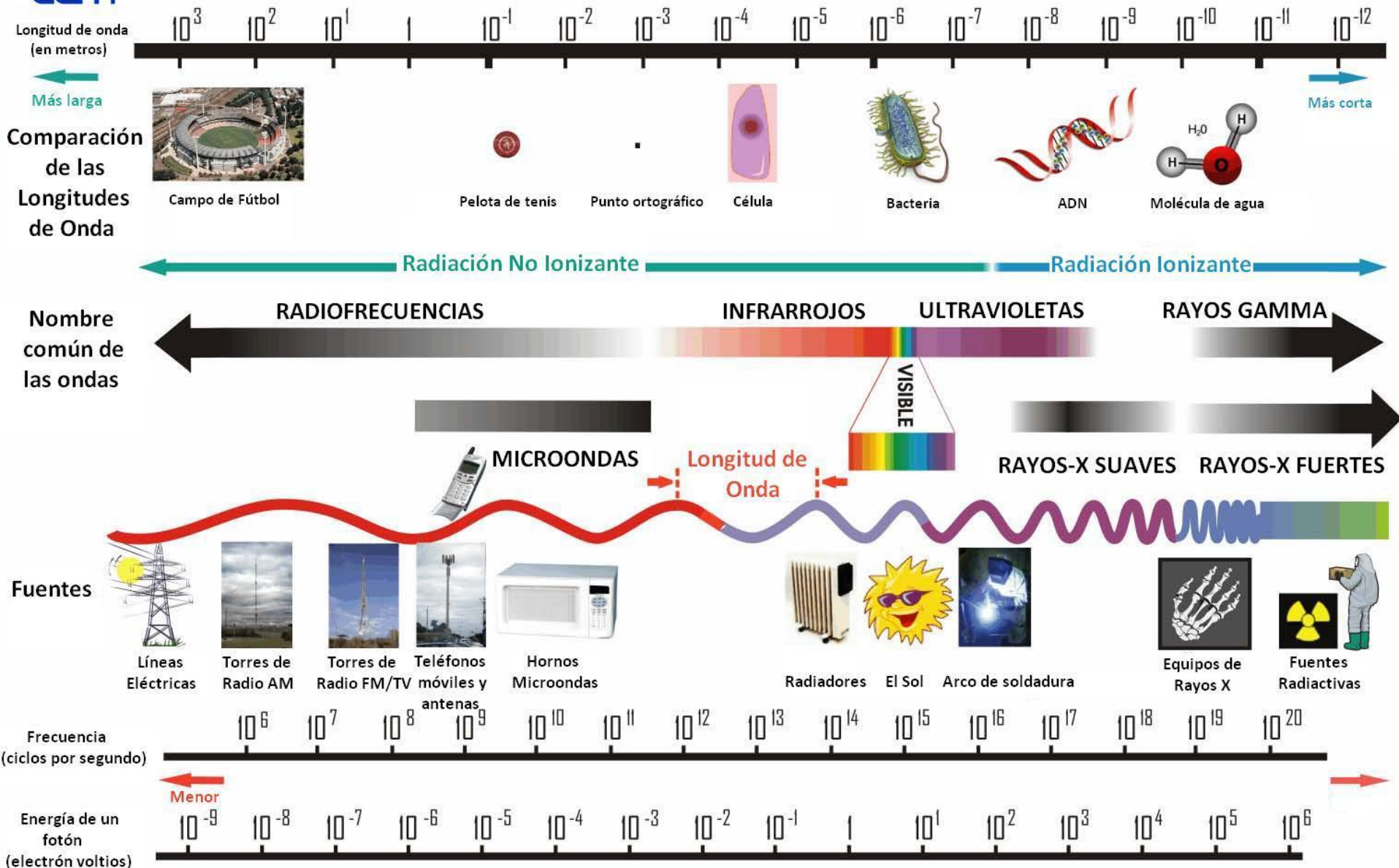
🦋 LUZ ESPECTRO Y PERCEPCIÓN VISUAL

- 🌀 Las ondas visibles **del Espectro Electromagnético** forman parte de una estrecha franja que va desde longitudes de onda electromagnéticas que emiten fuentes luminosas y que van desde los 380 nm (violeta) hasta los 780 nm (rojo). Los colores del espectro se ordenan como en el arco iris, formando el llamado espectro visible.



Sin embargo, la luz no es (normalmente) un simple punto en este rango, sino que se forma combinando un poco de cada frecuencia. En este sentido, los colores que percibimos no son más que sensaciones que el ojo humano interpreta ante diferentes vibraciones de los fotones.

EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

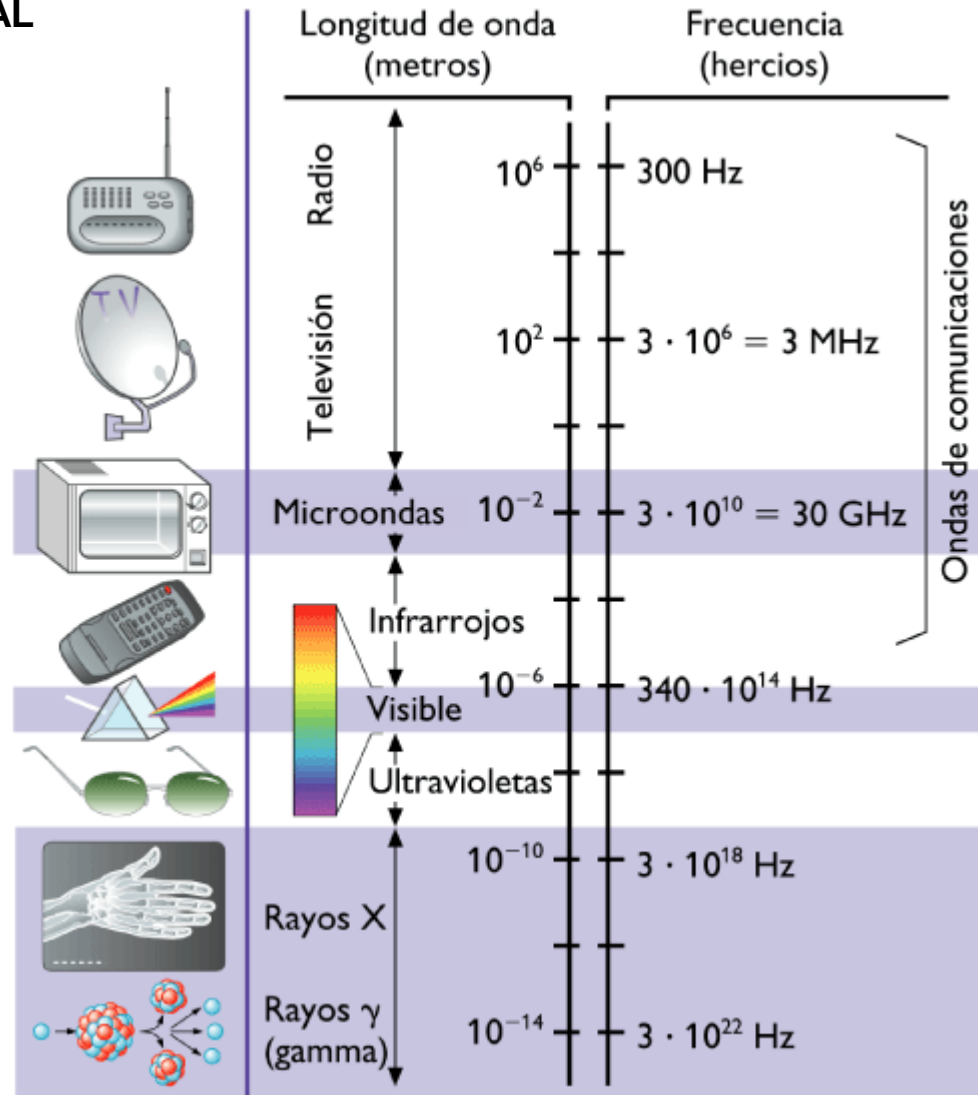


FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🌟 LUZ ESPECTRO Y PERCEPCIÓN VISUAL

🌀 Según su longitud de onda (en orden creciente) y frecuencia (decreciente), podemos distinguir entre:

- 🌀 Rayos Gamma
- 🌀 Rayos X
- 🌀 Rayos Ultravioleta
- 🌀 Luz visible
- 🌀 Rayos Infrarrojos
- 🌀 Microondas
- 🌀 ... y las utilizadas para transmitir las señales de televisión y de radio



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 LUZ ESPECTRO Y PERCEPCIÓN VISUAL

🌀 Rayos Gamma

Escáner de huesos

Se inyecta un radioisótopo que emite rayos gama a medida que decae. La imagen se forma detectando la emisión utilizando detectores de rayos gama

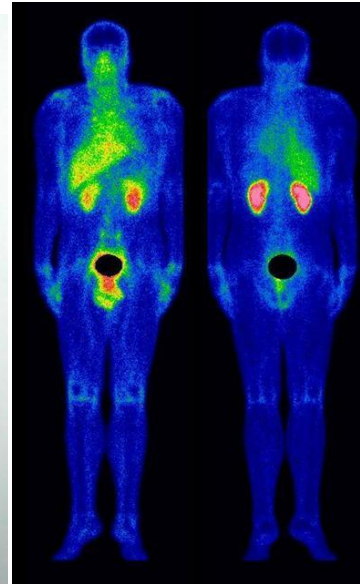
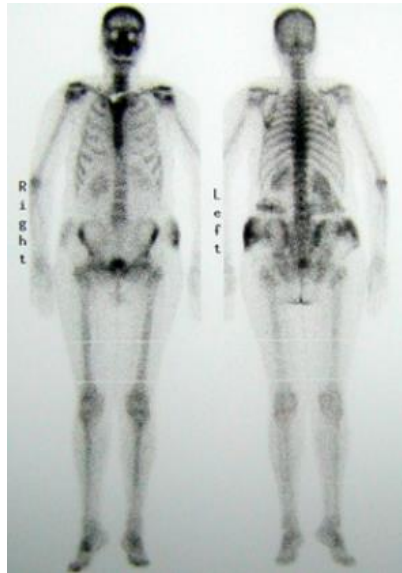


Imagen PET

Se da un radioisótopo al paciente que emite positrones a medida que decae. Cuando un positrón choca con un electrón ambos se aniquilan y se producen dos rayos gama

“Cygnus Loop”

Imagen gama de una estrella que explotó hace unos 8.000 años, generando un gas super calentado que brilla en un amplio rango del espectro



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🌟 LUZ ESPECTRO Y PERCEPCIÓN VISUAL

🌀 Rayos X



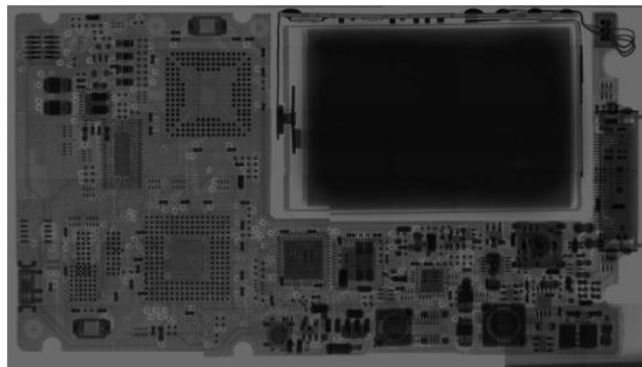
Radiografía de tórax



Angiografía aórtica



TAC de Cerebro



Análisis de tarjetas de circuitos impresos

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🌿 LUZ ESPECTRO Y PERCEPCIÓN VISUAL

🌈 Rayos Ultravioleta

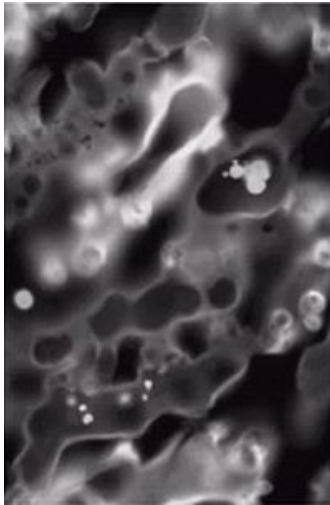


Imagen de maíz normal

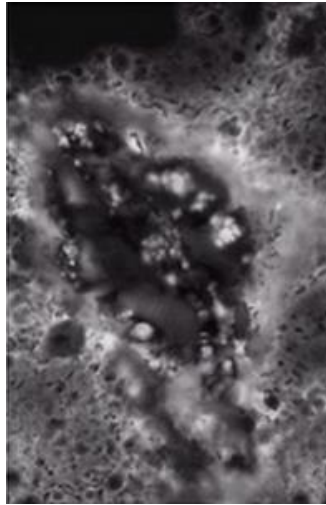
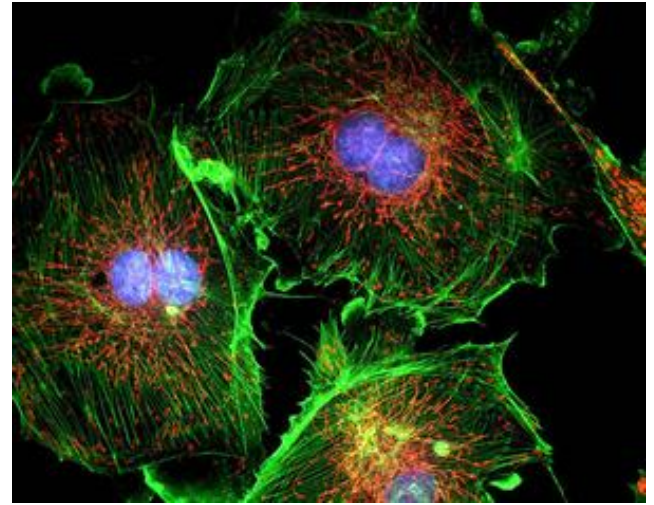


Imagen de maíz con hongos



Microscopía de Fluorescencia de
Células

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🌟 LUZ ESPECTRO Y PERCEPCIÓN VISUAL

🌐 Microondas

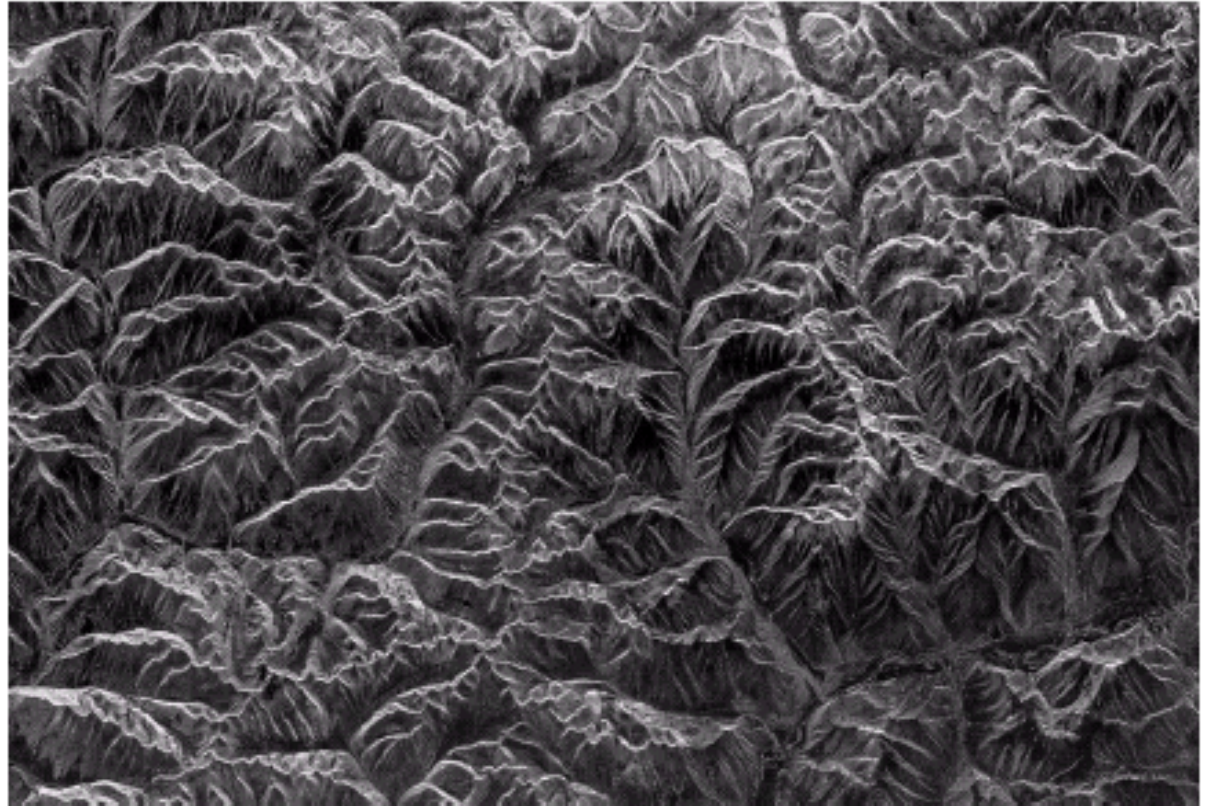


Imagen de radar de apertura
sintética de una zona
montañosa del Tíbet

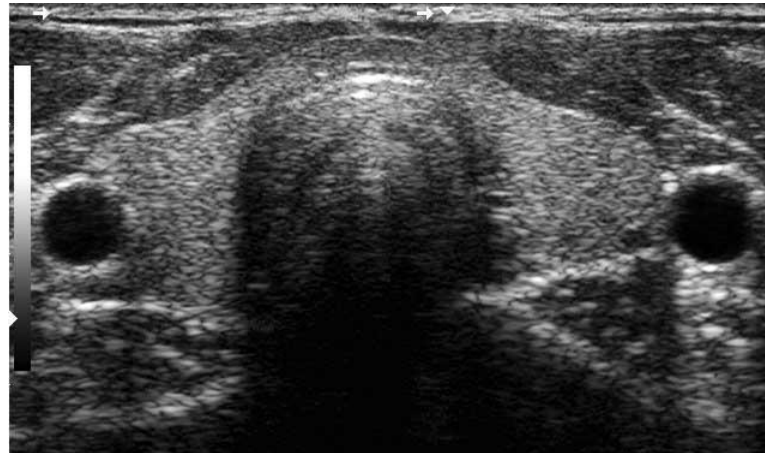
FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

👉 LUZ ESPECTRO Y PERCEPCIÓN VISUAL

🌀 Ultrasónicas (Onda mecánica no electromagnética)



Ultrasonido de un Feto



Ultrasonido de Tiroides

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

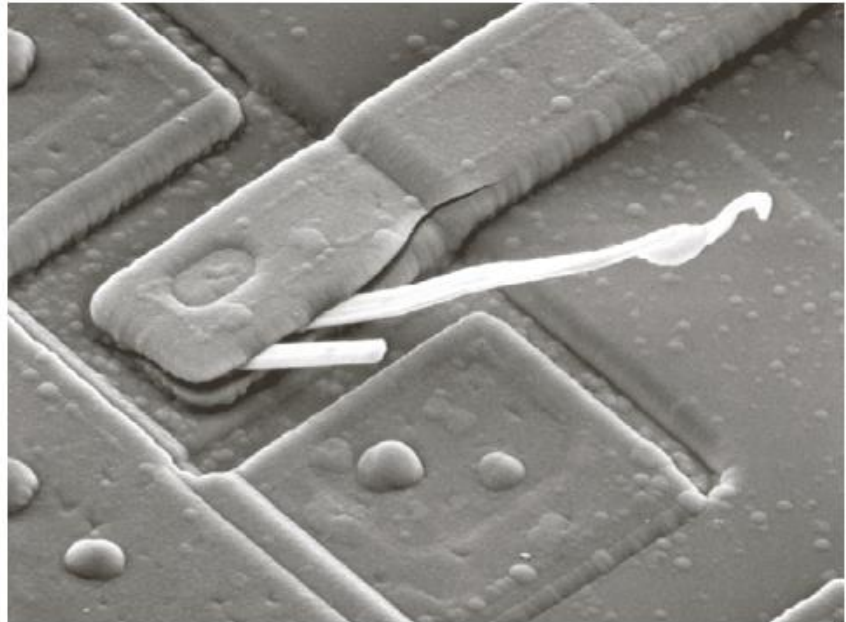
🌟 LUZ ESPECTRO Y PERCEPCIÓN VISUAL

🔍 Imágenes usando un Microscopio Electrónico

Filamento de tungsteno después
de falla térmica (250x)



Circuito integrado con falla debida a fibra
de óxido por destrucción térmica (2500x)



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🦋 LUZ ESPECTRO Y PERCEPCIÓN VISUAL

🌈 Imágenes Multiespectrales



Imagen reconstruida en el
espectro visible a partir de 8
bandas

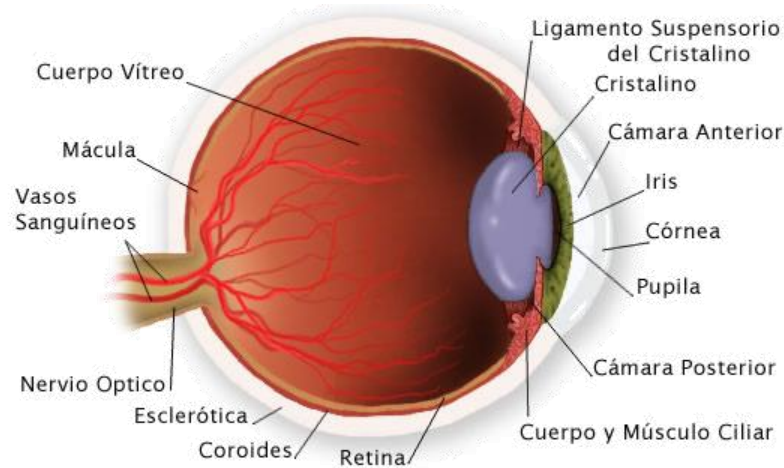


Imagen en el infrarrojo
cercano



Imagen en espectro UV

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES



EL SISTEMA DE PERCEPCIÓN VISUAL HUMANO

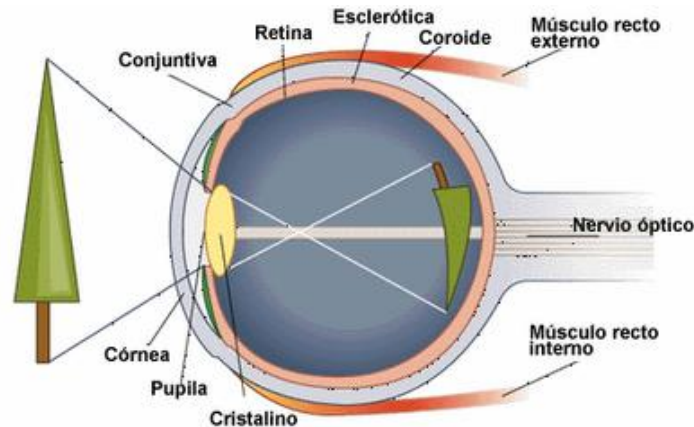
FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🦋 EL SISTEMA DE PERCEPCIÓN VISUAL HUMANO

- 🌀 La **Percepción Visual** es un proceso activo con el cual el cerebro puede transformar la información **lumínica** captada por el ojo en una recreación de la realidad externa.

[Wikipedia]

- 🌀 En el ojo humano, la luz visible es absorbida por el cristalino, que actúa como lente, y se proyecta en la retina. En este proceso la información luminosa 3D es proyectada en un plano 2D (la imagen).

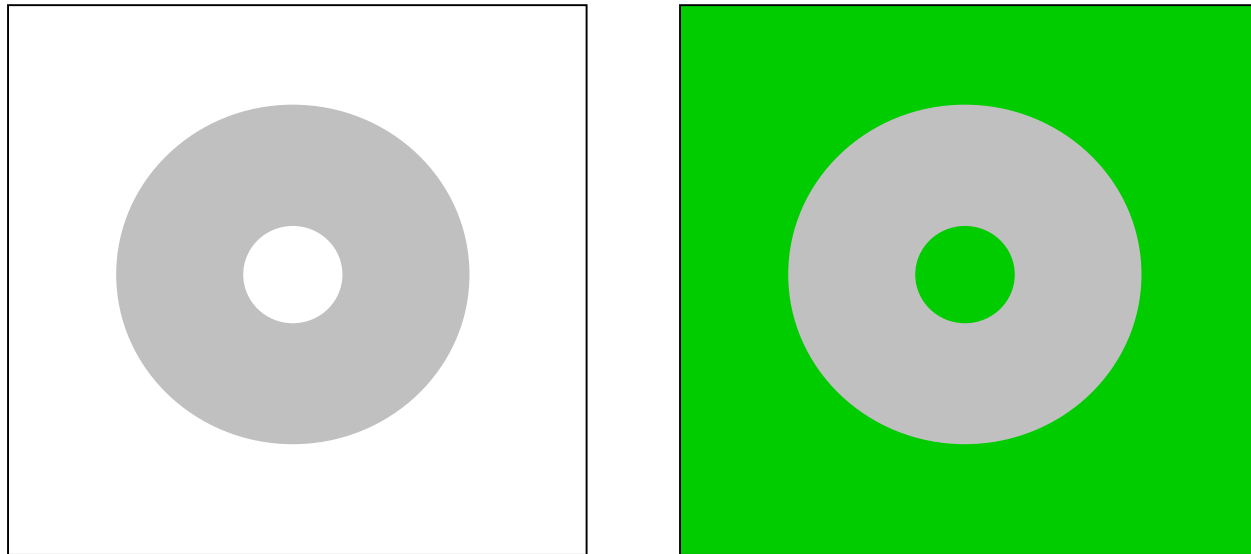


FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 EL SISTEMA DE PERCEPCIÓN VISUAL HUMANO

🌀 Ejemplos sobre la Percepción Visual

- 🌀 El gris de ambas figuras es el mismo, sin embargo en la figura derecha se ve un poco rosado



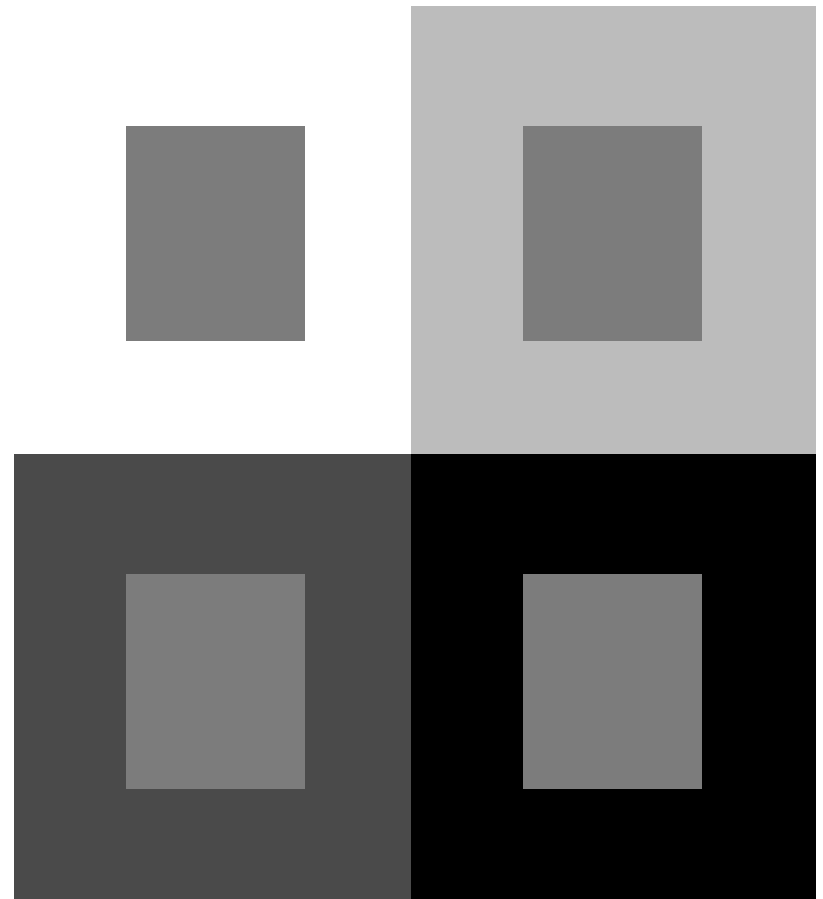
FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 EL SISTEMA DE PERCEPCIÓN VISUAL HUMANO

🌀 Ejemplos sobre la Percepción Visual

- 🌀 El gris del cuadro central de las cuatro figuras es el mismo, sin embargo aparece distinto por el contraste con el entorno.

Ley de Weber

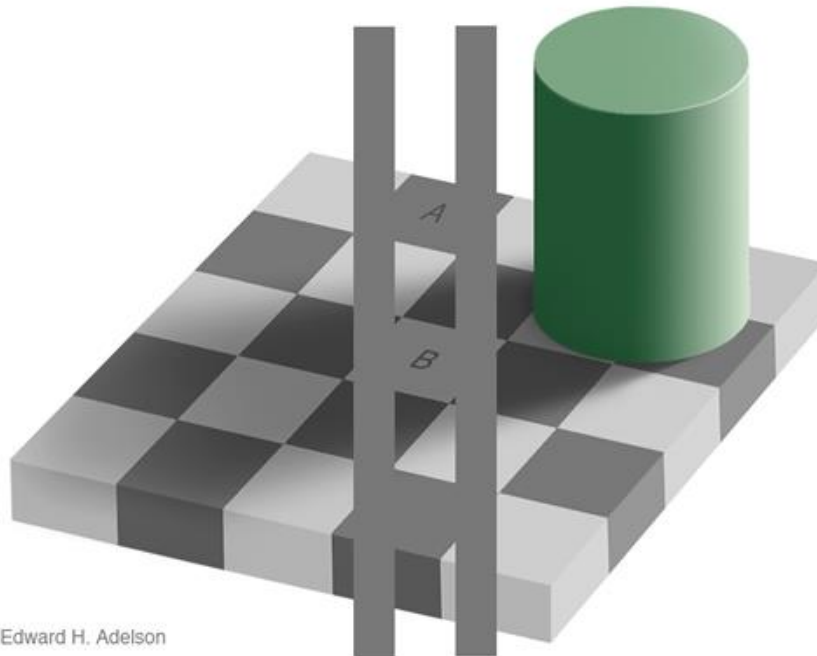


FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🦋 EL SISTEMA DE PERCEPCIÓN VISUAL HUMANO

🌀 Ejemplos sobre la Percepción Visual

🌀 Son iguales el cuadro A y B en el tablero de ajedrez?



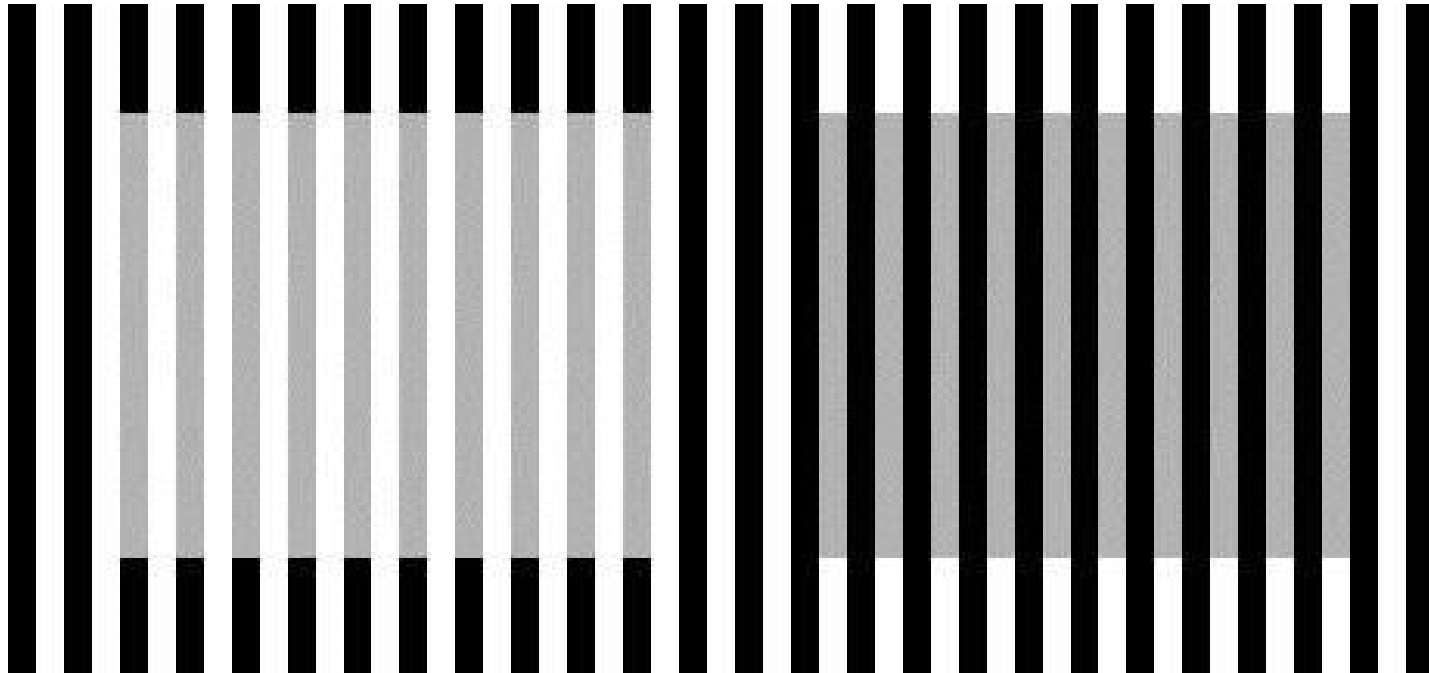
Edward H. Adelson

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🦋 EL SISTEMA DE PERCEPCIÓN VISUAL HUMANO

🌀 Ejemplos sobre la **Percepción Visual**

🌀 Los cuadrados internos tienen el mismo tono de gris ...



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🦋 EL SISTEMA DE PERCEPCIÓN VISUAL HUMANO

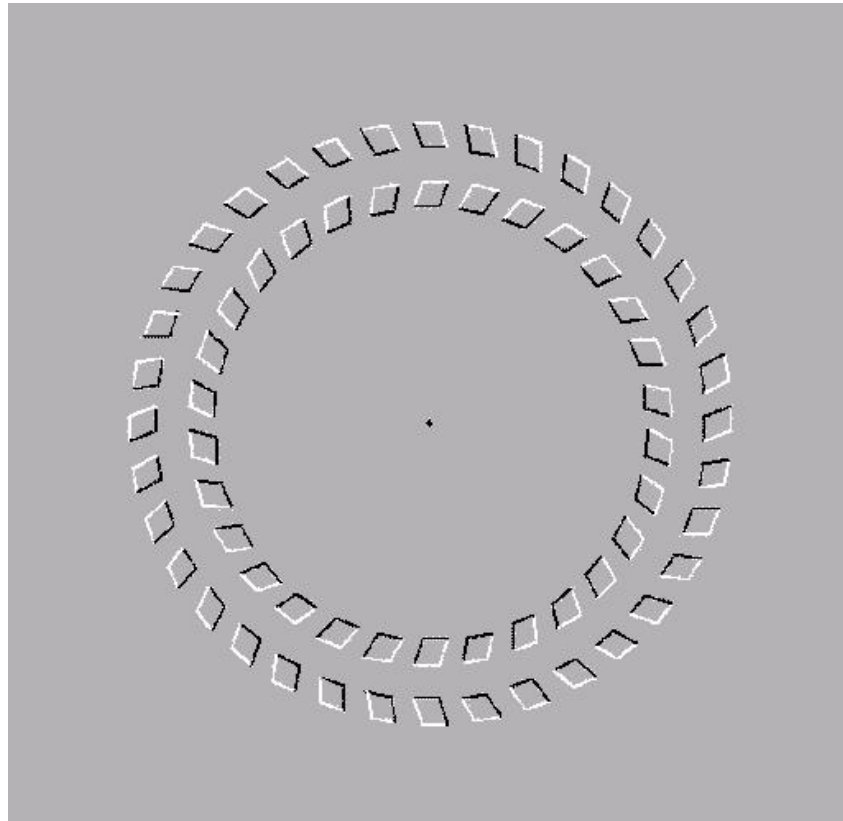
🌀 Ejemplos sobre la Percepción Visual



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 EL SISTEMA DE PERCEPCIÓN VISUAL HUMANO

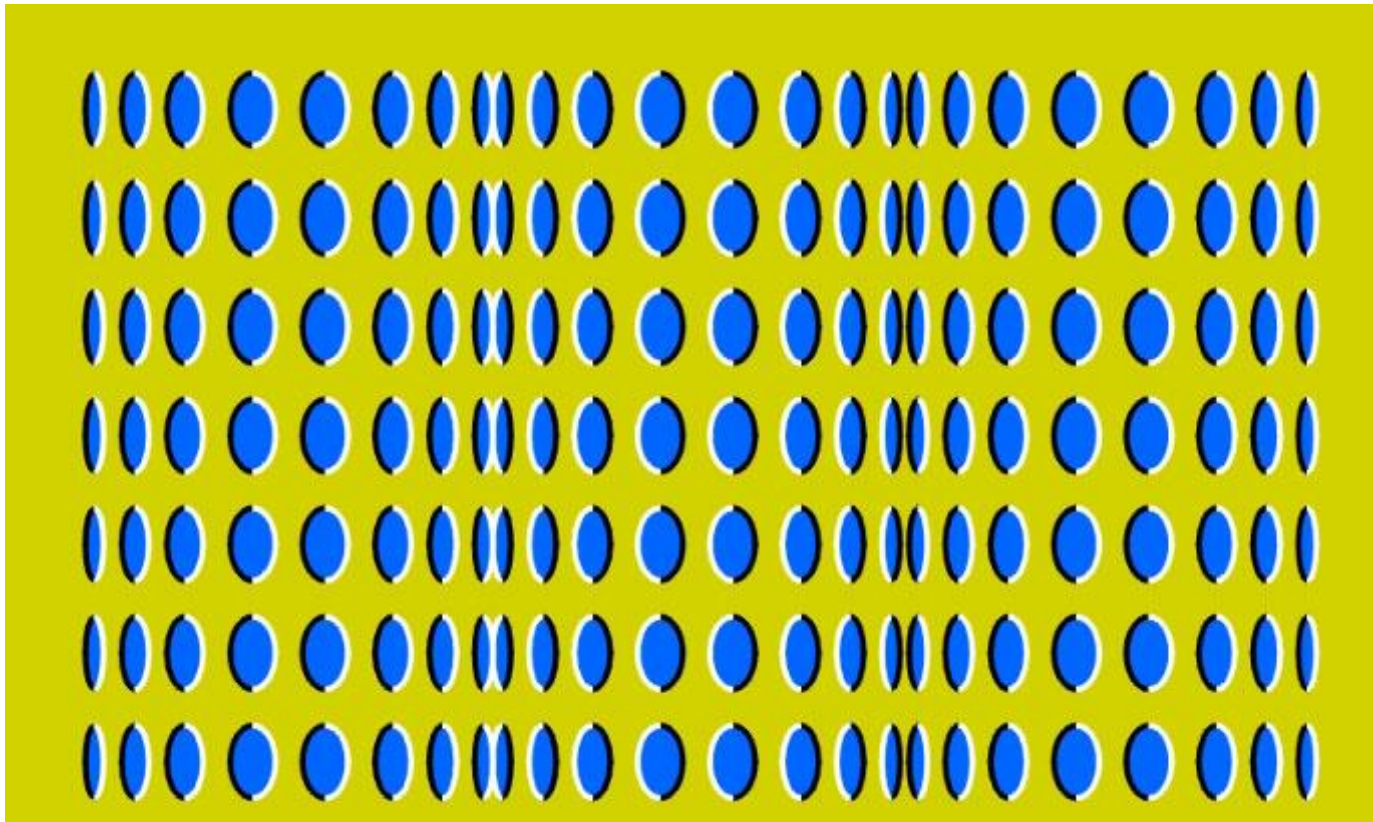
- 🌀 Ejemplos sobre la **Percepción Visual**: La sensibilidad espectral



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 EL SISTEMA DE PERCEPCIÓN VISUAL HUMANO

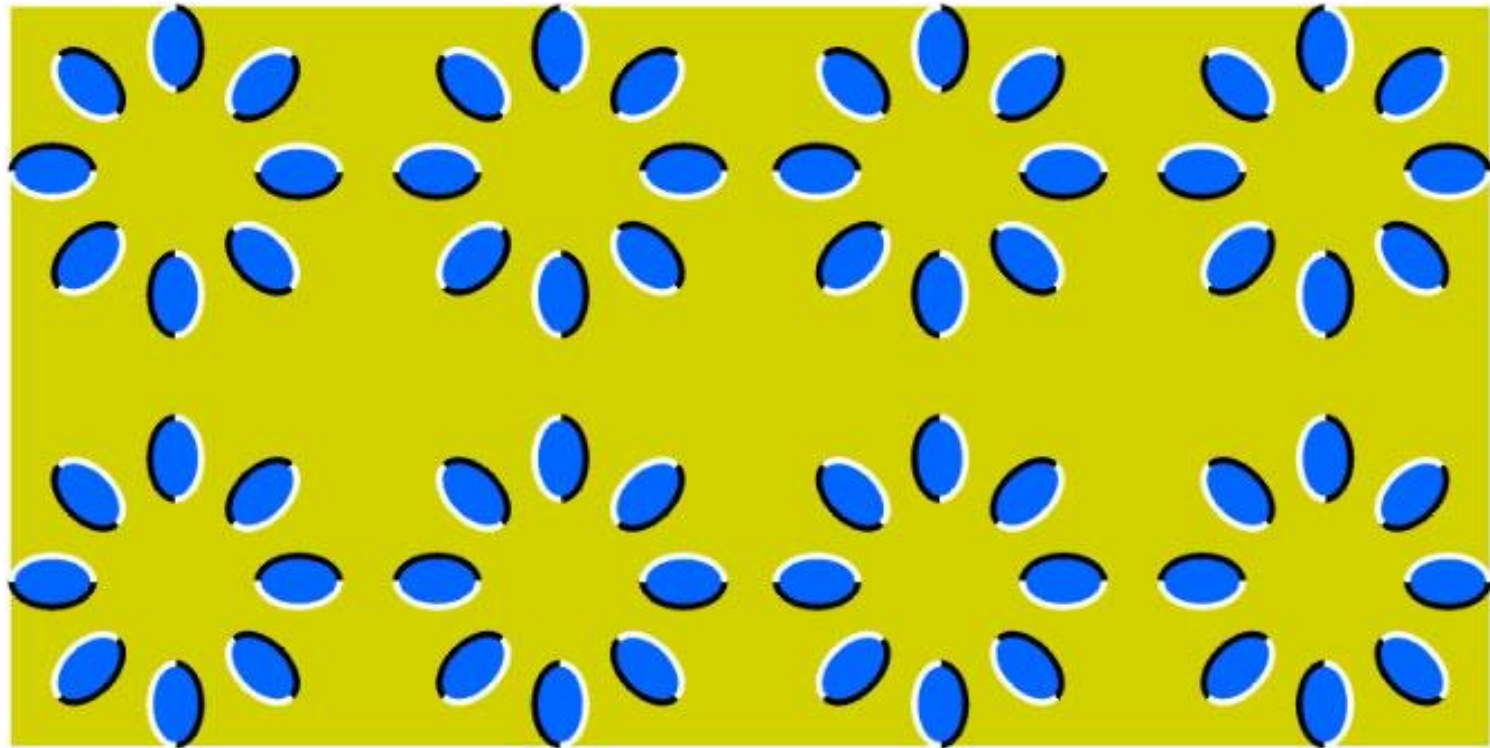
- 🌀 Ejemplos sobre la **Percepción Visual**: La sensibilidad espectral



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🦋 EL SISTEMA DE PERCEPCIÓN VISUAL HUMANO

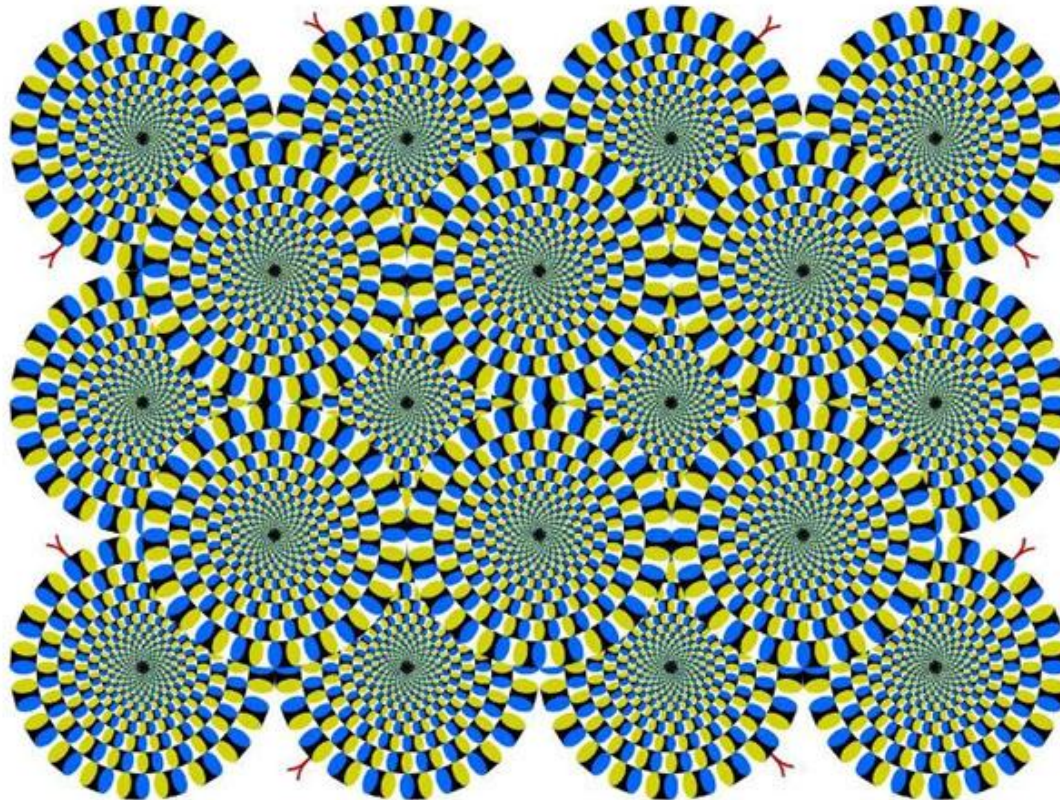
- 🌀 Ejemplos sobre la **Percepción Visual**: La sensibilidad espectral



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🦋 EL SISTEMA DE PERCEPCIÓN VISUAL HUMANO

- 🌀 Ejemplos sobre la **Percepción Visual**: La sensibilidad espectral



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🦋 EL SISTEMA DE PERCEPCIÓN VISUAL HUMANO

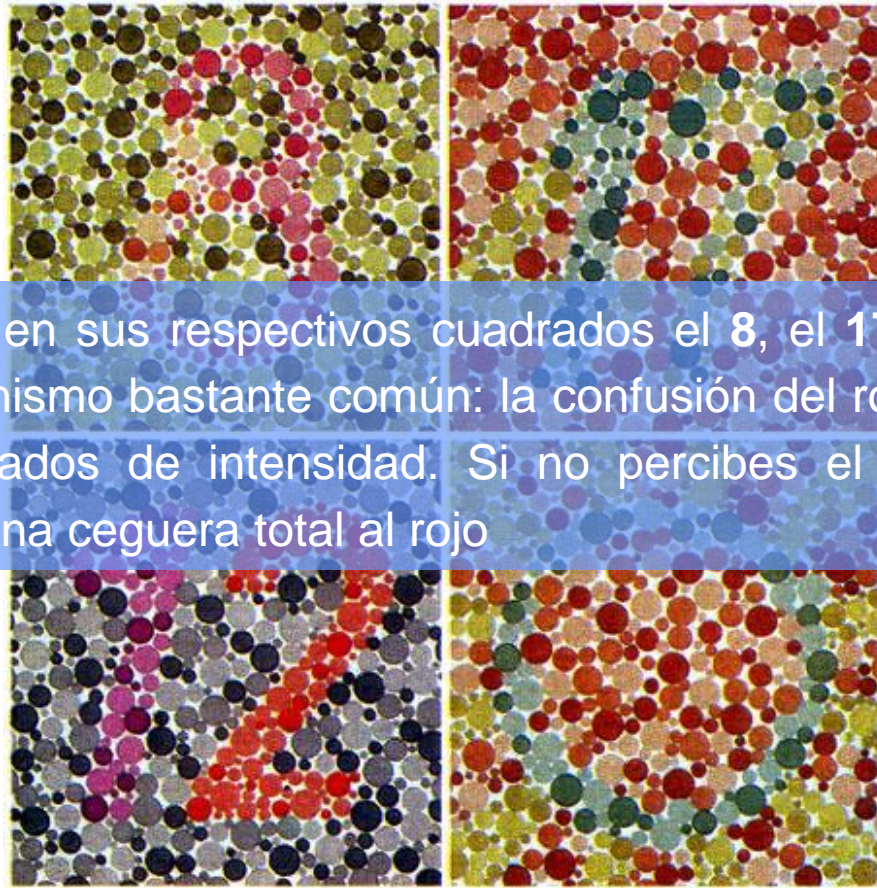
- 🌀 Ejemplos sobre la **Percepción Visual**: La sensibilidad espectral



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

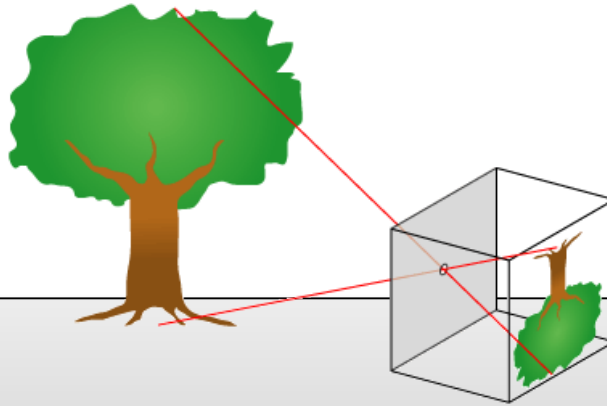
🦋 EL SISTEMA DE PERCEPCIÓN VISUAL HUMANO

- 🌀 Ejemplos sobre la **Percepción Visual**: La sensibilidad espectral



Si no aprecias en sus respectivos cuadrados el 8, el 17 y el 0, es que tienes un daltonismo bastante común: la confusión del rojo con el verde, en distintos grados de intensidad. Si no percibes el número 12, es porque tienes una ceguera total al rojo.

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

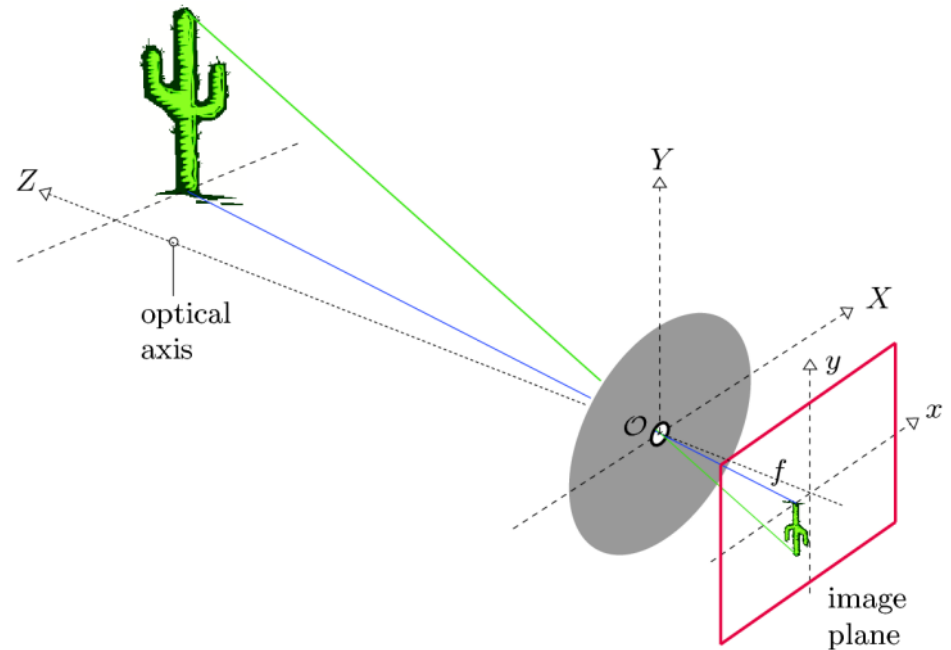
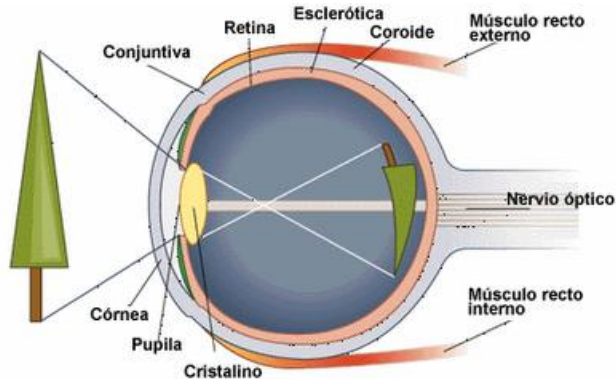


EL MODELO PIN-HOLE

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

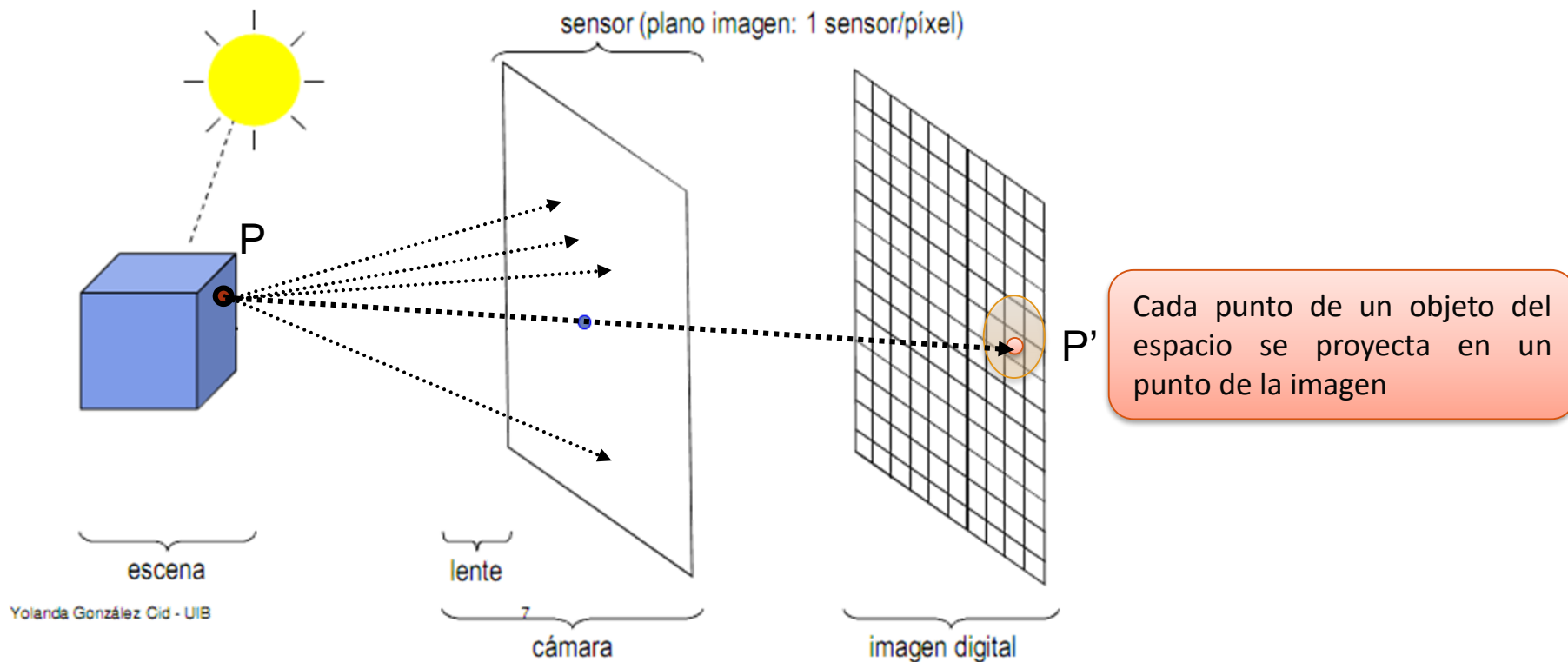
🦋 EL MODELO PIN-HOLE

- 🌀 El **Modelo Pin-Hole** es el modelo que usan las cámaras tradicionales para crear las imágenes ... similar a nuestro sistema visual.



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

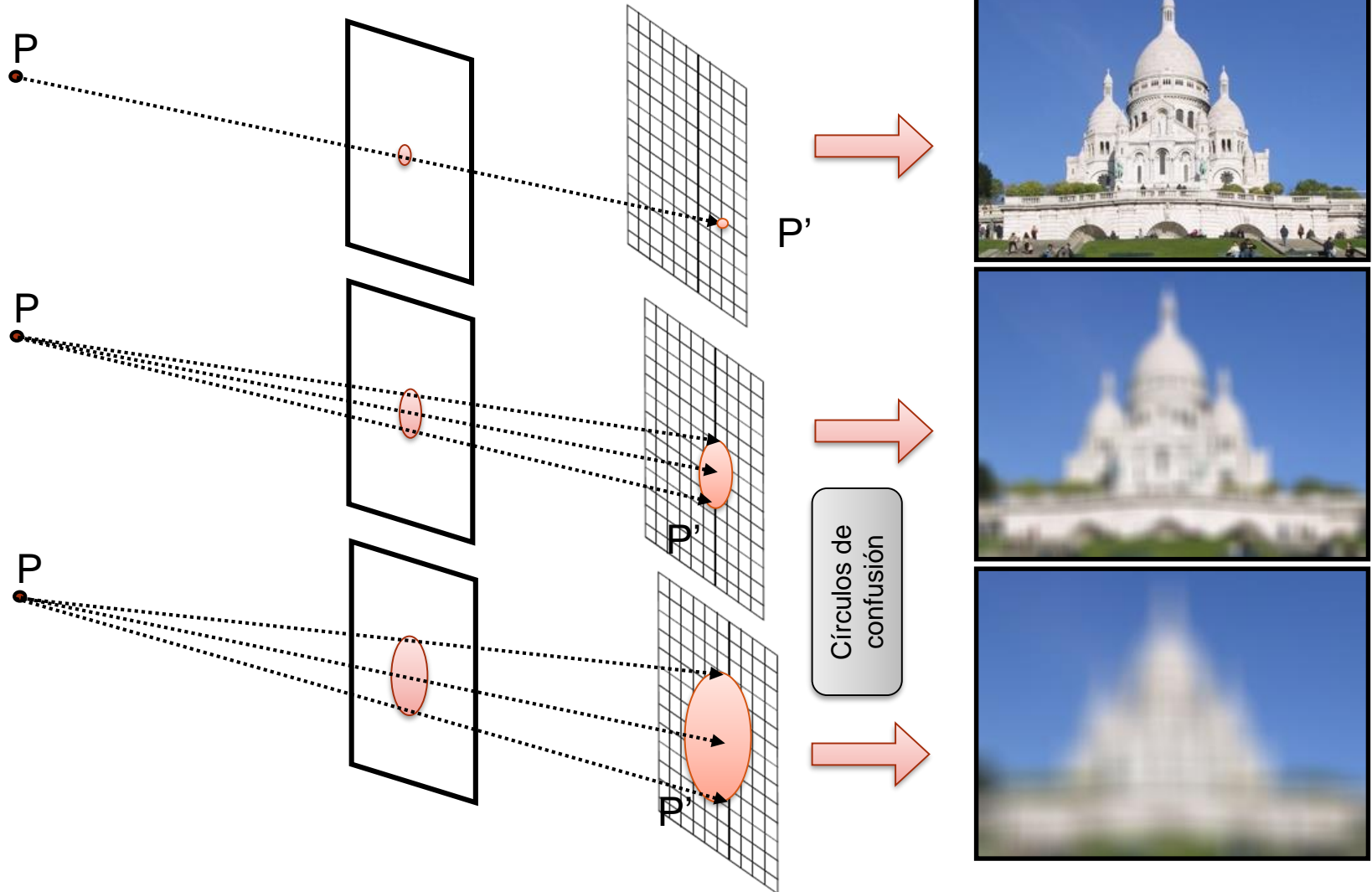
🌟 EL MODELO PIN-HOLE



- 🌀 Una **superficie mate** emite luz en todas las direcciones. Cuando la **apertura es muy pequeña**, desde cualquier punto sólo pasa luz con una dirección. Todos los puntos están **bien definidos**: imagen enfocada

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🌟 EL MODELO PIN-HOLE



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 EL MODELO PIN-HOLE

- 🌀 El Modelo Pin-Hole tiene algunas **limitaciones**: si la apertura es muy pequeña, entonces entra poca luz y la imagen sale muy oscura



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 EL MODELO PIN-HOLE

- 🕒 El Modelo Pin-Hole tiene algunas **limitaciones**: si la apertura es muy pequeña, entonces entra poca luz y la imagen sale muy oscura

- 🌀 **Solución 1**: aumentar el tiempo de exposición, manteniendo el tamaño de la apertura.



- 🌀 No funciona bien si hay movimiento. Aunque, se puede usar para acumular movimiento

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🦋 EL MODELO PIN-HOLE

- 🌀 **Solución 2:** aumentar el tamaño de la apertura y utilizar unas lentes que realicen el enfoque



- 🌀 Por las limitaciones físicas de las lentes, sólo se pueden enfocar los objetos en cierta distancia.
- 🌀 Profundidad de campo: rango de distancias (en la escena) en la que los objetos aparecen enfocados

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

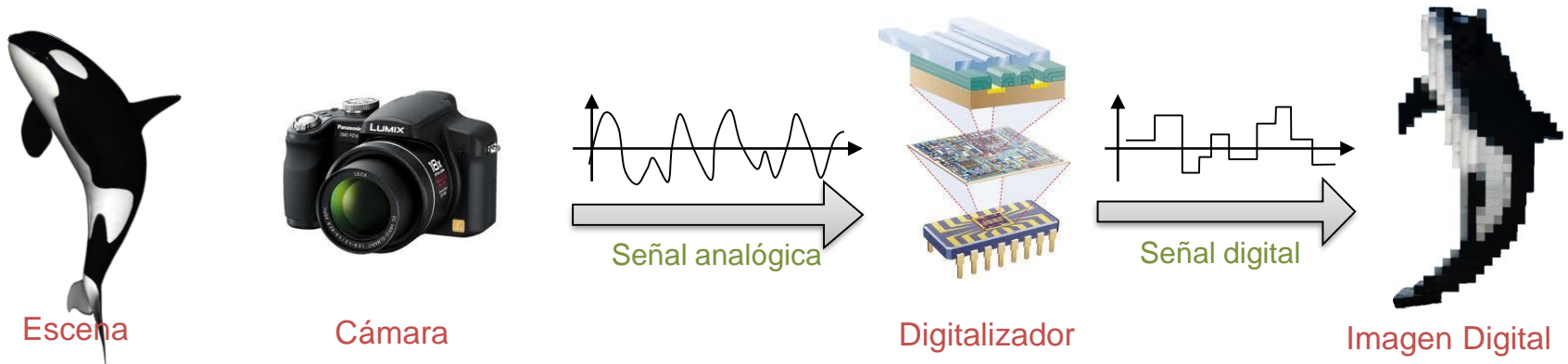


SENSORES Y DISPOSITIVOS DE CAPTURA

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🦋 SENSORES Y DISPOSITIVOS DE CAPTURA

- 🌀 En la adquisición de imágenes se requiere de un sensor y digitalizador.
- 🌀 El **Sensor** es un dispositivo sensible a la energía radiada del objeto cuya imagen deseamos obtener
- 🌀 El **Digitalizador** es un dispositivo que convierte la salida del sensor a una forma digital

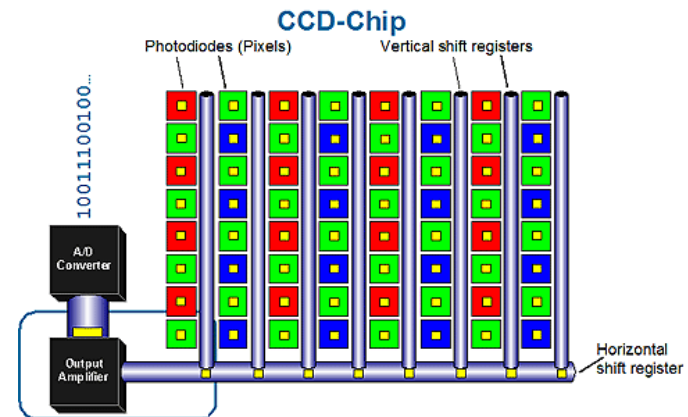
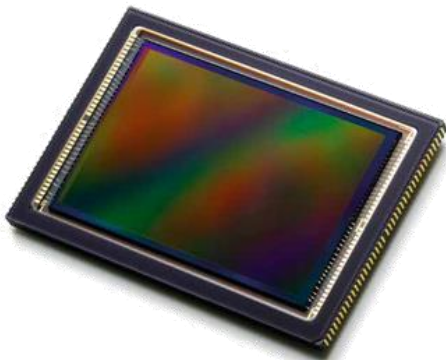


En una cámara digital el sensor produce una señal eléctrica proporcional a la intensidad de luz y el digitalizador convierte esta salida a formato digital

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

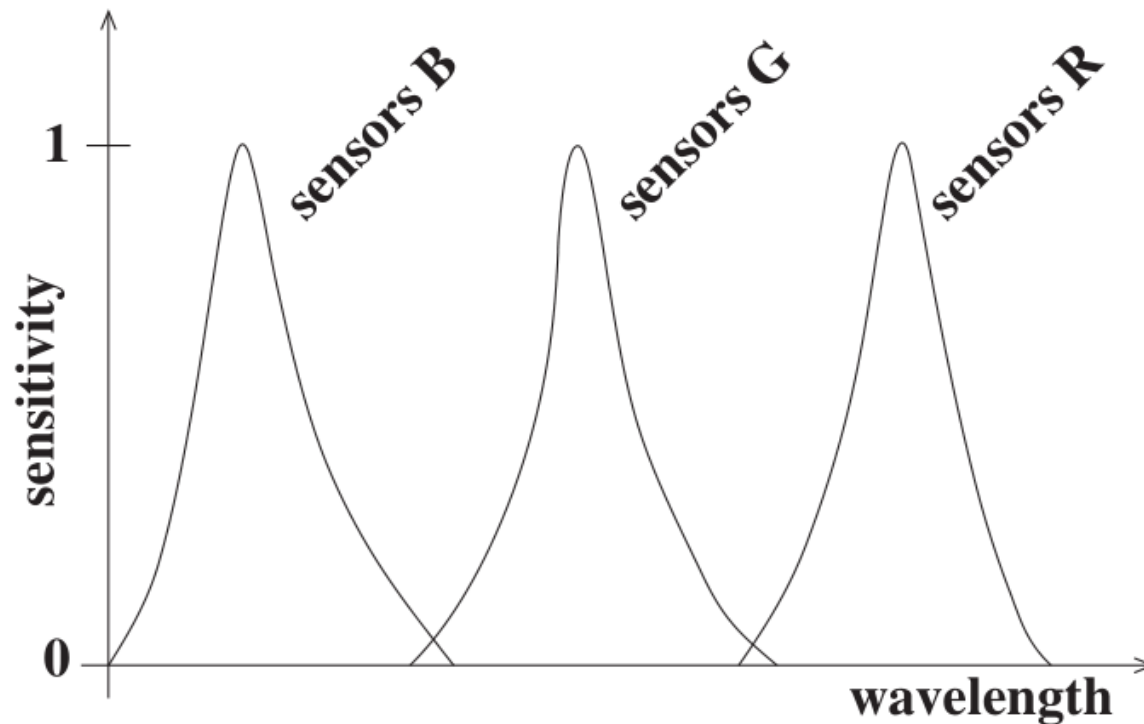
🚀 SENSORES Y DISPOSITIVOS DE CAPTURA

- 🌀 Existen muchos tipos de sensores para la adquisición de imágenes, los cuales varía de acuerdo al tipo de onda electromagnética que se captura para producir la imagen.
- 🌀 Los más populares son los basados en **CCD** (Charge-Coupled Devices) y los **CMOS** (Complementary Metal Oxide Semiconductor).
- 🌀 Estos sensores son chips que integran una matriz o línea de fotodetectores.



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

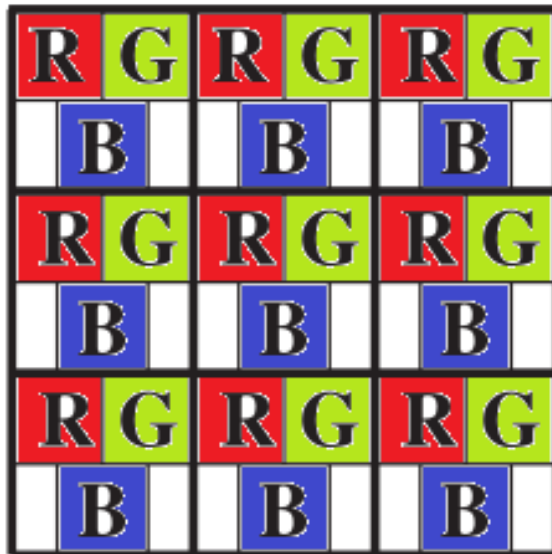
🌟 SENSORES Y BANDAS ESPECTRALES



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 SENSORES Y BANDAS ESPECTRALES


- 🌀 Imaginemos que tenemos una cámara con un arreglo de sensores dispuesto como en la figura dada.



(1,1)	(1,2)	(1,3)
(2,1)	(2,2)	(2,3)
(3,1)	(3,2)	(3,3)

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES


SENSORES Y BANDAS ESPECTRALES

-  A continuación, tomamos una fotografía con nuestra cámara, con un tiempo de apertura tal que exactamente 10 fotones llegan a cada sensor. La sensibilidad y una energía medidas en alguna unidad arbitraria.

Longitud onda	Sensores B	Sensores G	Sensores R	Energía
λ_0	0.2	0.0	0.0	1.0
λ_1	0.4	0.2	0.1	0.95
λ_2	0.8	0.3	0.2	0.90
λ_3	1.0	0.4	0.2	0.88
λ_4	0.7	0.6	0.3	0.85
λ_5	0.2	1.0	0.5	0.81
λ_6	0.1	0.8	0.6	0.78
λ_7	0.0	0.6	0.8	0.70
λ_8	0.0	0.3	1.0	0.60
λ_9	0.0	0.0	0.6	0.50

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

SENSORES Y BANDAS ESPECTRALES

-  Las longitudes de onda de los fotones que llegan a cada posición del arreglo de sensores son las siguientes:

Posición (1,1):	$\lambda_0, \lambda_9, \lambda_9, \lambda_8, \lambda_7, \lambda_8, \lambda_1, \lambda_0, \lambda_1, \lambda_1$
Posición (1,2):	$\lambda_1, \lambda_3, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_2, \lambda_6, \lambda_4, \lambda_5$
Posición (1,3):	$\lambda_6, \lambda_7, \lambda_7, \lambda_0, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_6, \lambda_1, \lambda_5, \lambda_9$
Posición (2,1):	$\lambda_0, \lambda_1, \lambda_0, \lambda_2, \lambda_1, \lambda_1, \lambda_4, \lambda_3, \lambda_3, \lambda_1$
Posición (2,2):	$\lambda_3, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_2, \lambda_9, \lambda_4$
Posición (2,3):	$\lambda_7, \lambda_7, \lambda_6, \lambda_7, \lambda_6, \lambda_1, \lambda_5, \lambda_9, \lambda_8, \lambda_7$
Posición (3,1):	$\lambda_6, \lambda_6, \lambda_1, \lambda_8, \lambda_7, \lambda_8, \lambda_9, \lambda_9, \lambda_8, \lambda_7$
Posición (3,2):	$\lambda_0, \lambda_4, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_1, \lambda_5, \lambda_4, \lambda_0, \lambda_2, \lambda_1$
Posición (3,3):	$\lambda_3, \lambda_4, \lambda_1, \lambda_0, \lambda_0, \lambda_4, \lambda_2, \lambda_5, \lambda_2, \lambda_4$

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

SENSORES Y BANDAS ESPECTRALES

- Sea $f_X(i, j)$ el valor que será registrado por el sensor X en la posición (i, j) . Para el sensor R en la posición $(1, 1)$, el valor registrado estará dado por:

$$\begin{aligned} f_R(1,1) &= 2E_{\lambda_0} \times 0.0 + 2E_{\lambda_9} \times 0.6 + 2E_{\lambda_8} \times 1.0 + 1E_{\lambda_7} \times 0.8 + 3E_{\lambda_1} \times 0.1 \\ &= 1.0 \times 0.6 + 1.2 \times 1.0 + 0.7 \times 0.8 + 2.85 \times 0.1 \\ &= 2.645 \end{aligned}$$

- Entonces, el valor de intensidad de la banda roja en la imagen f en la posición $(1, 1)$ será de 2.645.

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

ACTIVIDAD DE REPASO

- Repitamos (computacional o manualmente) el procedimiento anterior para obtener los valores registrados por los otros dos sensores de la posición (1, 1), así como los registrados por los sensores en el resto de posiciones del arreglo de sensores.
- Los valores de intensidad obtenidos deberían ser los siguientes:

$$E_R = \begin{pmatrix} 2.645 & 2.670 & 3.729 \\ 1.167 & 4.053 & 4.576 \\ 4.551 & 1.716 & 1.801 \end{pmatrix}$$

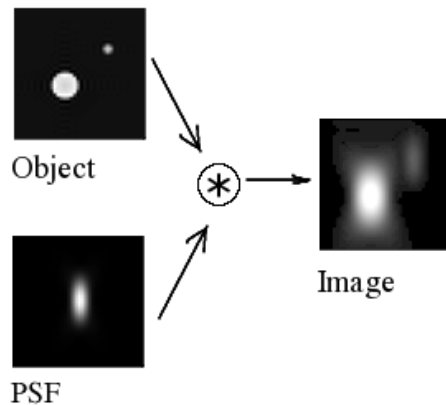
$$E_G = \begin{pmatrix} 1.350 & 4.938 & 4.522 \\ 2.244 & 4.176 & 4.108 \\ 2.818 & 2.532 & 2.612 \end{pmatrix}$$

$$E_B = \begin{pmatrix} 1.540 & 5.047 & 1.138 \\ 4.995 & 5.902 & 0.698 \\ 0.536 & 4.707 & 5.047 \end{pmatrix}$$

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 LA FUNCIÓN DE DISPERSIÓN DE PUNTO

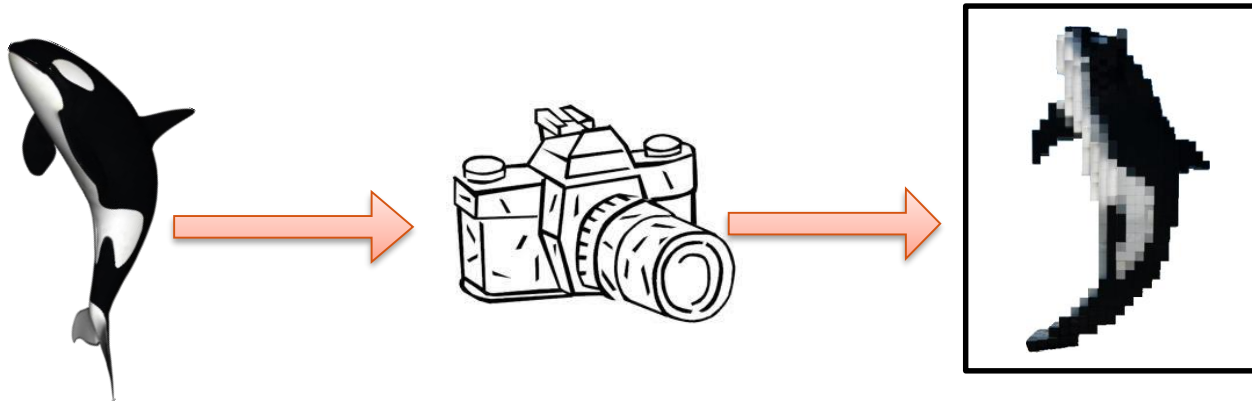
- 🌀 La adquisición de cada píxel no es individual, las **funciones de dispersión de punto** asociadas con la lente resultan en un efecto de difuminación alrededor de las fuentes de luz, caracterizado de forma discreta por la siguiente ecuación:



$$g(\alpha, \beta) = \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^N f(x, y) h(x, \alpha, y, \beta)$$

- 🌀 Con base en este principio se fundamenta la **convolución**, un tema que veremos más adelante...

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

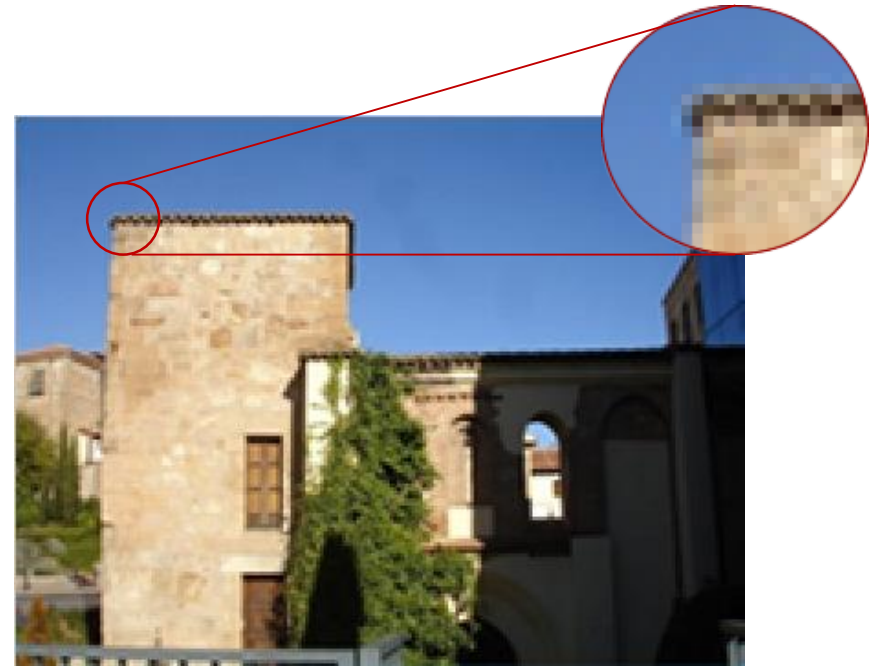
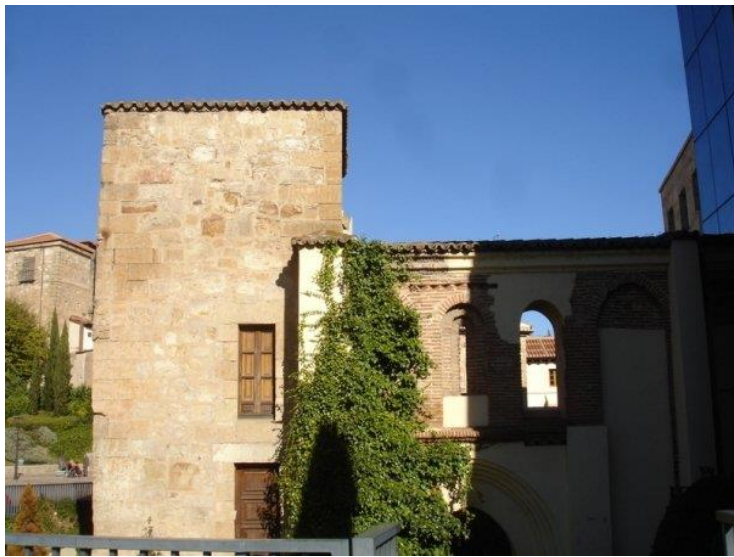


LA IMAGEN DIGITAL

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🎨 LA IMAGEN DIGITAL

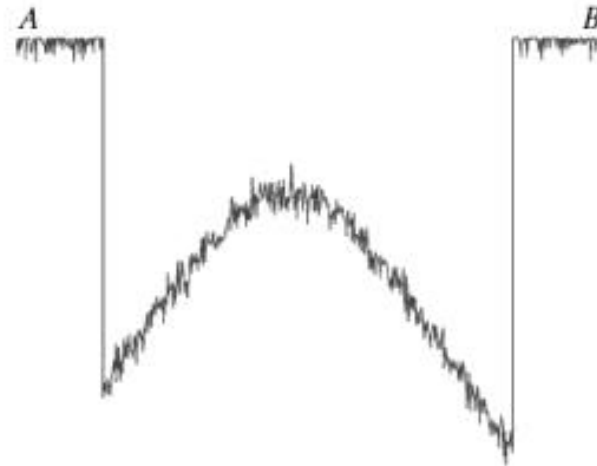
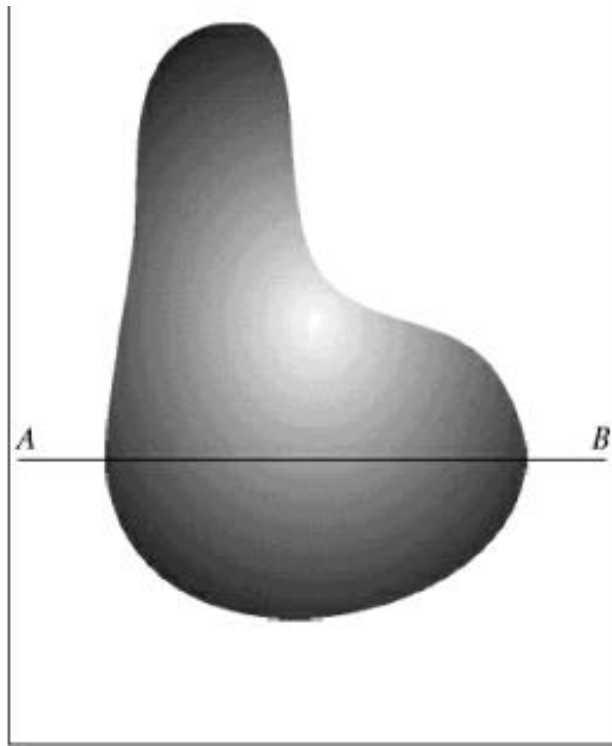
- 🌀 La transformación de una **imagen analógica** a una imagen digital, que es discreta, se llama **digitalización** y es el primer paso en cualquier aplicación de procesamiento de imágenes digitales ...



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

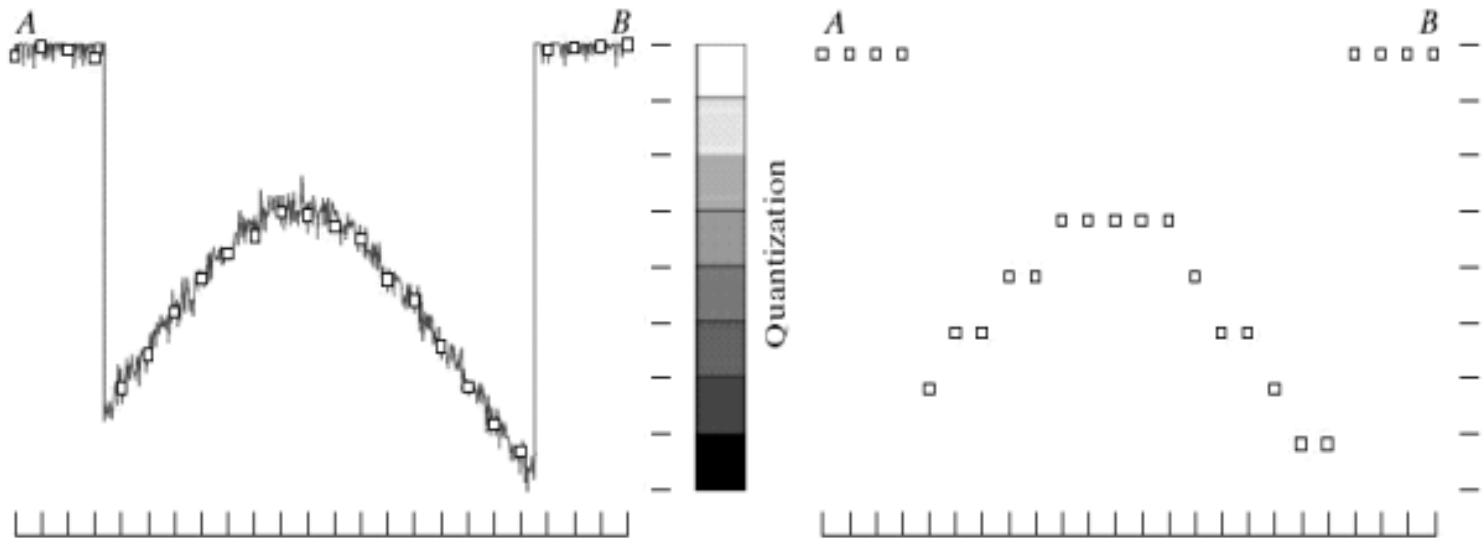
- 🕒 La **digitalización** se realiza a través de un **muestreo** de las señales analógicas



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

- 🕒 La digitalización se realiza a través de un muestreo de las señales analógicas



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

- 🕒 La **cuantificación** asigna valores representativos a cada muestra de la señal:

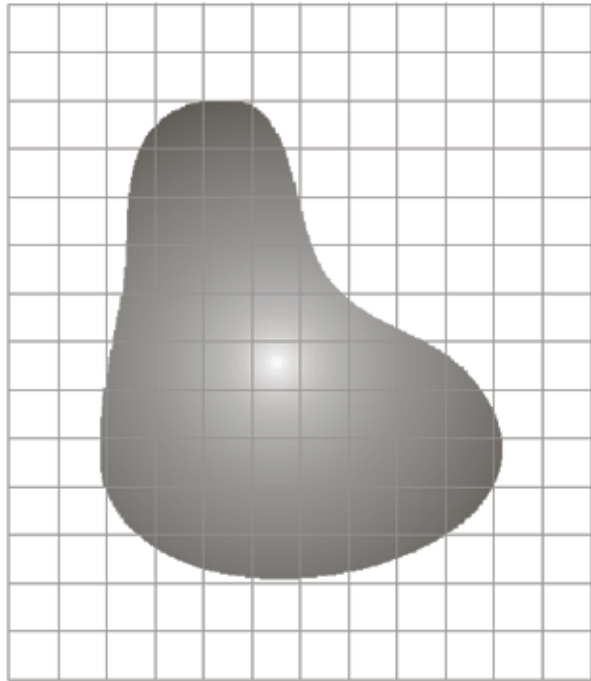
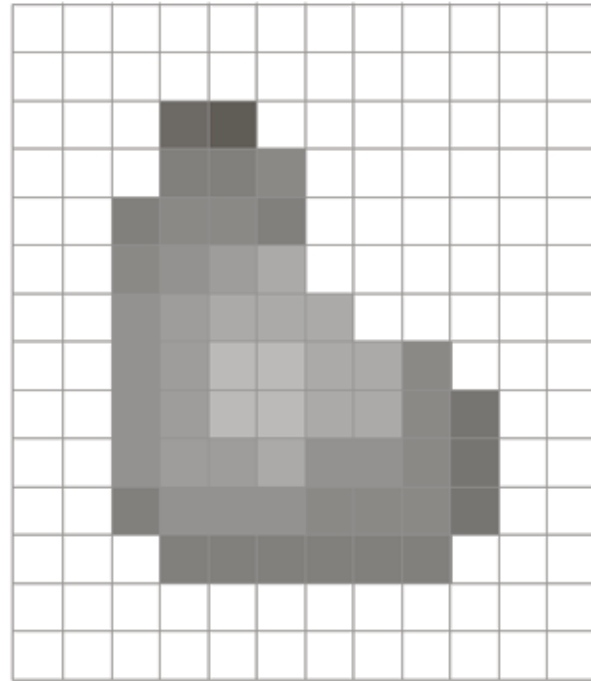


Imagen continua proyectada sobre un arreglo de sensores (muestreo)

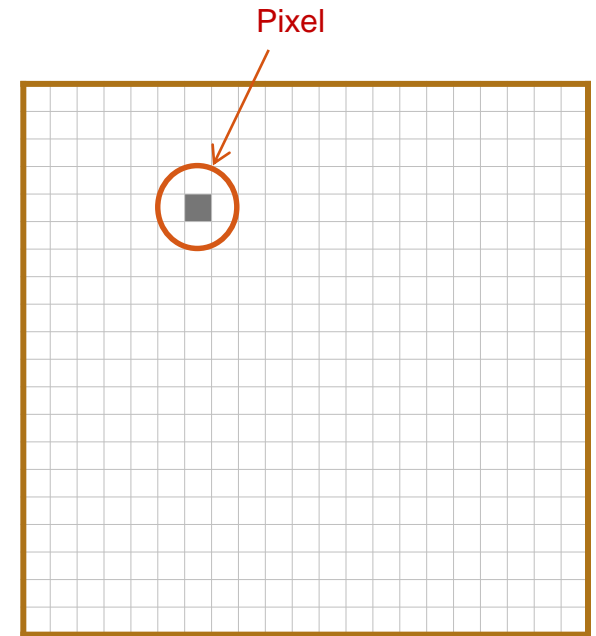
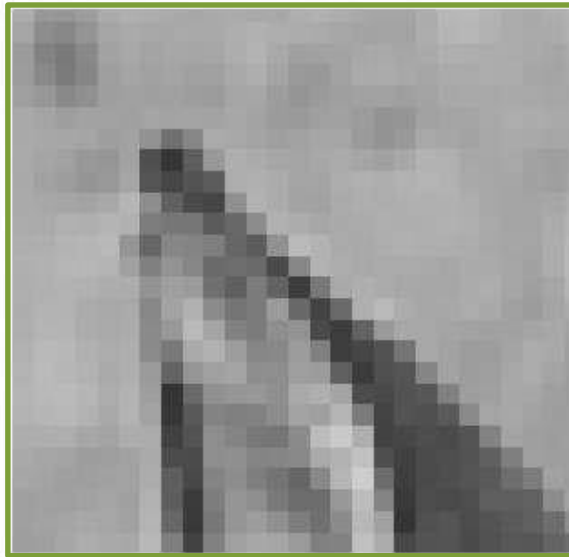
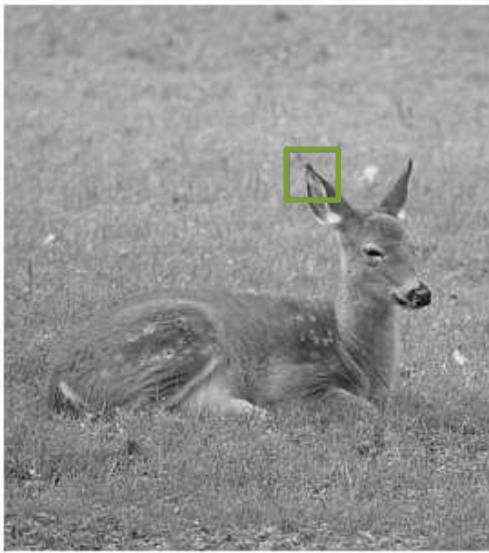


Resultado obtenido al muestrear y cuantizar la imagen.

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

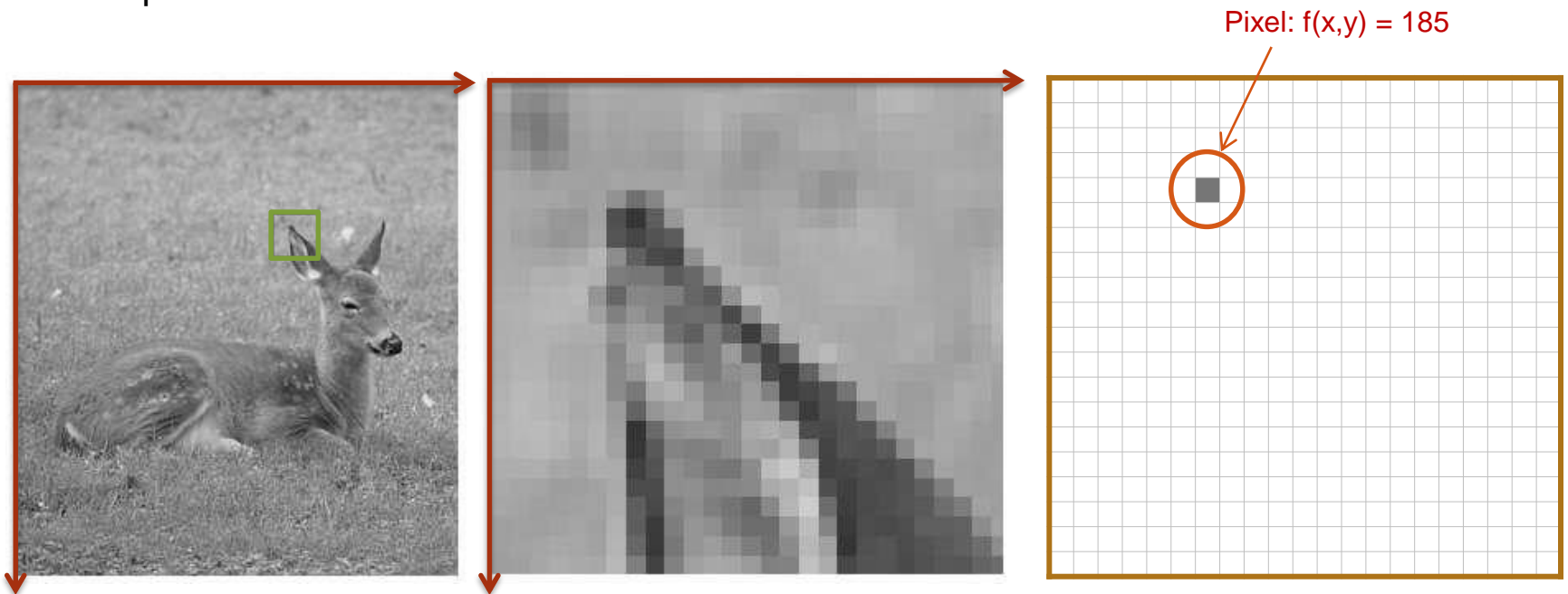
- 🕒 La **Representación de una Imagen Digital** se hace a través de una matriz de valores que almacenan los valores de intensidad de luz en cada punto de la misma



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

- De manera más formal, una imagen es **una función bidimensional** de la intensidad de la luz $f(x,y)$, donde un punto de la función representa la intensidad de luz equivalente en la escena

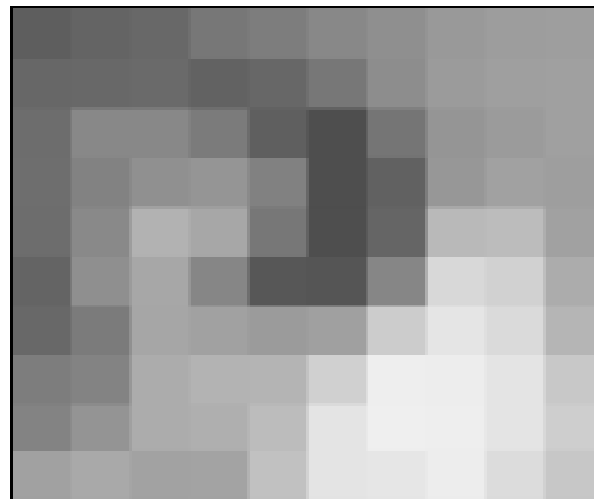
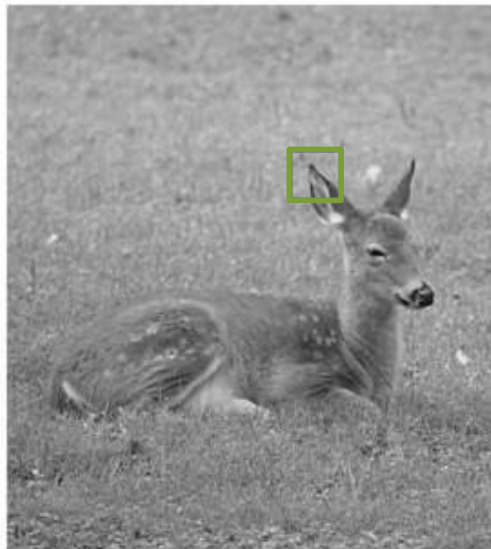


- Los **valores** de la función $f(x,y)$ representan niveles de gris, opacidad, transparencia, distancia o densidad de órganos, calor, etc ...

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

- De manera más formal, una imagen es una función bidimensional de la intensidad de la luz $f(x,y)$, donde un punto de la función representa la intensidad de luz equivalente en la escena



Pixeles

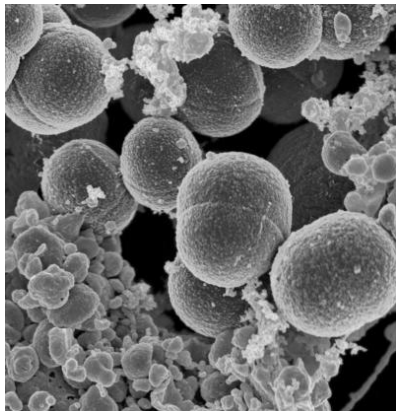
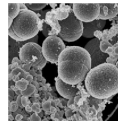
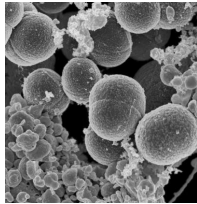
94 100 104 119 125 136 143 153 157 158
103 104 106 98 103 119 141 155 159 160
109 136 136 123 95 78 117 149 155 160
110 130 144 149 129 78 97 151 161 158
109 137 178 167 119 78 101 185 188 161
100 143 167 134 87 85 134 216 209 172
104 123 166 161 155 160 205 229 218 181
125 131 172 179 180 208 238 237 228 200
131 148 172 175 188 228 239 238 228 206
161 169 162 163 193 228 230 237 220 199

La función $f(x,y)$ correspondiente
(matriz)

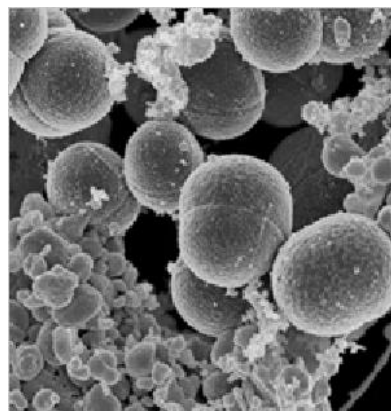
FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

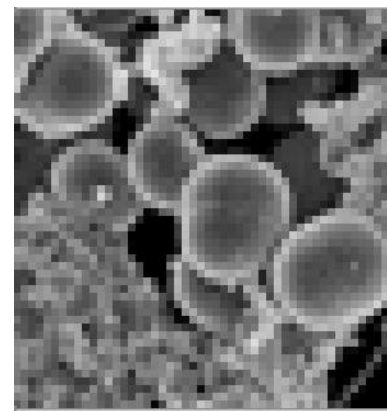
- 🕒 En el **Muestreo** se determina la **Resolución Espacial**, la cual está relacionada con el número de píxeles usados para representar la imagen. Entre más píxeles, mejor resolución espacial tendrá la imagen.



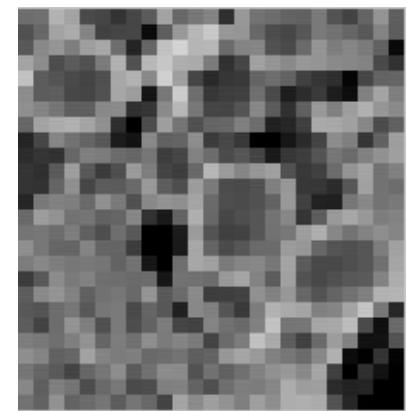
200x208 px



100x104 px



50x52 px

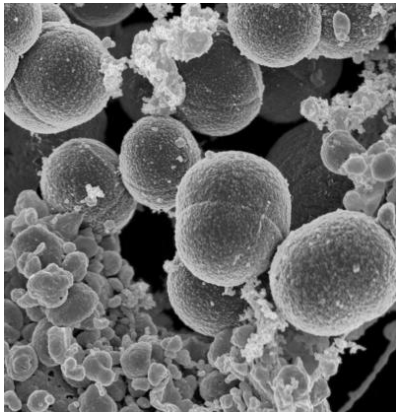


25x26 px

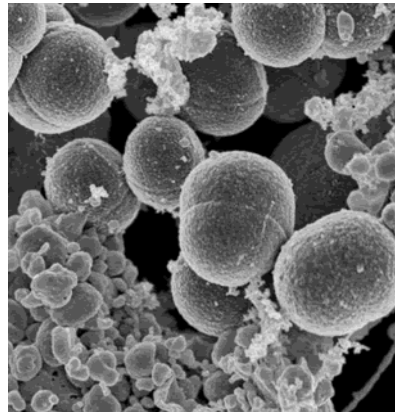
FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

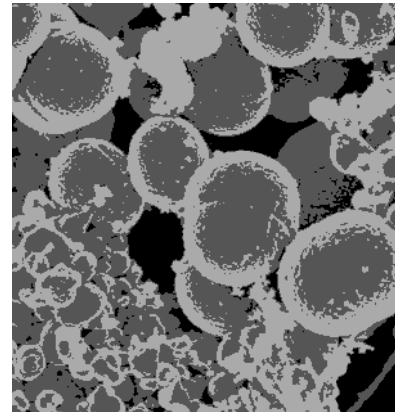
- La **Cuantización** determina la **Resolución en Amplitud** de la imagen, la cual está relacionada con el número de bits con que se usan para almacenar el valor de cada píxel, es decir, en la cuantificación se determina el número de niveles de gris usados para la representación de la imagen



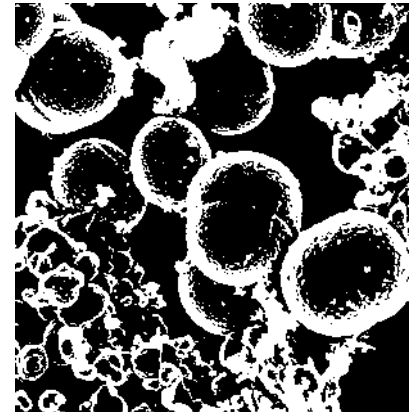
6 bits (64 niveles)



4 bits (32 niveles)



2 bits (4 niveles)



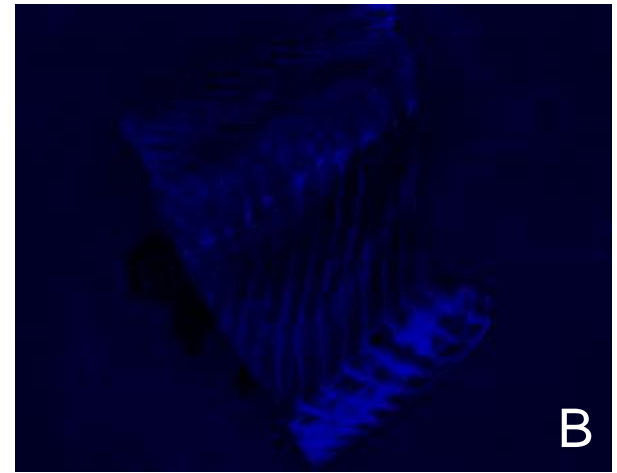
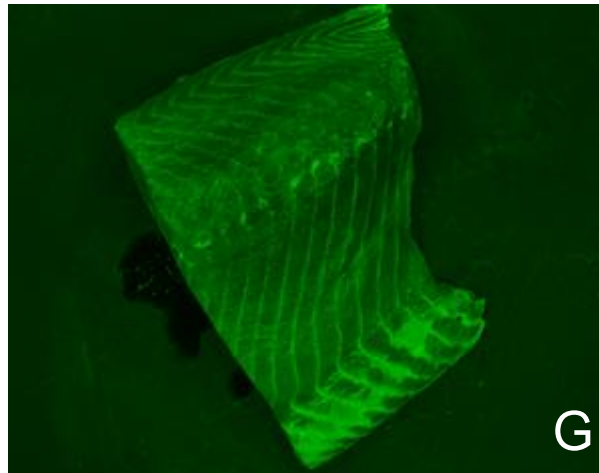
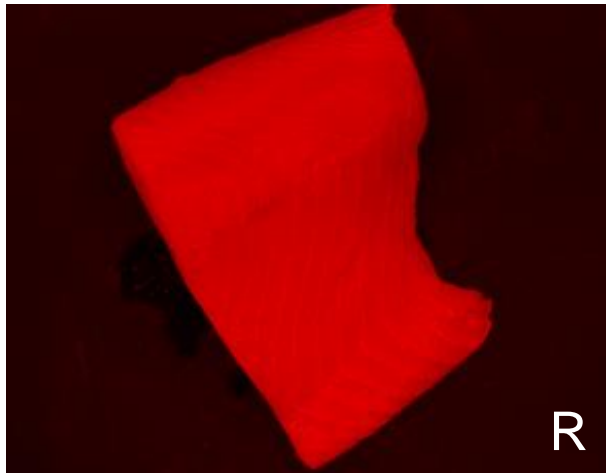
1 bit (2 niveles)

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

LA IMAGEN DIGITAL



Las imágenes a color se representan usando tres canales: uno para el rojo, uno para el verde y otro para el azul (Canal RGB)



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🎨 LA IMAGEN DIGITAL

- 🎯 Las imágenes a color se representan usando tres canales: uno para el rojo, uno para el verde y otro para el azul (Canal RGB)



185	189	188	190	196	168	178	185	199	201				
189	191	185	185	195	162	174	186	194	198				
186	189	185	189	195	167	172	184	192	195				
190	188	181	189	194	162	170	185	188	197				
189	188	204	205	200	207	185	49	46	41	46	51		
187	188	204	205	198	207	189	48	42	43	51	52		
188	187	207	207	201	209	193	52	43	42	47	50		
186	190	208	206	200	207	191	49	42	37	45	52		
186	183	209	205	79	82	81	86	80	39	38	42	41	44
190	188	208	207	80	78	80	85	88	36	41	41	41	43
		207	205	83	80	82	88	89	37	41	42	40	42
		203	204	82	81	84	89	87	39	41	38	40	44
		204	204	79	84	82	88	86	38	41	43	40	40
		207	205	85	84	85	86	82	36	40	41	43	42
				79	77	80	81	80	33	41	42	41	43
				79	77	81	85	77	34	37	41	41	39
				83	78	79	85	78	32	39	40	42	38
				84	81	77	82	66	33	37	38	41	42

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🎨 LA IMAGEN DIGITAL

- 🎯 En las **imágenes a color**, la resolución espacial y en amplitud está determinada por la información de cada canal

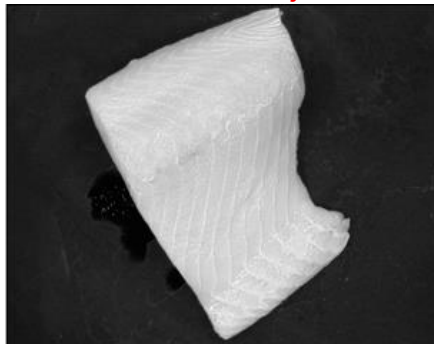
Imagen a Color



24 bits
16'777.216 de Colores

=

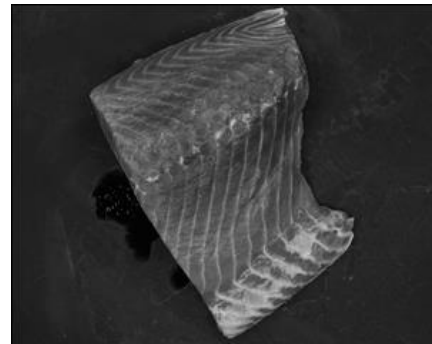
Canal Rojo



8 bits
256 de Colores

+

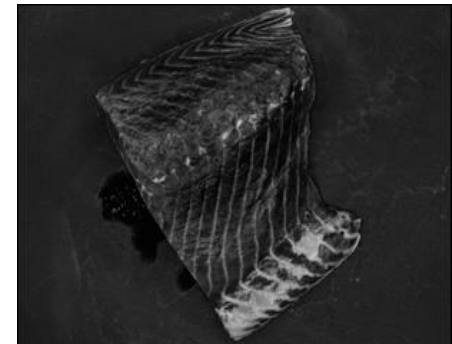
Canal Verde



8 bits
256 de Colores

+

Canal Azul



8 bits
256 de Colores

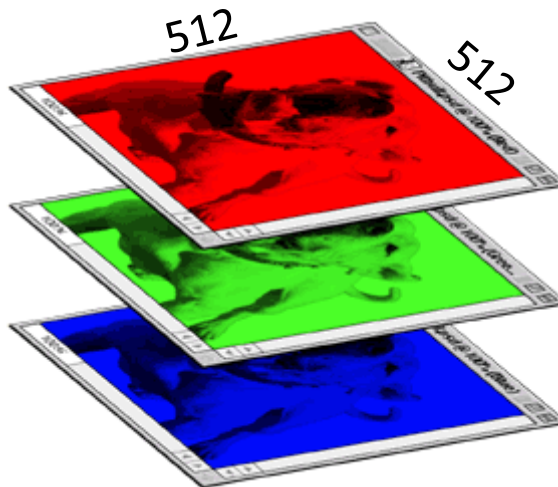
FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

✚ CONSIDERACIONES SOBRE EL ESPACIO QUE OCUPA UNA IMAGEN DIGITAL

- El número de bits b que ocupa una imagen está dado por cuatro factores: la altura N , la anchura M , el número de niveles de gris 2^m y la cantidad de canales de color C :

$$b = N \times M \times m \times C$$

- En el caso de una imagen RGB de 512x512 píxeles, con 256 niveles de gris ($m = 8$) serían necesarios 6.291.456 bits sin compresión, equivalentes a 0.786432 Megabytes.



PREGUNTAS

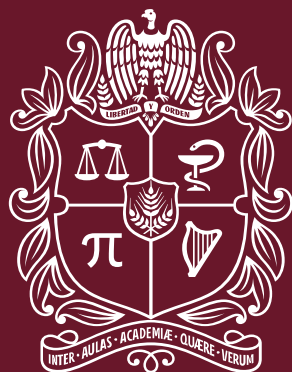


CRÉDITOS A:

DIEGO PATIÑO CORTÉS, MSc.

CARLOS ANDRÉS MERA BANGUERO, Ph.D.

ALBEIRO ESPINOSA BEDOYA, Ph.D.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA