# Visión por Computador

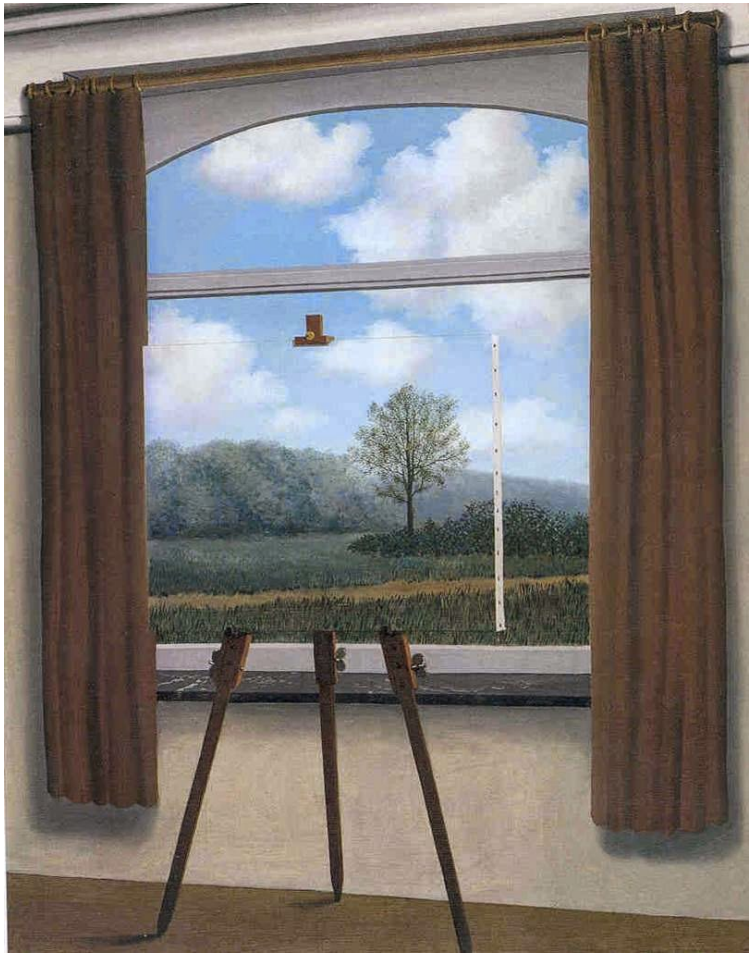
## T2. Adquisición, formación y representación de la imagen

*La reproducción interdite*, René Magritte

EII, GII. *Modesto Castrillón Santana*

# Contenidos

- Imagen
- Cámara digital
- Formación de la imagen



*La condición humana*, R. Magritte

# ¿Qué es una imagen?

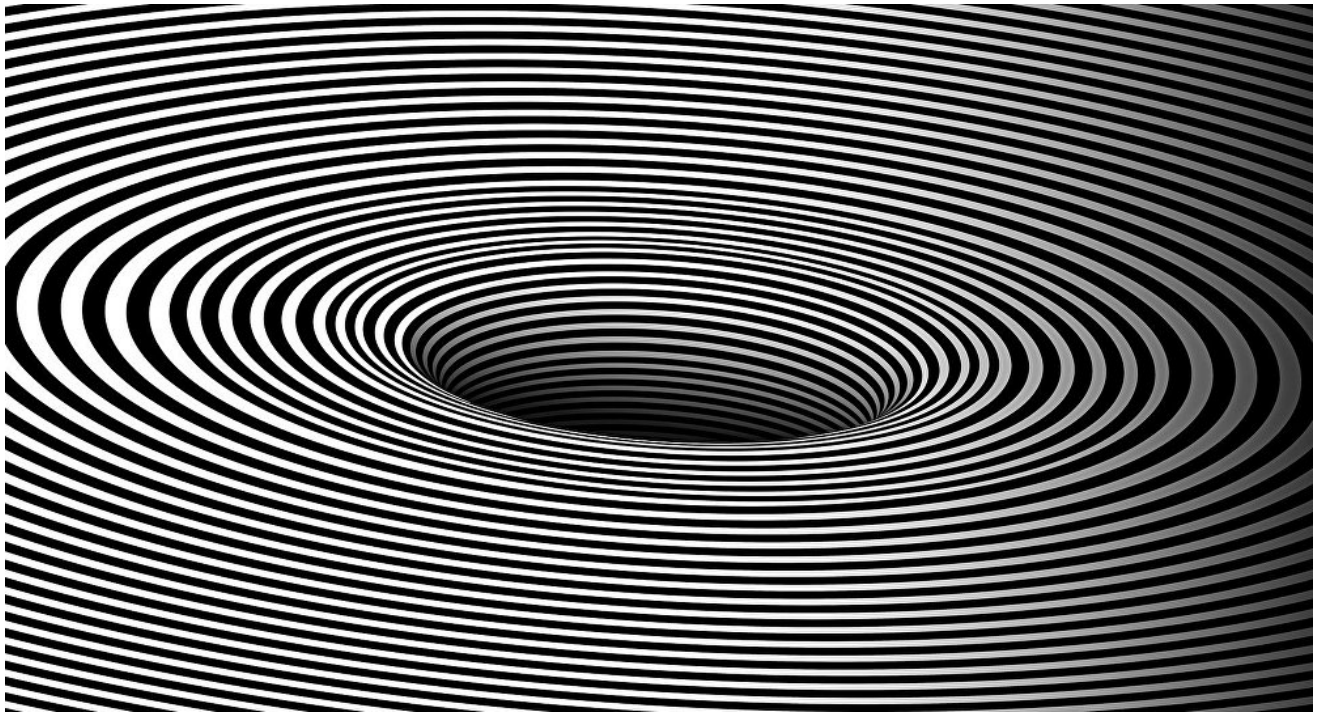
*"La famosa pipa. ¡La gente me ha reprochado muchísimo por ella! Realmente es solo una representación, ¿no es cierto? Escribí en mi pintura 'Esto no es una pipa' ¡Estaba mintiendo!"*

*R. Magritte*

# ¿Qué es una imagen?

# ¿Qué es una imagen?

¿Plana?



# ¿Qué es una imagen?

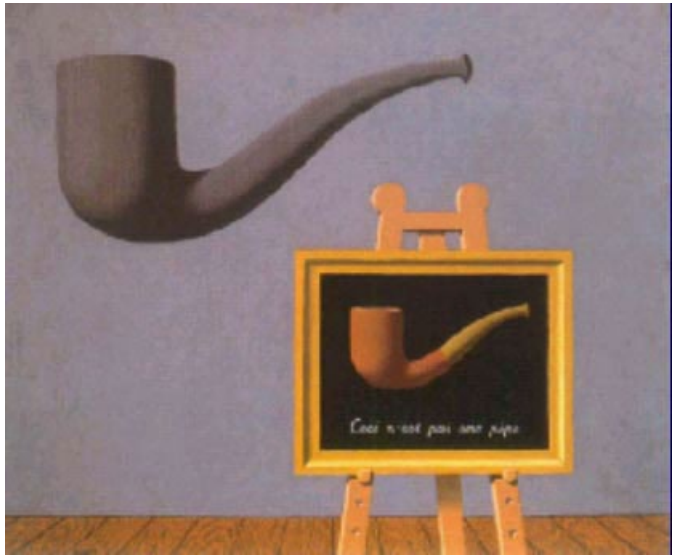
Una imagen es una elección, un juicio que utiliza un proceso de selección y omisión. El mito del ojo inocente es una ilusión.

E. Gombrich

# ¿Qué es una imagen?

Dualidad:

- Objeto plano
- Representación realidad 3D

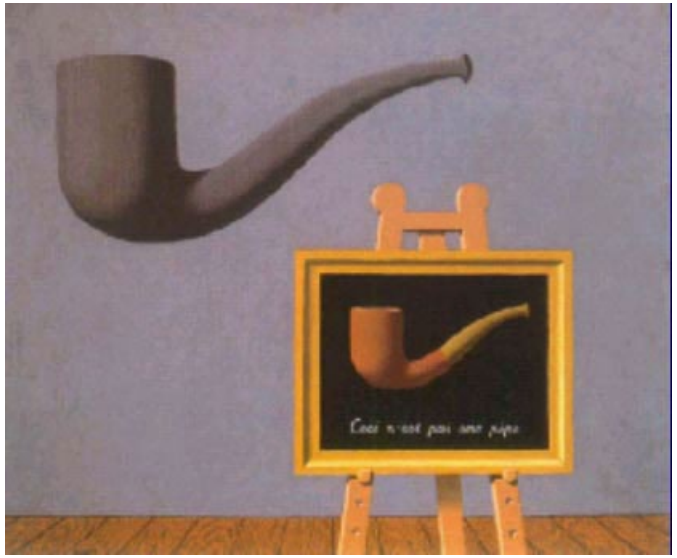



*Los dos misterios*, R. Magritte

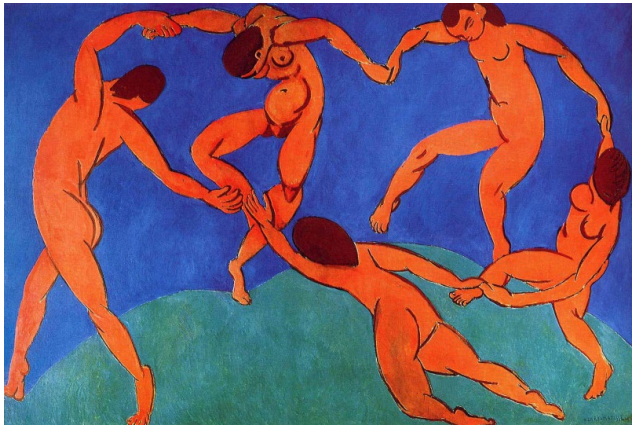
# ¿Qué es una imagen?

Dualidad:

- Objeto plano
- Representación realidad 3D



*Los dos misterios*, R. Magritte



*La danza*, Henri Matisse

- *El brazo de la mujer es demasiado largo*
- *Se equivoca usted señora, no es una mujer, es una pintura*

H. Matisse

# ¿Qué es una imagen?

Imagen como representación de la realidad

El creador *juega* con el sistema visual humano, con su intención, con el contexto, con su selección de elementos de interés.

# ¿Qué es una imagen?

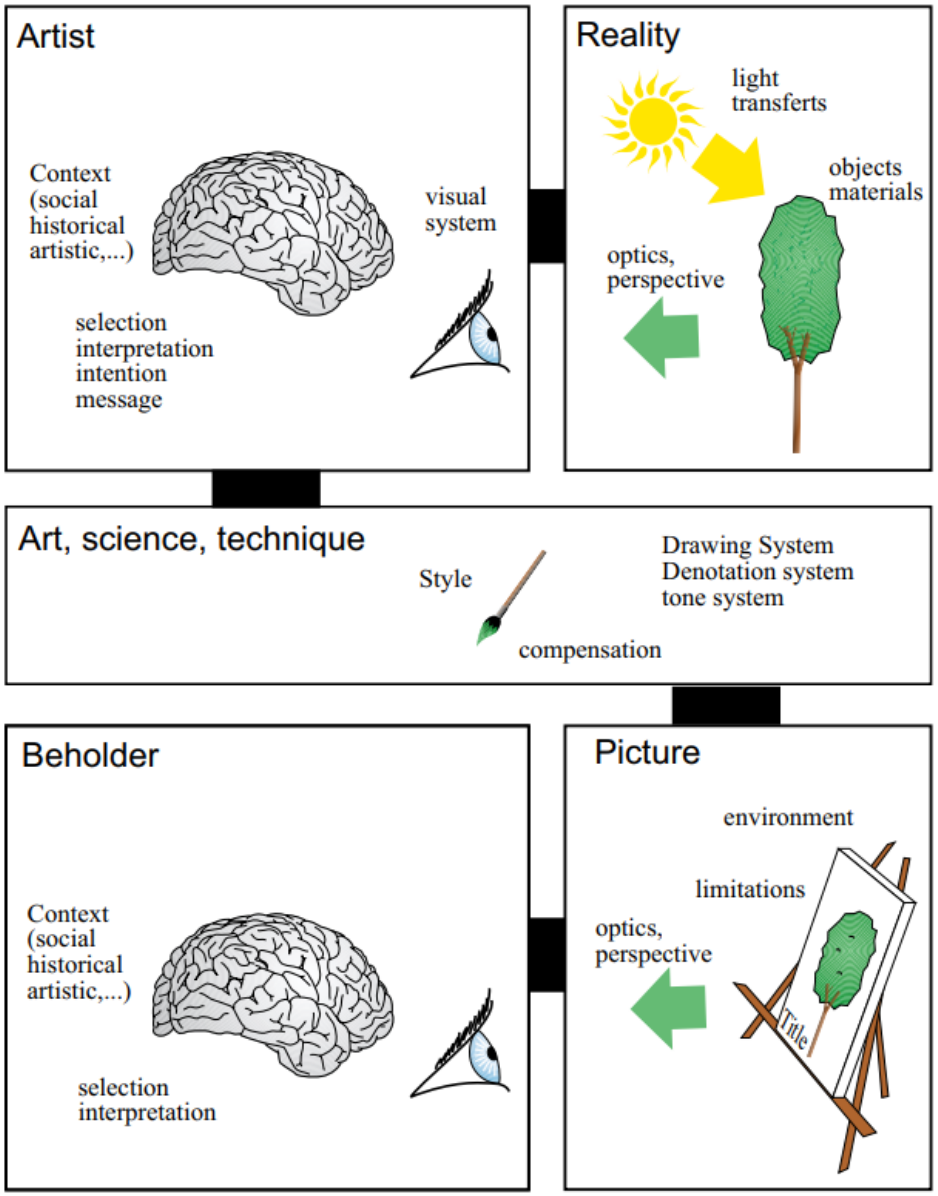
Imagen como representación de la realidad

El creador *juega* con el sistema visual humano, con su intención, con el contexto, con su selección de elementos de interés.

¿Pose confortable?

*La fuente*, Jean-Auguste-Dominique Ingres, 1856

# ¿Qué es una imagen?




Fredo Durand

# ¿Qué es una imagen?

Imagen plana, finita, caracterizada por el contexto, y percibida

Diferentes observadores, diferentes interpretaciones

*El mundo de Cristina*, Andrew Wyeth

*Guernica*, Pablo Picasso

# ¿Qué es una imagen?

## ¿2D o 3D?

# ¿Qué es una imagen?

¿Tecnologías para producir imágenes?

# ¿Qué es una imagen?

¿Tecnologías para producir imágenes?

Pintura y fotografía (psicología vs. geometría)

*Vocazione di San Matteo*, Caravaggio, 1601

***The Terror of War*, Nick Ut, 1972**

Imagen

Detalle de *La invención del dibujo*, Karl Friedrich, 1830

Imagen

# Imagen

# Imagen

# Imagen

# Imagen

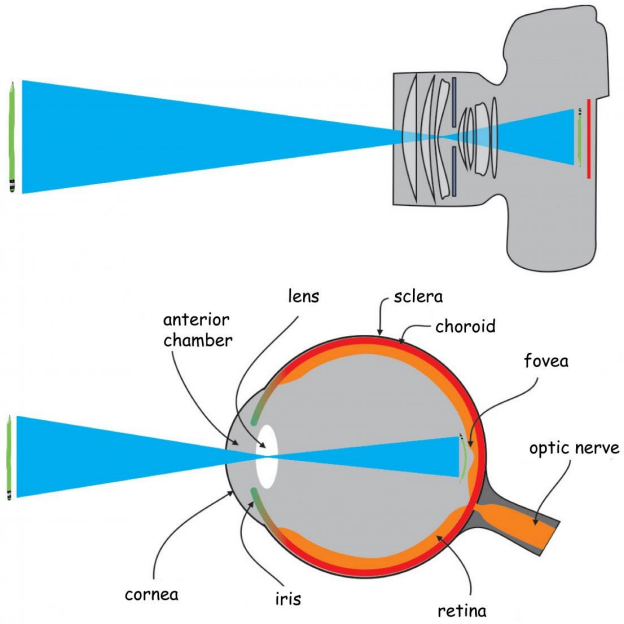
Imagen

# Imagen digital

La cámara *sustituye* al ojo

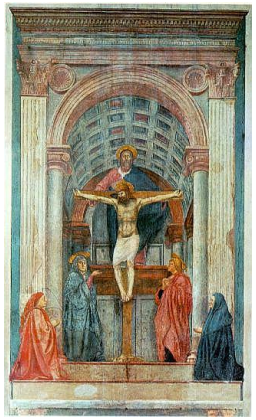
Cámara digital:

- Conos y bastones → CCD o CMOS
- Células ganglionares → Bancos de filtros



# Imagen digital

Medio repetible, portable y reproducible
Donde esté el medio digital estará la imagen
Era post-fotografía
*Promptografía, promptógrafo*



# Imagen digital

## Promptografía

FREEP!K

# Imagen digital

Píxeles

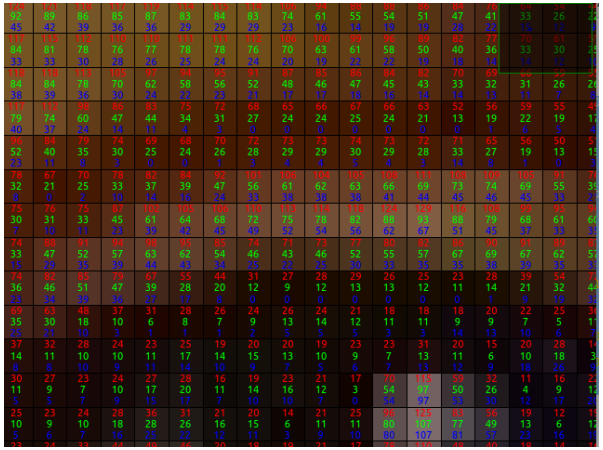
# Imagen digital

Píxeles
Rejilla rectangular

# Imagen digital

Píxeles

Rejilla rectangular

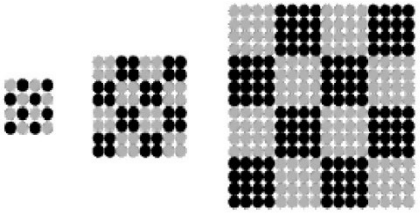


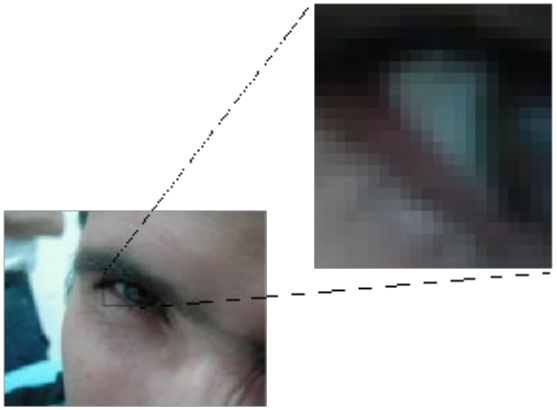
# Imagen digital

El píxel, *picture element*

*"Un píxel es una muestra puntual, es decir, el valor de algo continuo en un punto (con dimensión cero). Si simplemente esto fuera entendido, podríamos evitar para siempre el error de considerar un píxel como un pequeño cuadrado."*

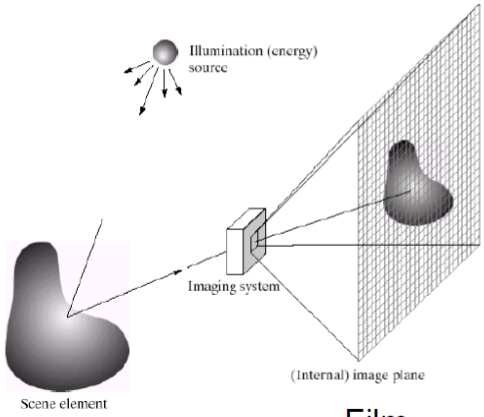
**Alvy Ray Smith (creador de Paint)**



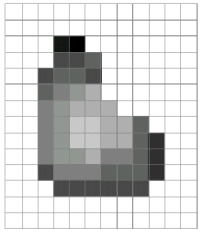


# Imagen digital

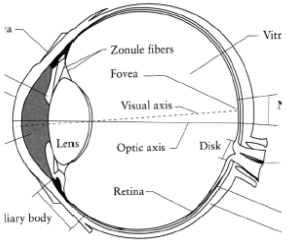
Imagen como función intensidad de la luz
*f(x,y)* proporcional al brillo/energía, *x* e *y* coordenadas
Número de posiciones finitas
Tercera componente *t* (tiempo): vídeo
Almacenamiento no analógico sino digital
Discretización señal analógica captada por el sensor
Proyección 2D de escena 3D
Frustum




Film



Digital Camera

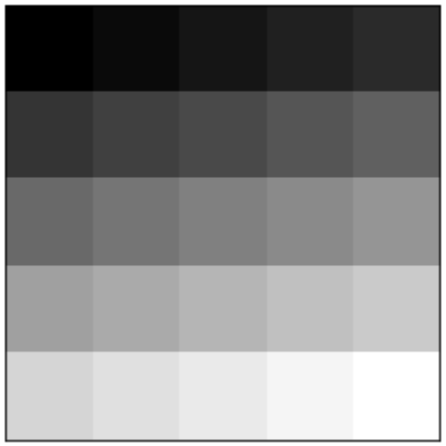



The Eye

James Hays

# Imagen digital

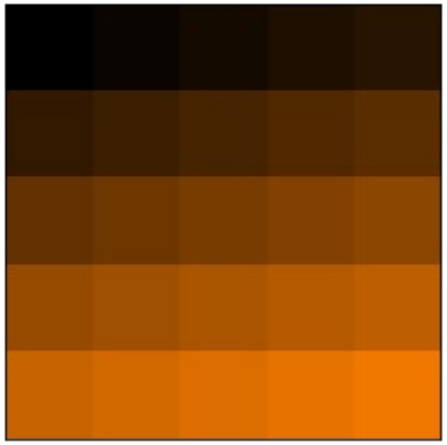
## Imagen digital: píxeles



```
#Crea una imagen 5x5 con un plano
sz = 5
img = np.zeros((sz, sz,1), dtype = np.uint8)

#Asignamos valores en crecimiento
for y in range(0, sz):
    for x in range(0, sz):
        img[y,x] = (y*sz+x)*10

#Zoom x5 sin interpolación
up_img = np.repeat(np.repeat(img, sz, axis=0), sz, axis=1)

#Muestra la imagen
plt.imshow(up_img, cmap='gray')
```

# Imagen digital

## Imagen digital: píxeles



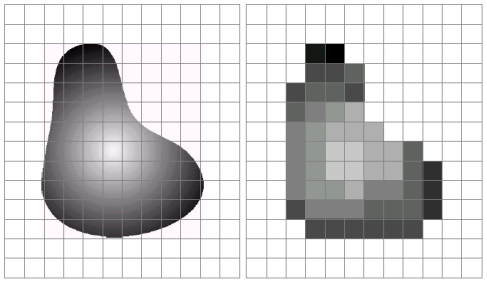
```
#Crea una imagen 5x5 con tres planos
sz = 5
img = np.zeros((sz, sz,3), dtype = np.uint8)

#Asignamos valores en crecimiento
for y in range(0, sz):
    for x in range(0, sz):
        img[y,x,0] = (y*sz+x)*10
        img[y,x,1] = (y*sz+x)*5
        img[y,x,2] = (y*sz+x)*3


#Zoom x5 sin interpolación
up_img = np.repeat(np.repeat(img, sz, axis=0), sz, axis=1)

#Muestra la imagen
plt.imshow(up_img)
```

# Imagen digital

Almacenar en memoria requiere discretizar:

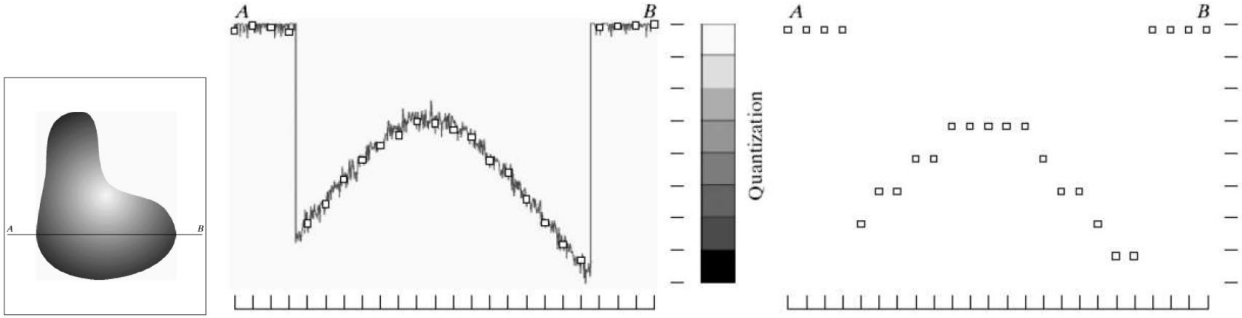
- Muestreo espacial (2D), lo normal equiespaciado (frecuencia)
- Cuantizar, obtiene valores numéricos (enteros)

Facilita tratamiento



a b

**FIGURE 2.17** (a) Continuos image projected onto a sensor array. (b) Result of image sampling and quantization.

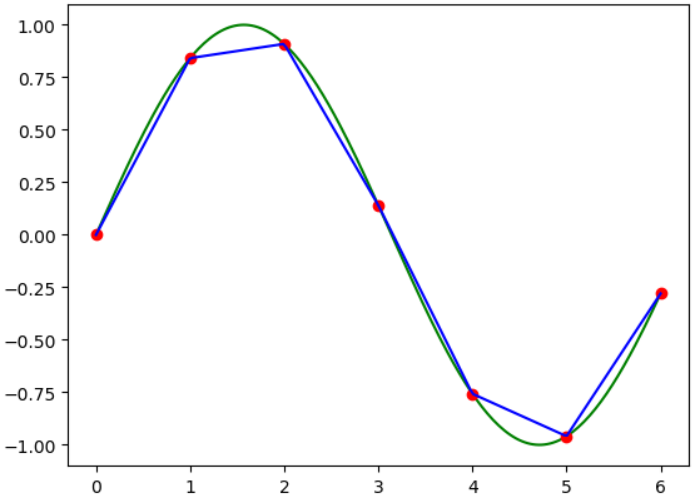


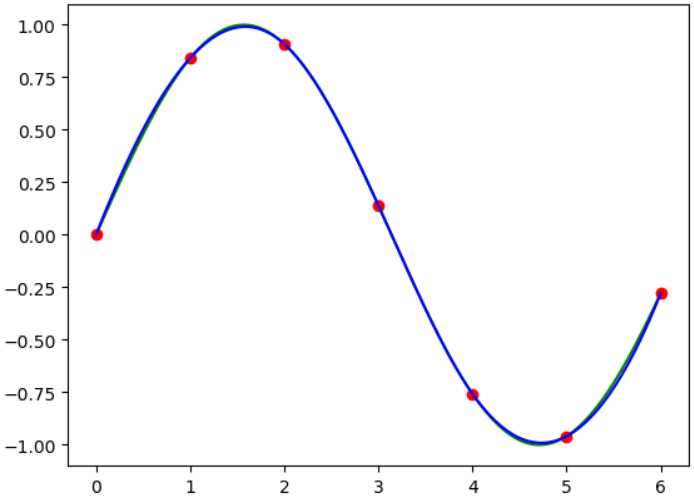

James Hays

# Imagen digital

Discretizar pierde información
Impide recuperar señal original
Un sistema digital se considera muy preciso ¿por qué?

Interpolar permite aproximar



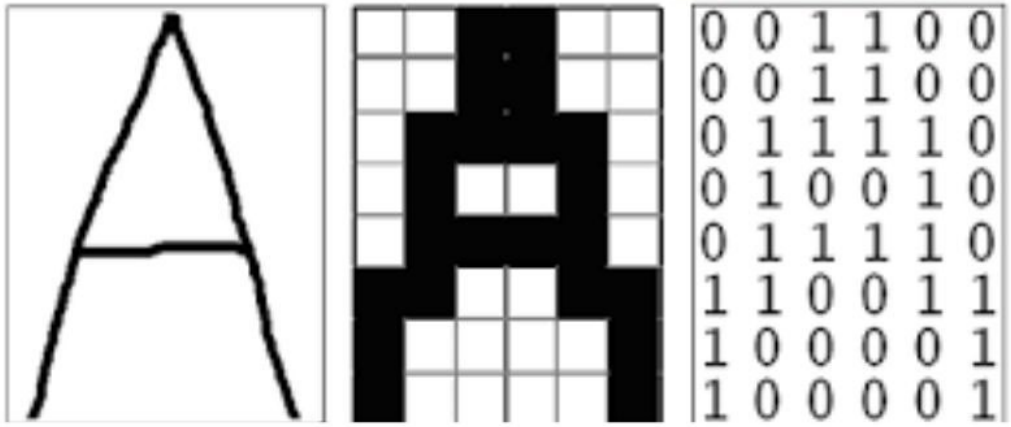




Rein van den Boomgaard

# Imagen digital

Calidad imagen digital:

- resolución (número de píxeles de la imagen)
- número de bits por píxel



# Imagen digital

Resolución

Mismo tamaño, distinta resolución de partida

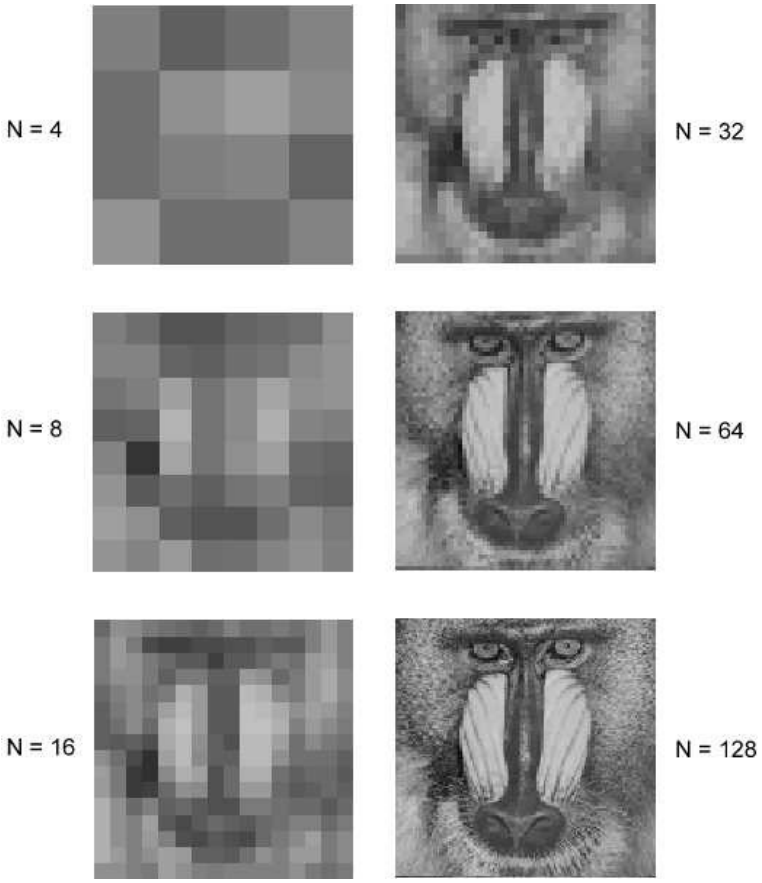
# Imagen digital

Profundidad del píxel
Digital versus analógico (RGB o 24 bits, 6, 4 y 3 bits)
Número de valores diferentes por píxel

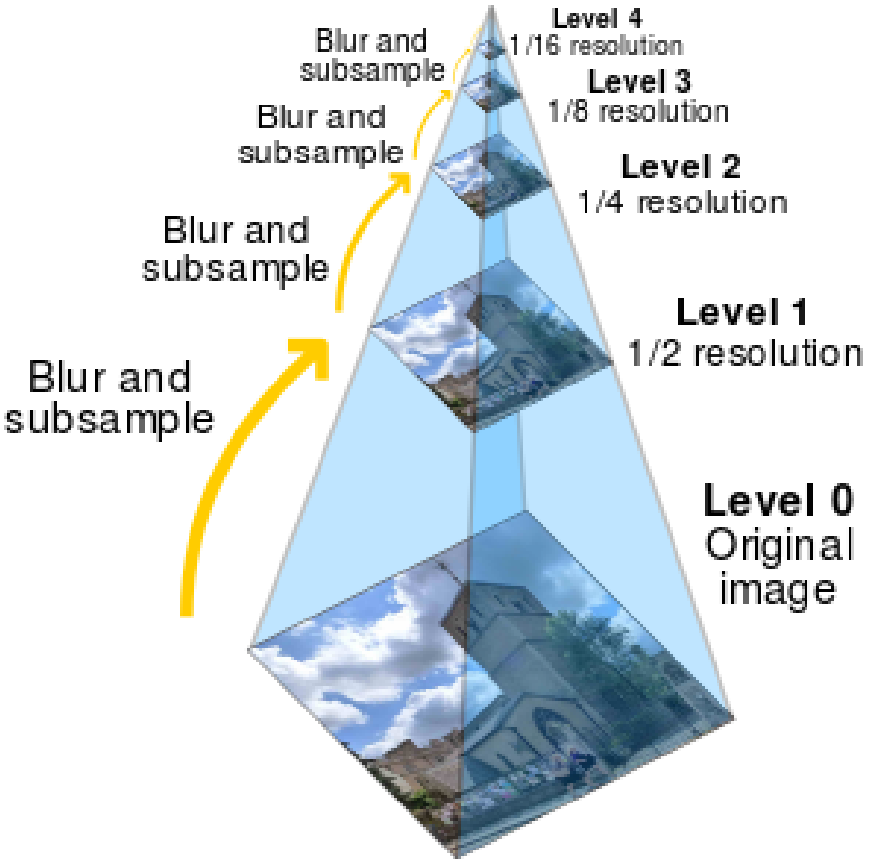
# Imagen digital

*Aliasing*

Bajar la escala en un factor x2




Max Mignotte

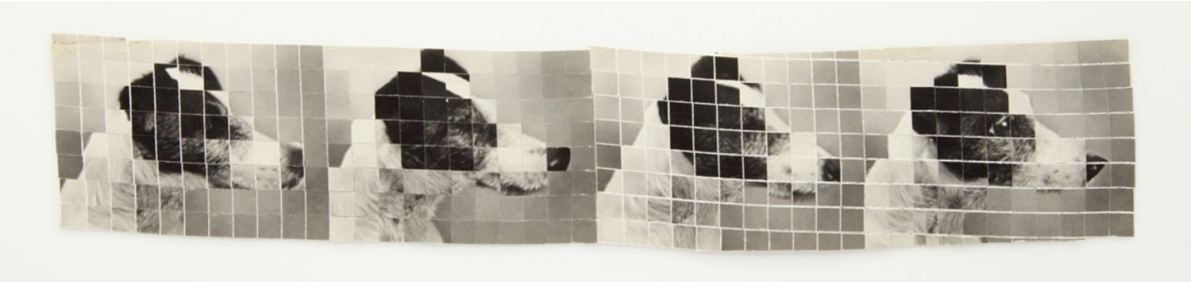



Srinath Sridhar

# Imagen digital

*Aliasing*

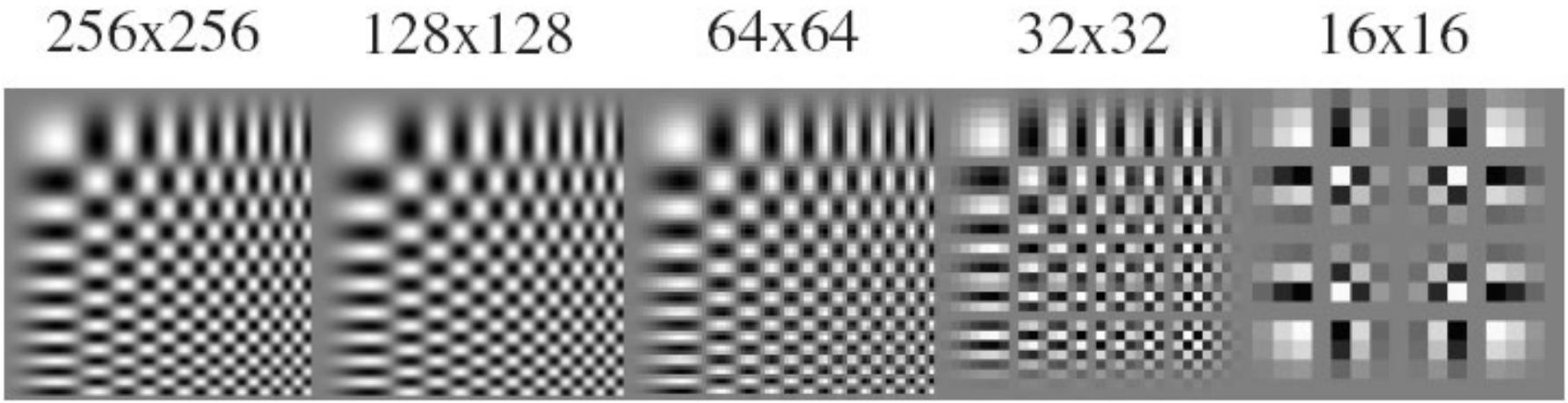
Bajar la escala en un factor x2



Kensuke Koike

# Imagen digital

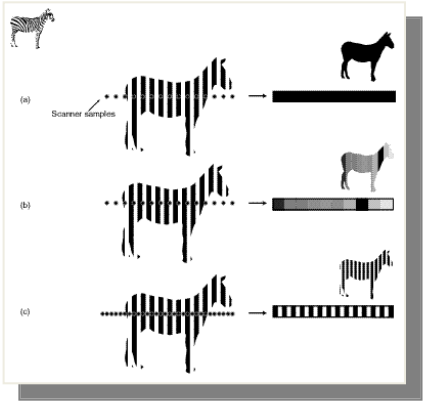
## *Aliasing* espacial y muestreo

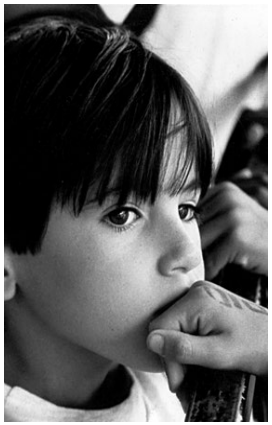


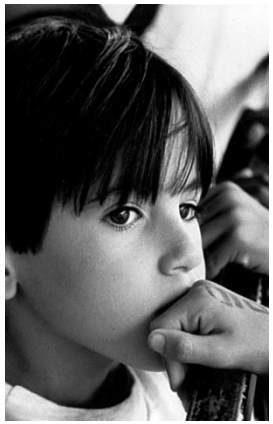

Srinath Sridhar

# Imagen digital

*Aliasing* espacial y muestreo
Dos veces la resolución del medio utilizado para reproducir
Mayor resolución, mayor tamaño
Mayor resolución puede no aportar calidad







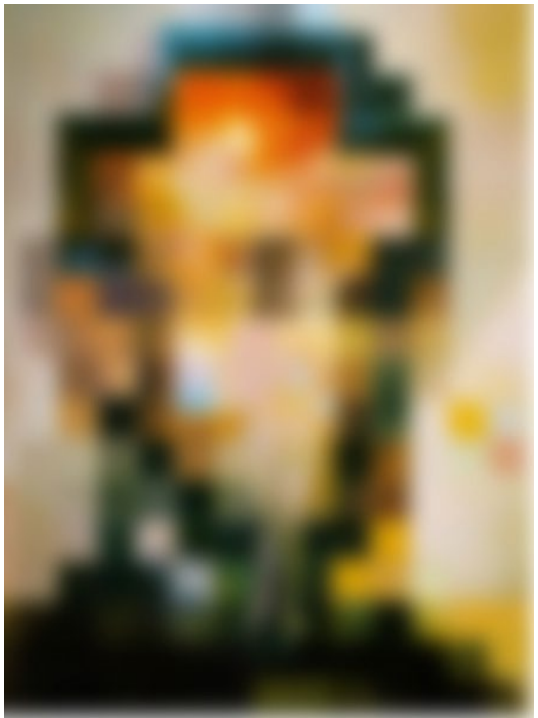
# Imagen digital

*Aliasing* espacial

Mayor frecuencia de muestreo

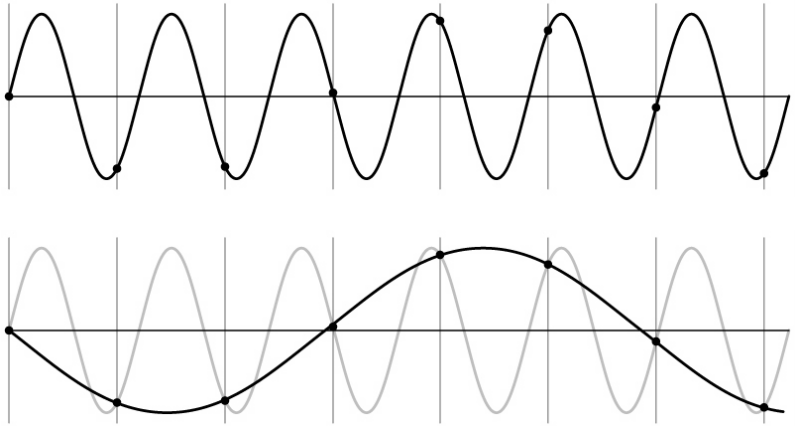
Filtrados paso banda

Elimina frecuencias > ½ la frecuencia de muestreo



# Imagen digital

*Aliasing* temporal y muestreo
En *t*
Señales indistinguibles

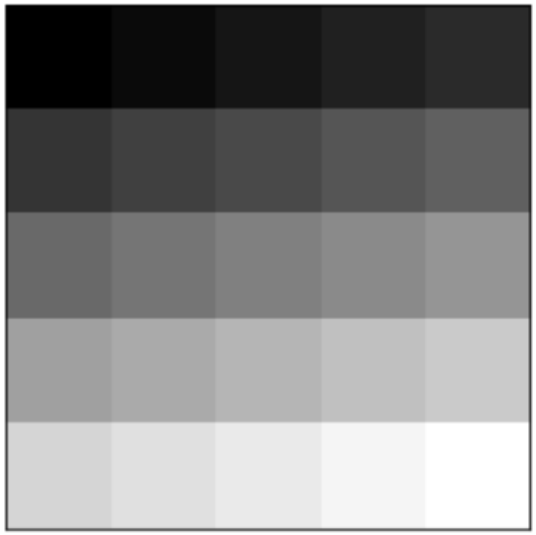


S. Marschner

# Imagen digital

Matriz numérica bidimensional
Grises, un valor por píxel (0,255)
8 bits por píxel, $2^8$=256 valores

```
[[  0  10  20  30  40]
 [ 50  60  70  80  90]
 [100 110 120 130 140]
 [150 160 170 180 190]
 [200 210 220 230 240]]
```



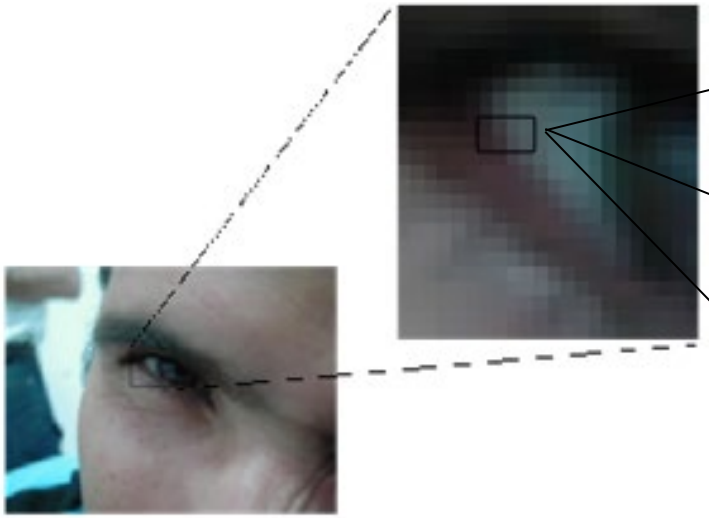
# Imagen digital

Ancho y alto (resolución) del sensor
Imagen 256x256, 65536 píxeles
$256^{65536}$ combinaciones posibles
VC, espacio de muy alta dimensión

| x = | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| y = | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | 210 | 209 | 204 | 202 | 197 | 247 | 143 | 71 | 64 | 80 | 84 | 54 | 54 | 57 | 58 |
| 42 | 206 | 196 | 203 | 197 | 195 | 210 | 207 | 56 | 63 | 58 | 53 | 53 | 61 | 62 | 51 |
| 43 | 201 | 207 | 192 | 201 | 198 | 213 | 156 | 69 | 65 | 57 | 55 | 52 | 53 | 60 | 50 |
| 44 | 216 | 206 | 211 | 193 | 202 | 207 | 208 | 57 | 69 | 60 | 55 | 77 | 49 | 62 | 61 |
| 45 | 221 | 206 | 211 | 194 | 196 | 197 | 220 | 56 | 63 | 60 | 55 | 46 | 97 | 58 | 106 |
| 46 | 209 | 214 | 224 | 199 | 194 | 193 | 204 | 173 | 64 | 60 | 59 | 51 | 62 | 56 | 48 |
| 47 | 204 | 212 | 213 | 208 | 191 | 190 | 191 | 214 | 60 | 62 | 66 | 76 | 51 | 49 | 55 |
| 48 | 214 | 215 | 215 | 207 | 208 | 180 | 172 | 188 | 69 | 72 | 55 | 49 | 56 | 52 | 56 |
| 49 | 209 | 205 | 214 | 205 | 204 | 196 | 187 | 196 | 86 | 62 | 66 | 87 | 57 | 60 | 48 |
| 50 | 208 | 209 | 205 | 203 | 202 | 186 | 174 | 185 | 149 | 71 | 63 | 55 | 55 | 45 | 56 |
| 51 | 207 | 210 | 211 | 199 | 217 | 194 | 183 | 177 | 209 | 90 | 62 | 64 | 52 | 93 | 52 |
| 52 | 208 | 205 | 209 | 209 | 197 | 194 | 183 | 187 | 187 | 239 | 58 | 68 | 61 | 51 | 56 |
| 53 | 204 | 206 | 203 | 209 | 195 | 203 | 188 | 185 | 183 | 221 | 75 | 61 | 58 | 60 | 60 |
| 54 | 200 | 203 | 199 | 236 | 188 | 197 | 183 | 190 | 183 | 196 | 122 | 63 | 58 | 64 | 66 |
| 55 | 205 | 210 | 202 | 203 | 199 | 197 | 196 | 181 | 173 | 186 | 105 | 62 | 57 | 64 | 63 |

## Imagen digital

Color, tres matrices/planos
Tres valores por píxel
24 bits por píxel, $2^{24}$=65536 valores
RGB u otros espacios (HSV)
Imagen 256x256
$65536^{65536}$ combinaciones posibles
Aún mayor dimensión



**R**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 44 | 57 | 72 | 77 |
| 50 | 56 | 72 | 78 |

**G**

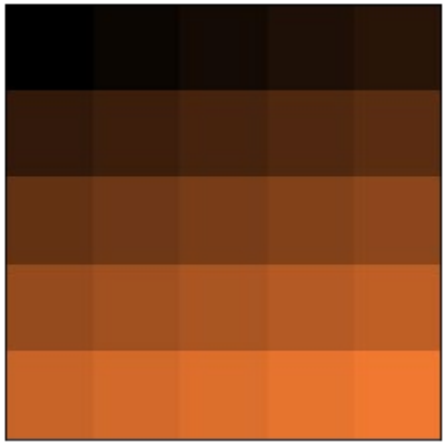
| | | | |
|---|---|---|---|
| 37 | 59 | 81 | 93 |
| 38 | 50 | 74 | 89 |

**B**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 40 | 62 | 85 | 97 |
| 42 | 55 | 79 | 94 |

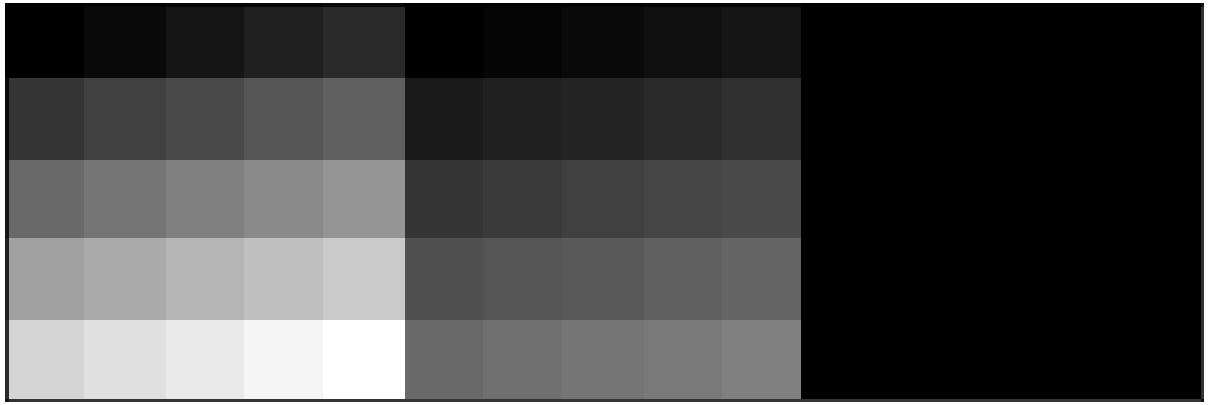
# Imagen digital

## Color



```
[[  0  10  20  30  40]
 [ 50  60  70  80  90]
 [100 110 120 130 140]
 [150 160 170 180 190]
 [200 210 220 230 240]]
[[  0   5  10  15  20]
 [ 25  30  35  40  45]
 [ 50  55  60  65  70]
 [ 75  80  85  90  95]
 [100 105 110 115 120]]
[[ 0  2  4  6  8]
 [10 12 14 16 18]
 [20 22 24 26 28]
 [30 32 34 36 38]
 [40 42 44 46 48]]
```

## Planos de color

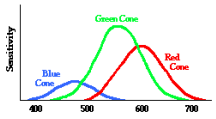


# Imagen digital

## Color a niveles de gris

- Promedio

$$gris = \frac{R + G + B}{3}$$

- Estándar BT.601

$$gris = 0.299 * \mathrm{R} + 0.587 * \mathrm{G} + 0.114 * \mathrm{B}$$