

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 ...

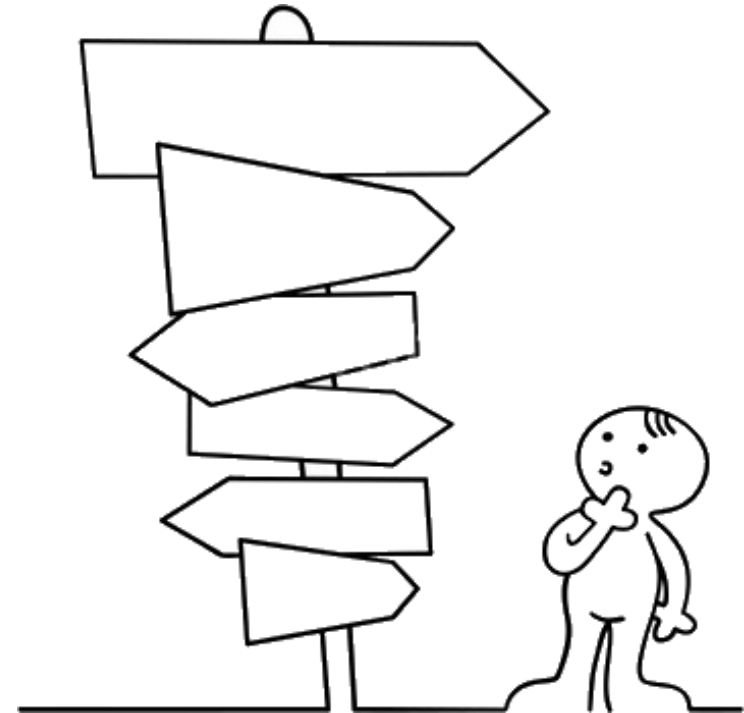
✈ FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🌀 Procesamiento Básico de Imágenes Digitales

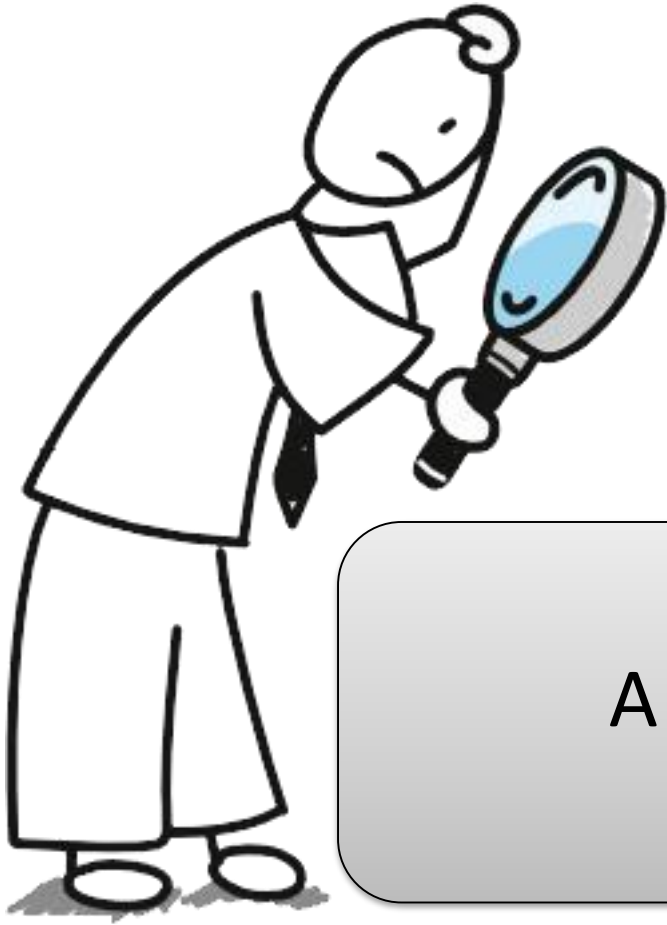
🌀 Introducción al pre-procesamiento de imágenes

🌀 Operaciones Elementales con Píxeles:

- ✓ Operadores Unarios
- ✓ Transformaciones del Histograma
- ✓ Operadores Binarios

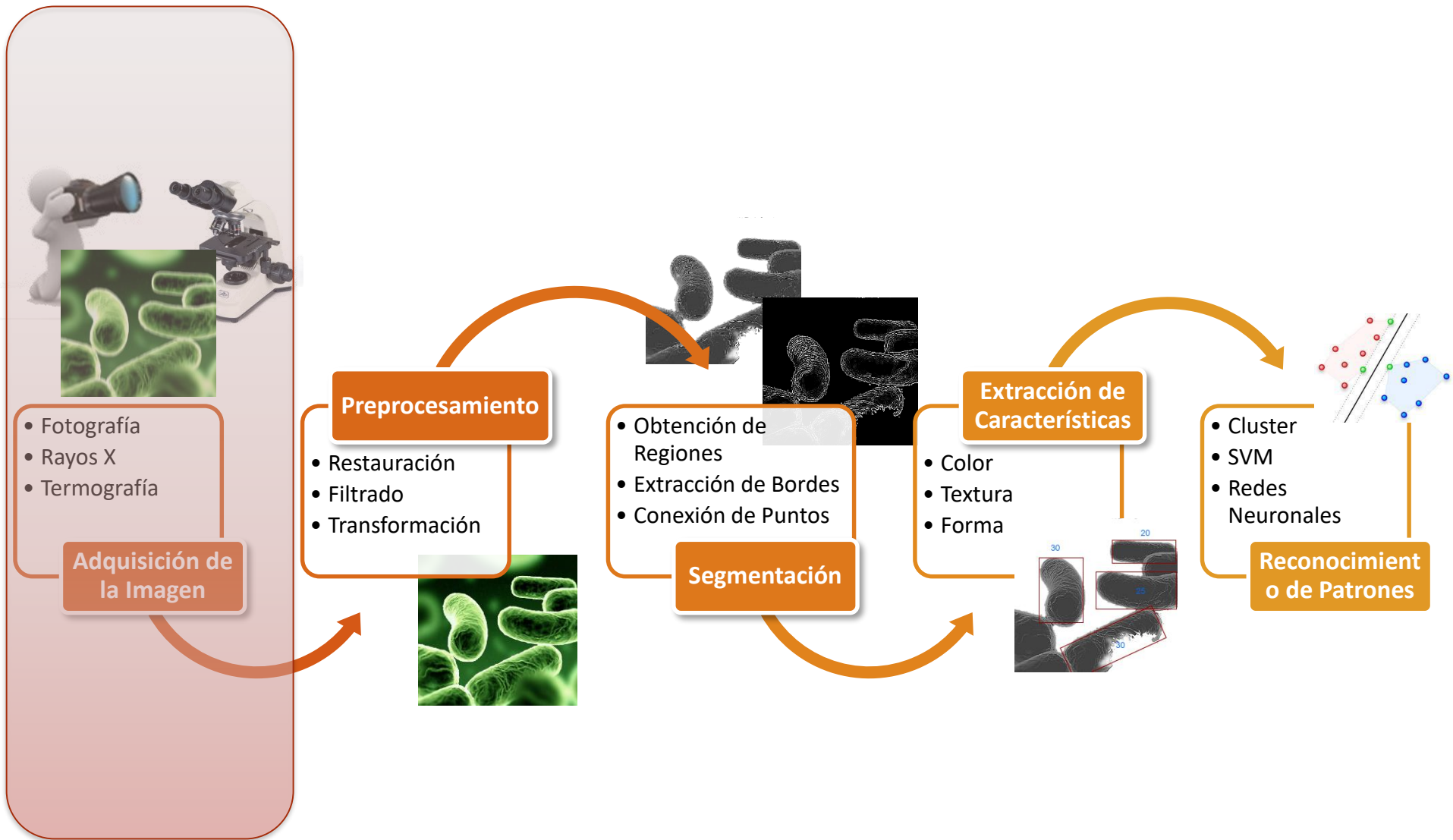


FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES



A MODO DE RESUMEN ...

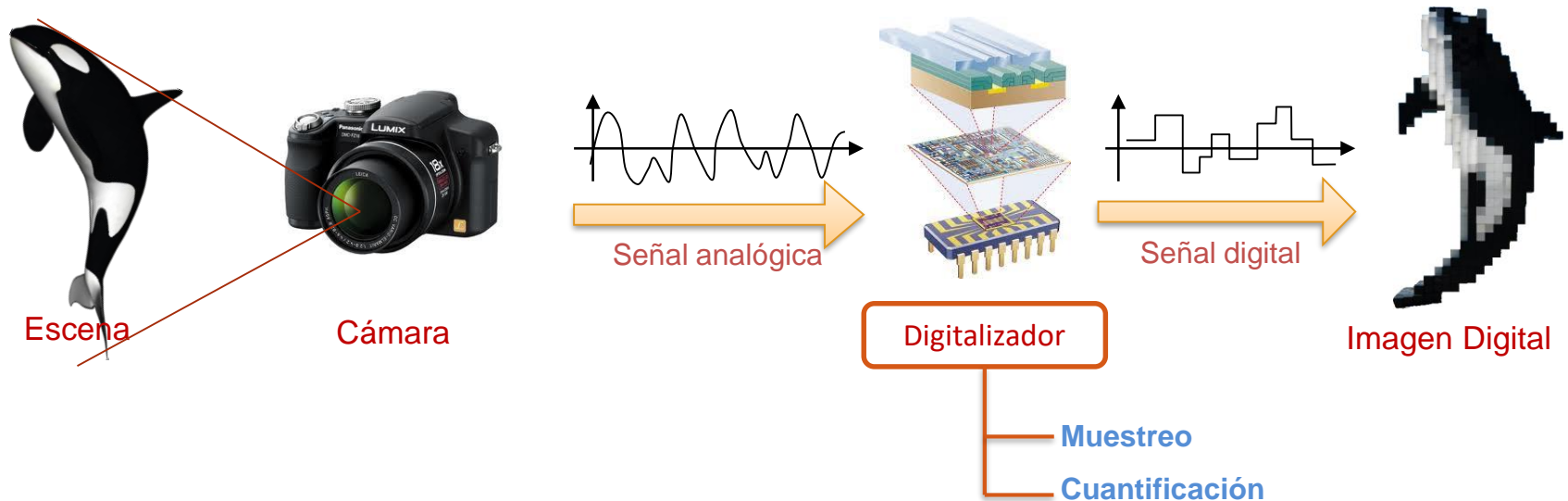
ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 SENSORES Y DISPOSITIVOS DE CAPTURA

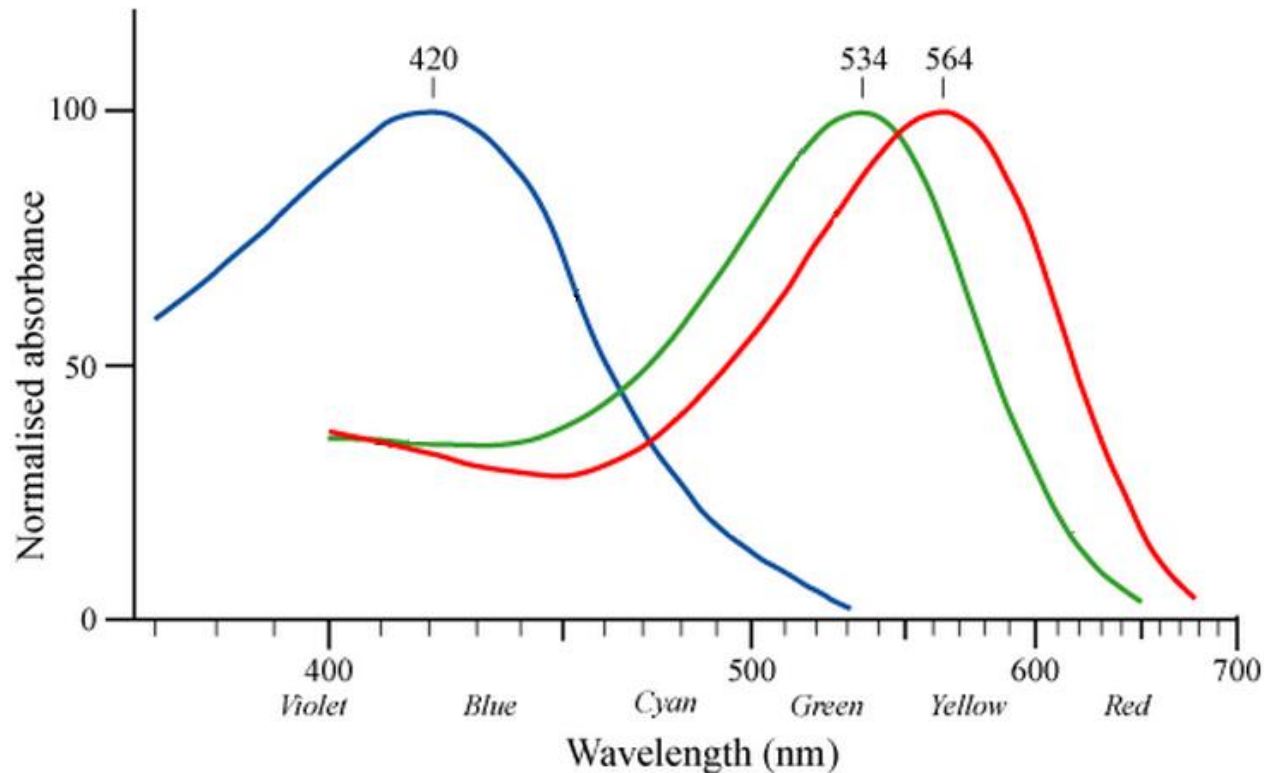
- 🌀 El Proceso de Adquisición de Imágenes se realiza a través de **sensores** que capturan la información de las ondas en algún rango del **espectro electromagnético** produciendo una señal analógica que más adelante es digitalizada a través de dos procesos denominados **muestreo** y **cuantificación**.



FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

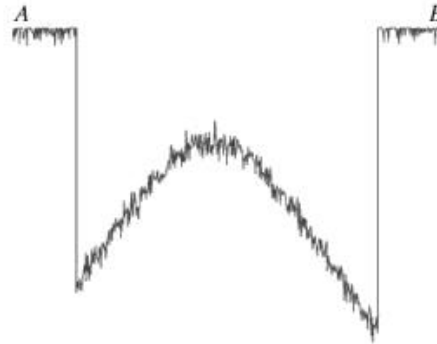
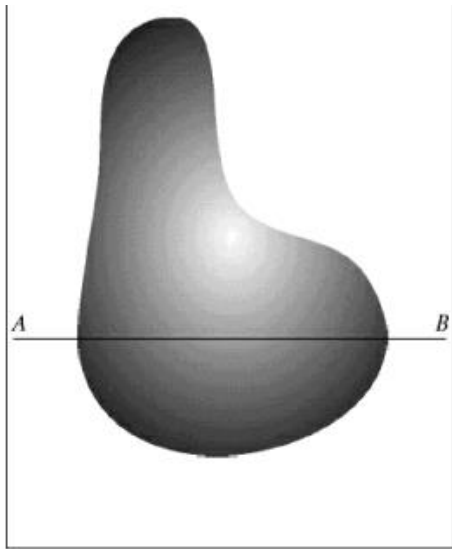
🦋 EL COLOR: EL TRIESTIMULO DE LA PERCEPCIÓN DEL COLOR

- 👁 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.



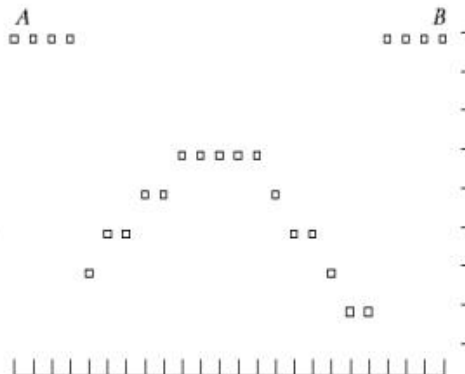
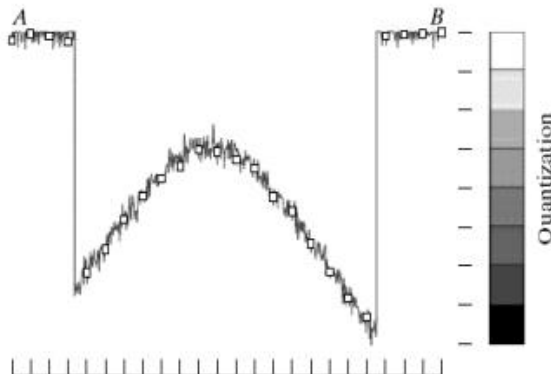
FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🦋 MUESTREO Y CUANTIFICACIÓN



1. El sensor captura “línea a línea” la longitud de onda del espectro y la convierte en una **señal eléctrica continua**

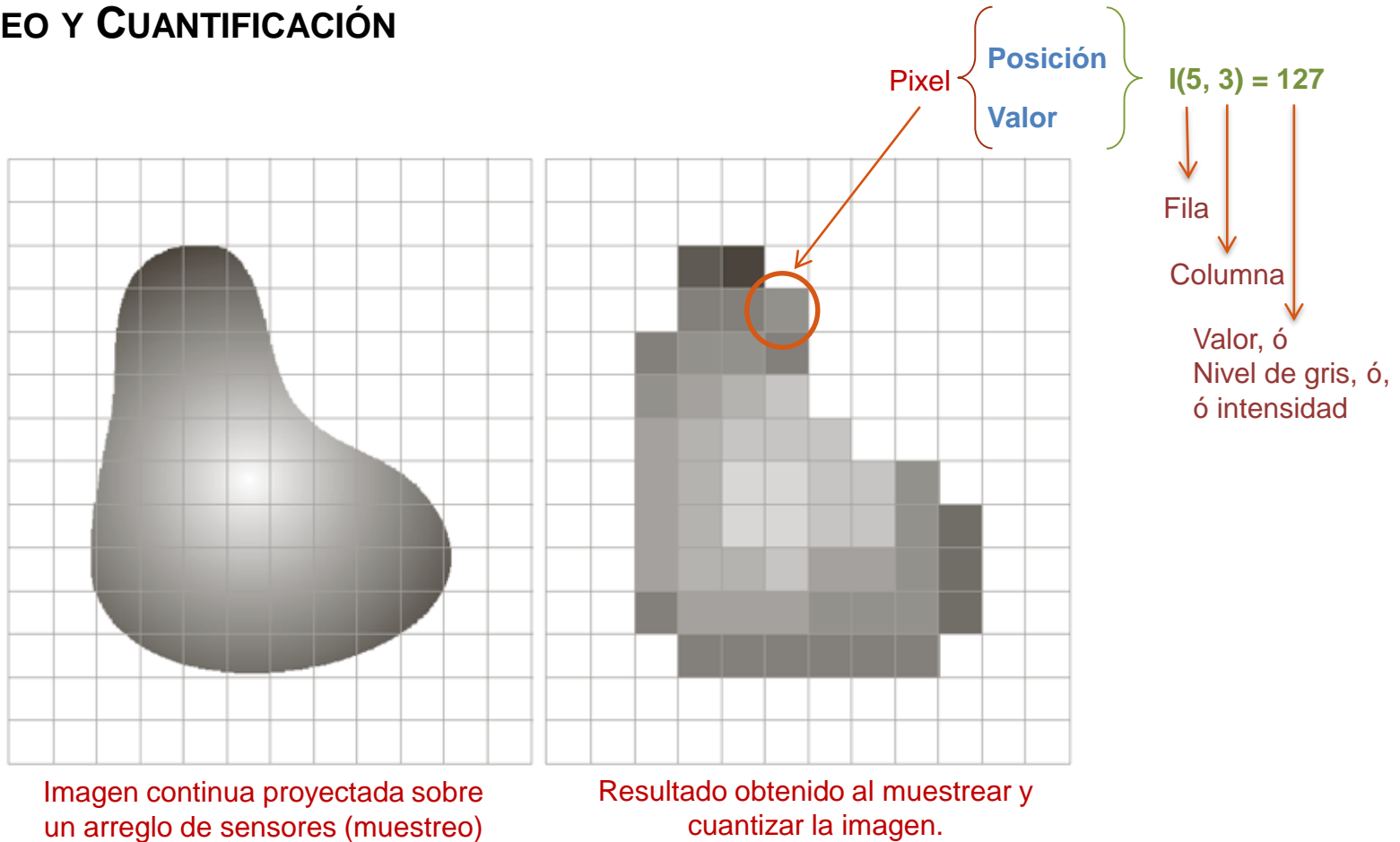
2. Se realiza el proceso de **muestreo** que consiste en la medición a intervalos (discretización) respecto de alguna variable (determina el número de píxeles por línea).



3. Después se realiza el proceso de **cuantificación** que consiste en la discretización de los valores de la señal (asignación de “colores”)

FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🌟 MUESTREO Y CUANTIFICACIÓN

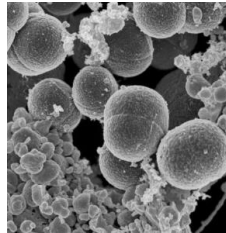
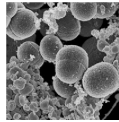
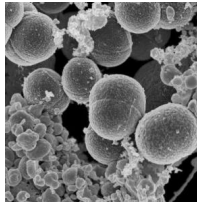


•Nota: El origen de coordenadas en procesamiento de imágenes se localiza comunmente en la esquina superior izquierda

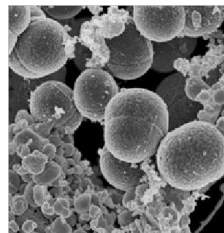
FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

🚀 MUESTREO Y CUANTIFICACIÓN

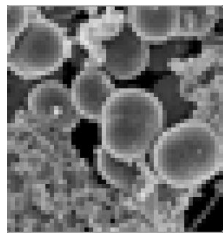
- El muestreo determina la **resolución espacial** (el número de píxeles de la imagen) y la cuantificación determina la **resolución en amplitud**.



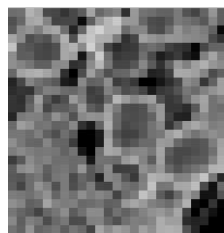
400x208 px



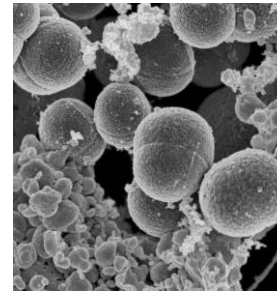
200x208 px



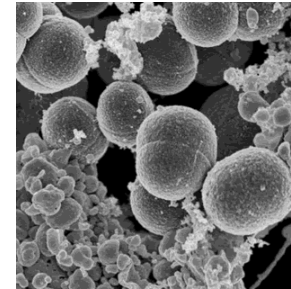
100x104 px



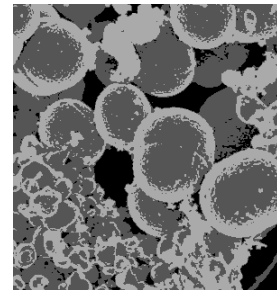
50x52 px



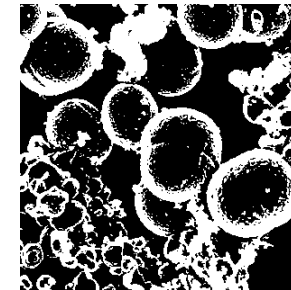
6 bits (64 niveles)



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)



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

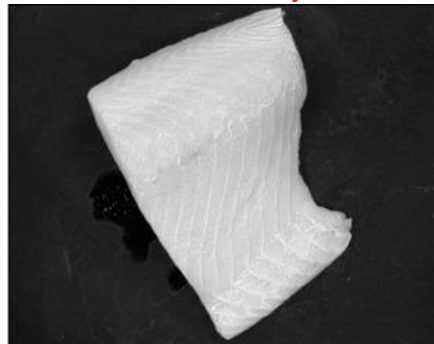
Imagen a Color



24 bits
16'777.216 de Colores

=

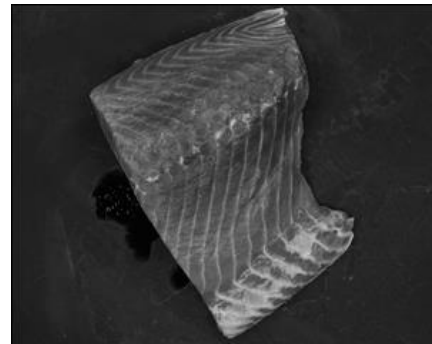
Canal Rojo



8 bits
256 de Colores

+

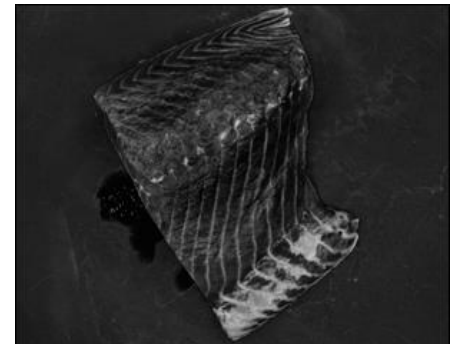
Canal Verde



8 bits
256 de Colores

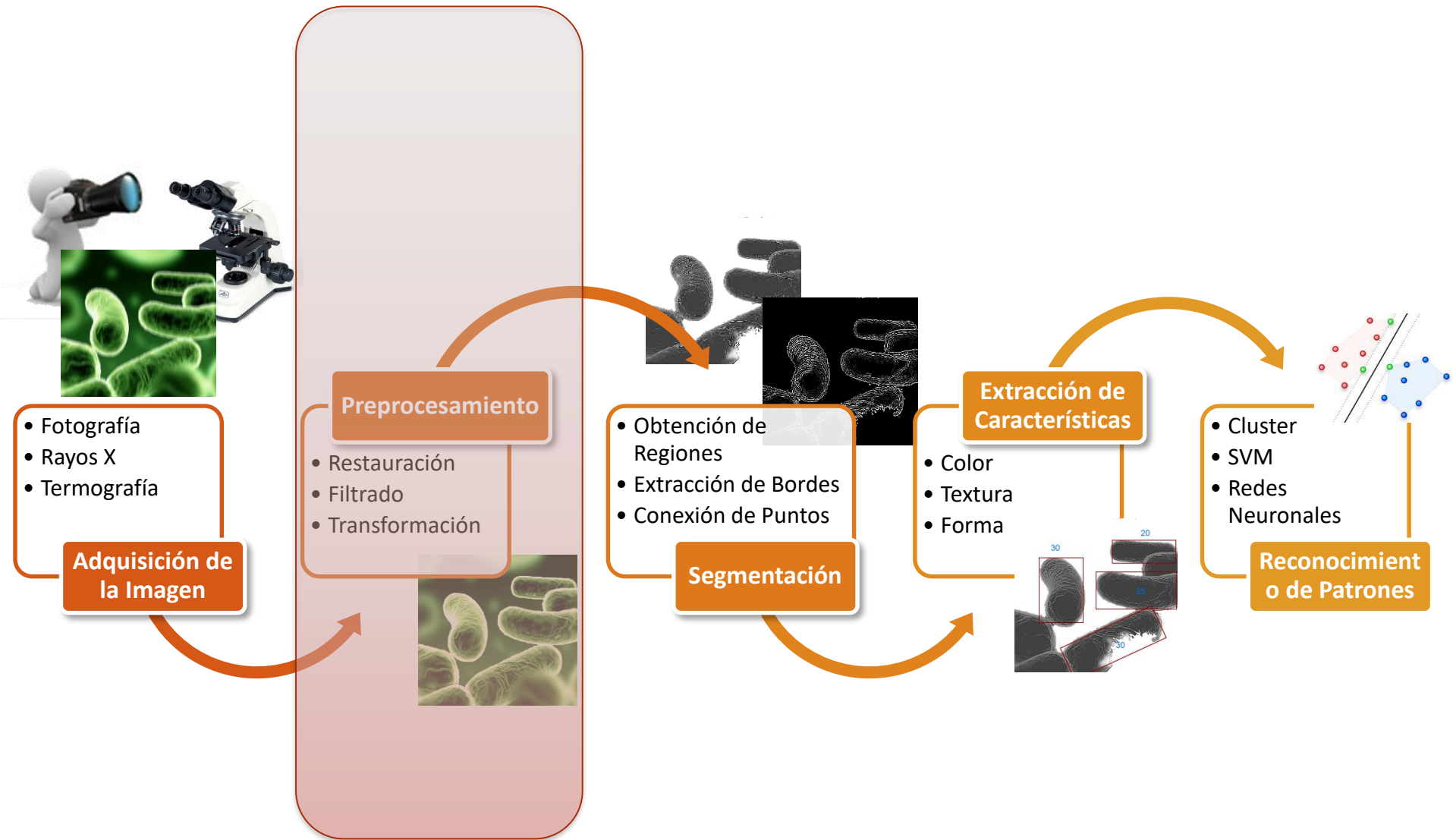
+

Canal Azul



8 bits
256 de Colores

ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🏆 EL PREPROCESAMIENTO

- 🎯 El objetivo del preprocesamiento es **mejorar la calidad** y/o la apariencia de la imagen original para su análisis e interpretación.



- 🌀 Se resaltan ciertas características de la imagen (bordes, contraste, ...) y se ocultan o eliminan otras (por ejemplo, el ruido)
- 🌀 El preprocesamiento es una etapa previa que es necesaria para otras fases posteriores del proceso de visión artificial (segmentación, extracción de características, reconocimiento e interpretación).

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

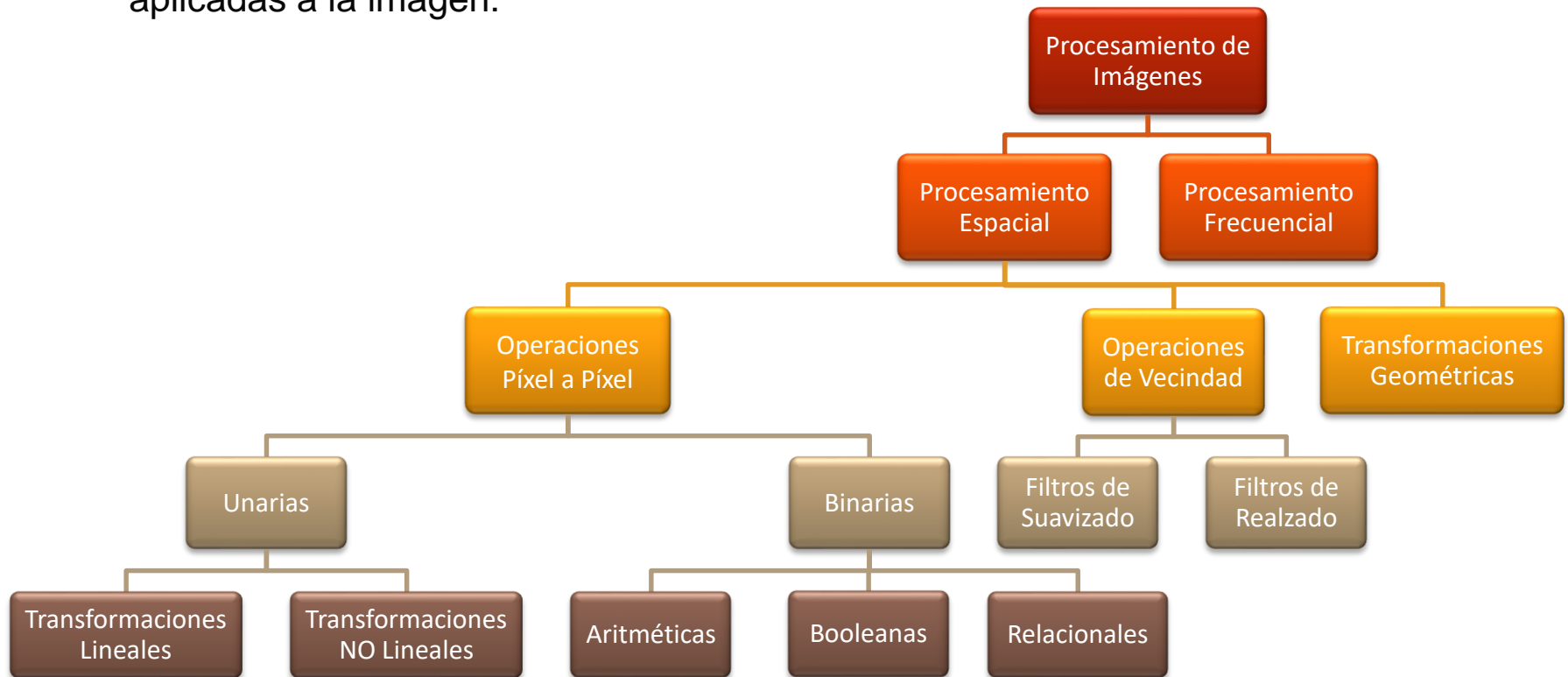
Veamos un ejemplo:



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 EL PREPROCESAMIENTO

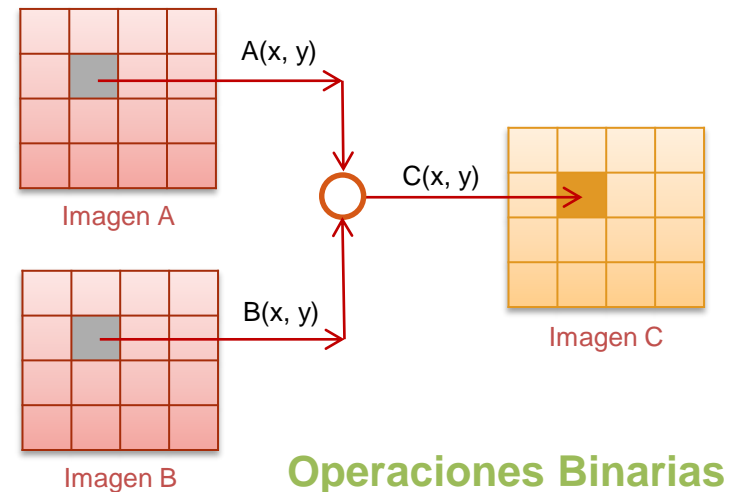
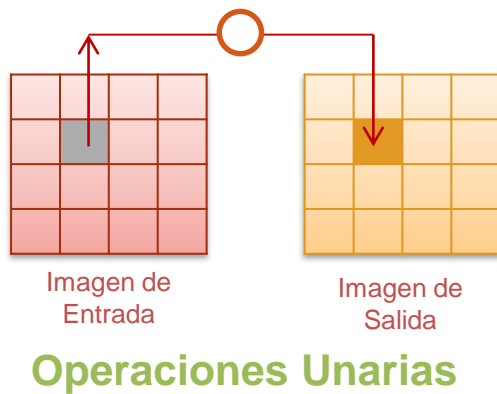
- Existen diferentes **tipos de operaciones** de preprocesamiento que pueden ser aplicadas a la imagen:



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 EL PREPROCESAMIENTO

- 🌀 En general, el procesamiento de imágenes puede enfocarse desde dos perspectivas:
- 🌀 Alteración **píxel a píxel** de la imagen (**Operaciones Puntuales**)
- 🌀 Operaciones basadas en múltiples puntos u operaciones de vecindad

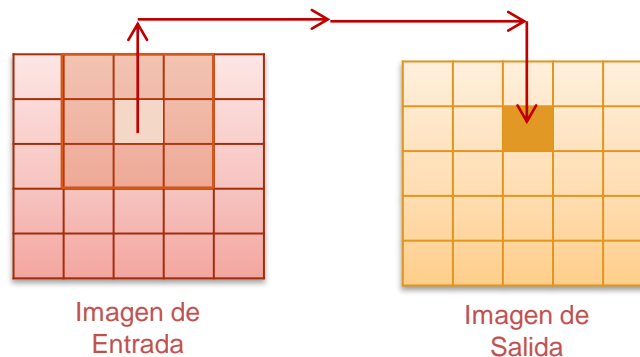


Se cambia el nivel de gris de un píxel teniendo en cuenta sólo su valor

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

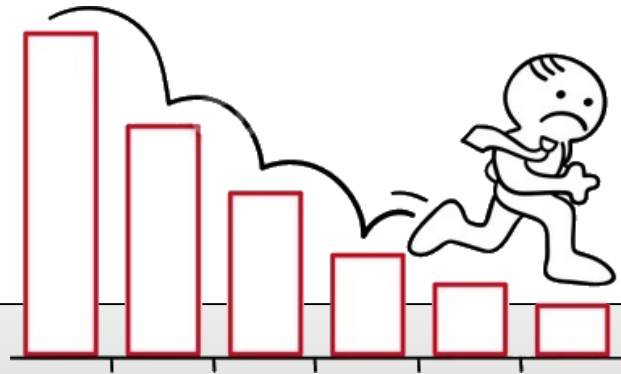
🚀 EL PREPROCESAMIENTO

- 🌀 En general, el procesamiento de imágenes puede enfocarse desde dos perspectivas:
- 🌀 Alteración píxel a píxel de los datos en una escala global (individuales)
- 🌀 Operaciones basadas en **Vecindad**



Se cambia el nivel de gris de un píxel teniendo en cuenta su nivel de gris y el de sus vecinos

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

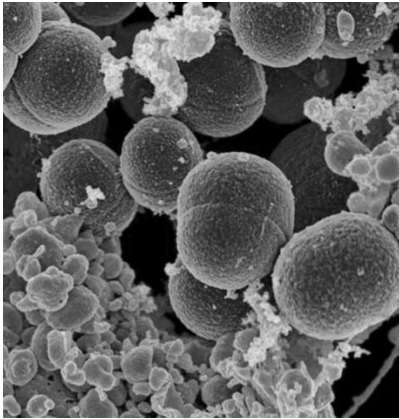


EL HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

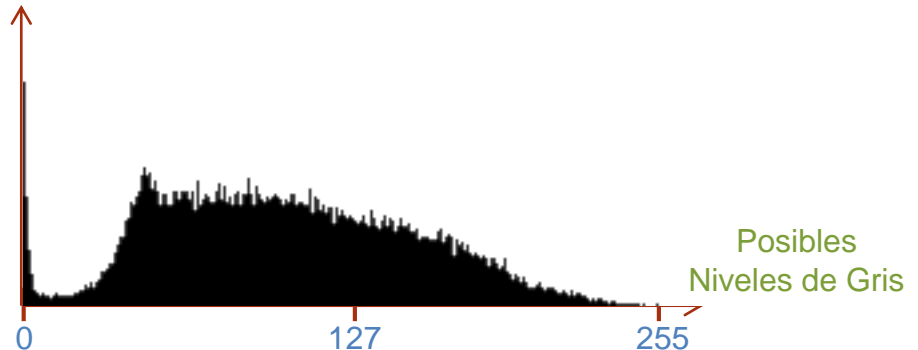
PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 EL PREPROCESAMIENTO – HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

- 🌀 El **histograma** de una imagen presenta la **frecuencia de ocurrencia** de los niveles de gris en la imagen, es decir, determina la distribución de frecuencias de los niveles de gris en la imagen.



de píxeles con un determinado nivel de gris

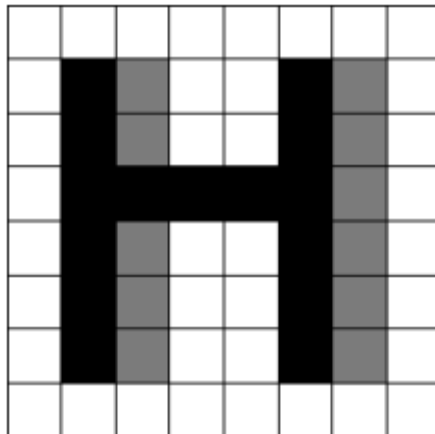


- 🌀 Son un elemento importante en la etapa de **Pre-procesamiento** pues este nos ayuda a comprender y a determinar qué **transformaciones** usar para mejorar la calidad de una imagen.

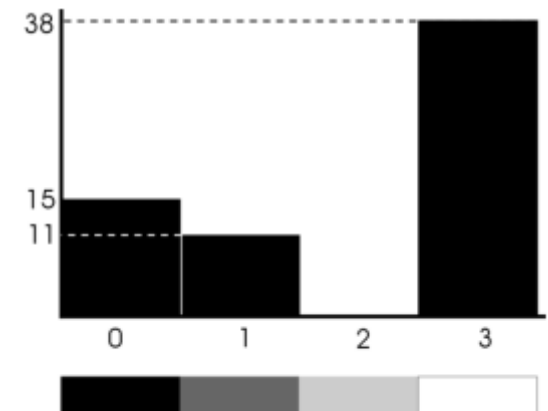
PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 EL PREPROCESAMIENTO – HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

- 🌀 Un Ejemplo Simple Se trata de una imagen en niveles de gris muy simple, de 8x8 píxeles de tamaño. Sólo son posibles 4 niveles de gris, porque se van a usar 2 bits para codificar el nivel de intensidad de cada píxel. De la forma habitual, los niveles de gris se numeran del 0 al 3, correspondiendo un brillo mayor a los valores más altos.



Nivel de gris	Brillo
0	Negro
1	Gris oscuro
2	Gris claro
3	Blanco



- 🌀 ¿Cuál es el algoritmo para calcular el histograma?

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

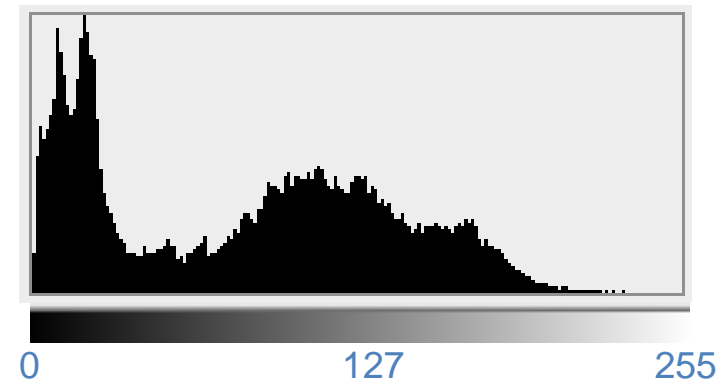
🚀 EL PREPROCESAMIENTO – HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

- 🌀 Los histogramas son una herramienta para el análisis de imágenes que permite determinar que tan bueno es el contraste y la iluminación de la escena en la imagen.
- 🌀 En este sentido, el histograma nos ayuda a decidir cuál es el procesamiento más adecuado para mejorar la calidad de una imagen, tanto cualitativamente (**nos sigue qué operación aplicar**), como cuantitativamente (**en qué cantidad aplicar la operación**).
- 🌀 En principio, una buena imagen debe producir un histograma más o menos uniformes y repartidos en todo el rango de valores de niveles de gris, teniendo en cuenta que:
 - ✅ En la parte izquierda se acumulan los tonos más oscuros
 - ✅ Mientras que en la derecha se acumulan los más claros.

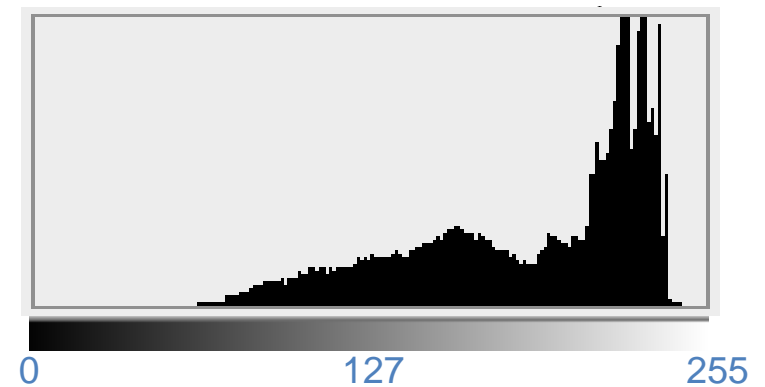
PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 EL PREPROCESAMIENTO – HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

🌐 Una imagen **oscura** con falta de luz:



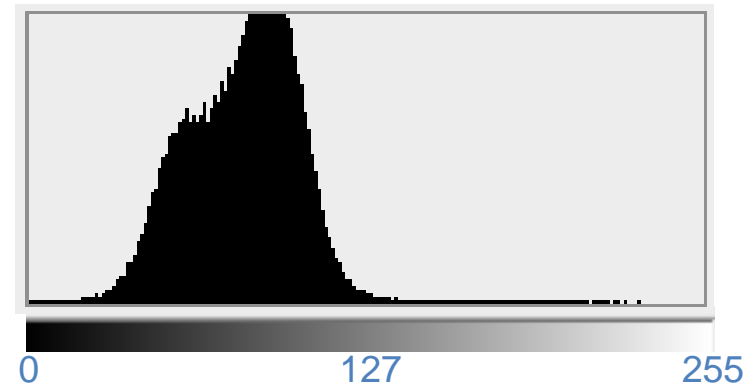
🌐 Una imagen **muy clara** con exceso de brillo:



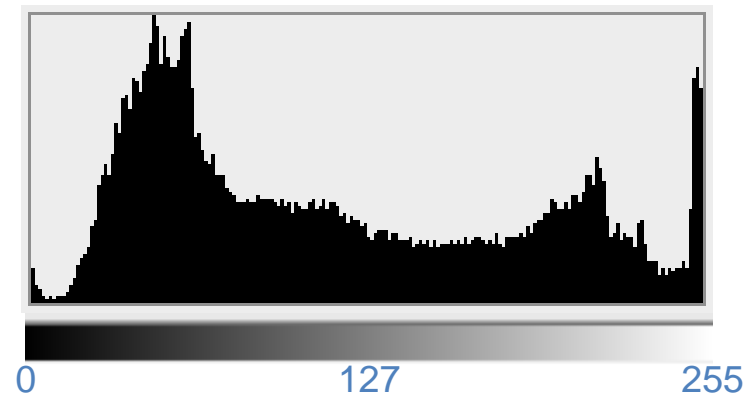
PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🦋 EL PREPROCESAMIENTO – HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

🌐 Una imagen con **poco contraste**:



🌐 Una imagen **con mucho contraste y pocos medios tonos**:



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🦋 EL PREPROCESAMIENTO – HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

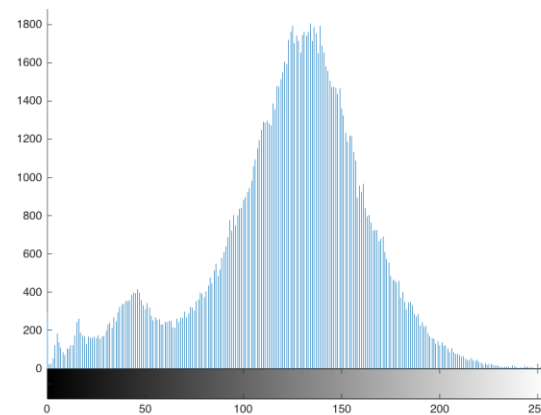
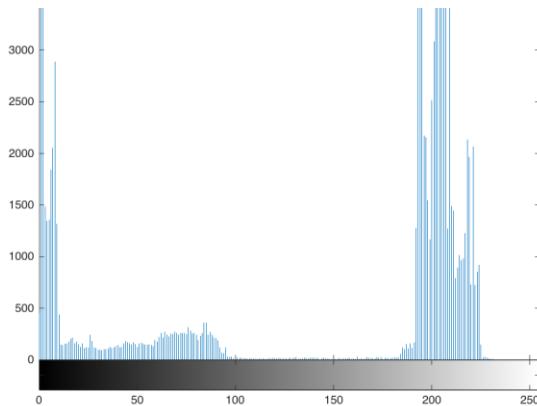
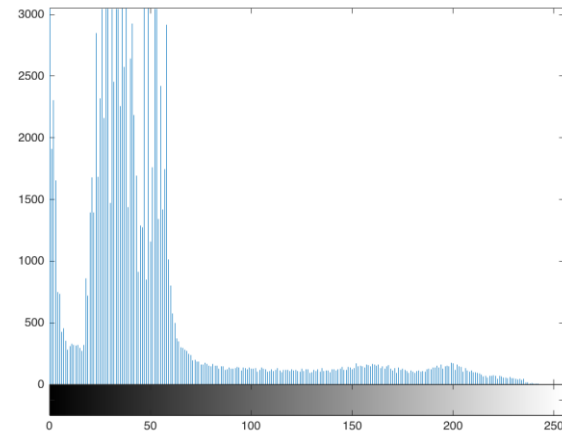
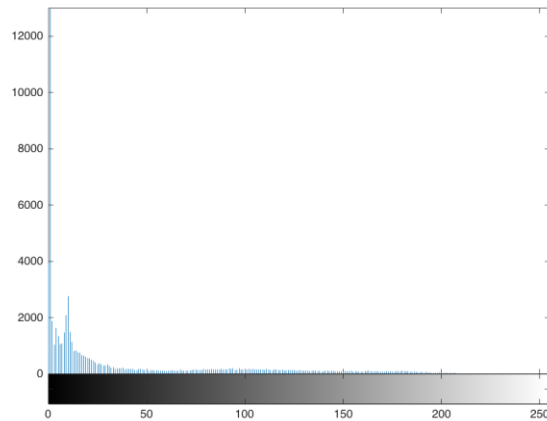
- 🌀 Ejercicio: Qué tipo de histogramas tienen la siguientes imágenes. Explique su respuesta ...



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🦋 EL PREPROCESAMIENTO – HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

🌐 Ejercicio: Qué tipo de histogramas tienen la siguientes imágenes. Explique su



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

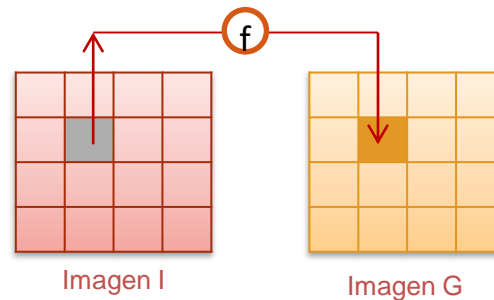


OPERACIONES PUNTO A PUNTO

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🎨 OPERACIONES PUNTUALES - UNARIAS

- 🌀 Las operaciones puntuales u **operaciones píxel a píxel** son aquellas que alteran la imagen aplicando a cada píxel de la imagen una transformación que solo depende de ese píxel en esa imagen:

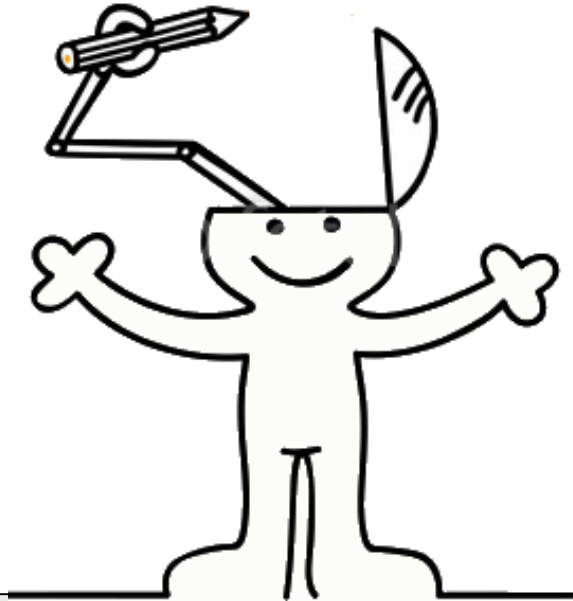


$$G(x,y) = f[I(x,y)]$$



- 🌀 Transformaciones Lineales
- 🌀 Transformaciones NO Lineales

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES



TRANSFORMACIONES LINEALES

$$G(x,y) = a * I(x,y) + b$$






PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

 La forma general de una transformación lineal es la siguiente:

$$G(x,y) = a * I(x,y) + b$$

Con base en esta ecuación tenemos que:

-  Si $a = 1$ y $b = 0$ entonces $g(x, y) = f(x, y)$ (**Identidad**)
-  Si $a = 1$ y $b > 0$, el nivel de gris se aumenta en b unidades (**Suma**)
-  Si $a = 1$ y $b < 0$, el nivel de gris se disminuye en b unidades (**Resta**)
-  Si $a > 1$, se produce un incremento del contraste (**Multipliación**)
-  Si $0 < a < 1$, se reduce el contraste (**División**)

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 La **Suma** aumenta el brillo de las imágenes, ya que histograma de la imagen se desplaza **b** valores a la derecha.

$$G(x,y) = I(x,y) + b$$

90	67	68	39
92	87	73	78
63	102	89	76
45	83	109	80

$+ 25 =$

$I(x,y)$

$G(x,y)$

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🌟 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

🌀 La **Suma** aumenta el brillo de las imágenes:



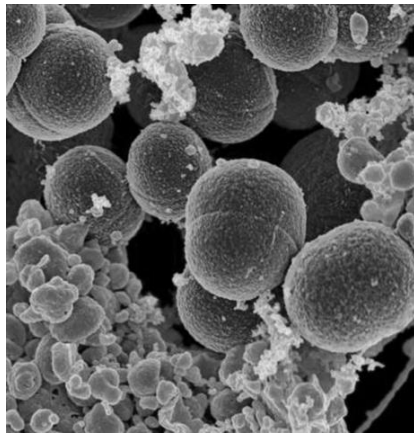
+ 80 =



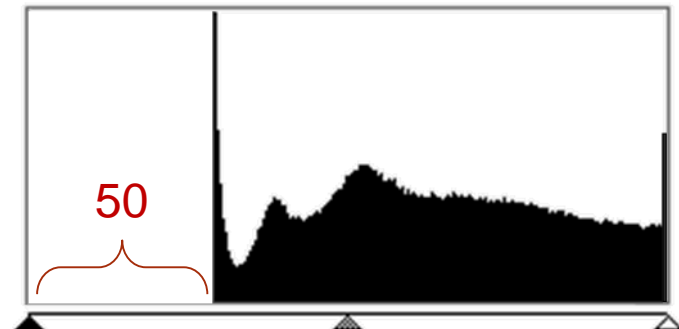
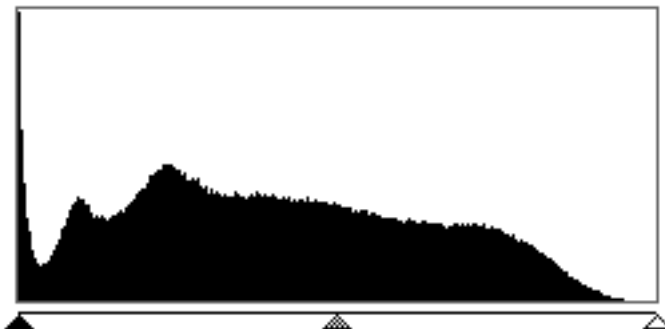
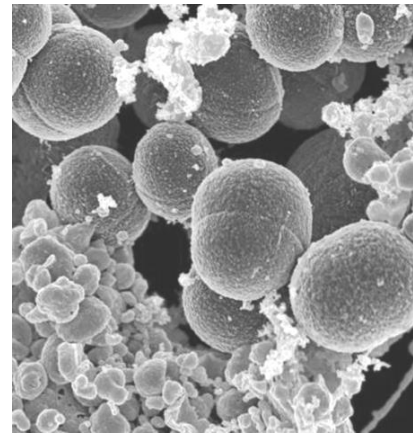
PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 La **Suma** desplaza el histograma de la imagen a la derecha:



+ 50 =



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

🌀 Dado que la **Suma** aumenta el valor de cada píxel en un valor **b** ...

✓ ¿Qué pasa si la suma excede el valor de 255?

✓ **Solución:** se debe validar el resultado de la operación:

$$G(x, y) = \begin{cases} 255 & \text{si } I(x, y) + b > 255 \\ I(x, y) + b & \text{en otro caso} \end{cases}$$



Si el valor de un píxel está por encima de 255 se dice que el píxel está **Saturado**. Se debe tener cuidado con esta operación ya que cuando se produce una saturación hay pérdida de información en la imagen.

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- La **Resta** disminuye el brillo de las imágenes, y se da cuando el valor de b es menor a cero. Cuando se produce una resta, el histograma de la imagen se desplaza b valores a la izquierda.

$$G(x,y) = I(x,y) + b$$

90	67	68	39
10	87	73	78
11	102	89	76
10	10	109	80

$I(x,y)$

$+ (-25) =$

$G(x,y)$

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

🌀 La **Resta** disminuye el brillo de las imágenes.



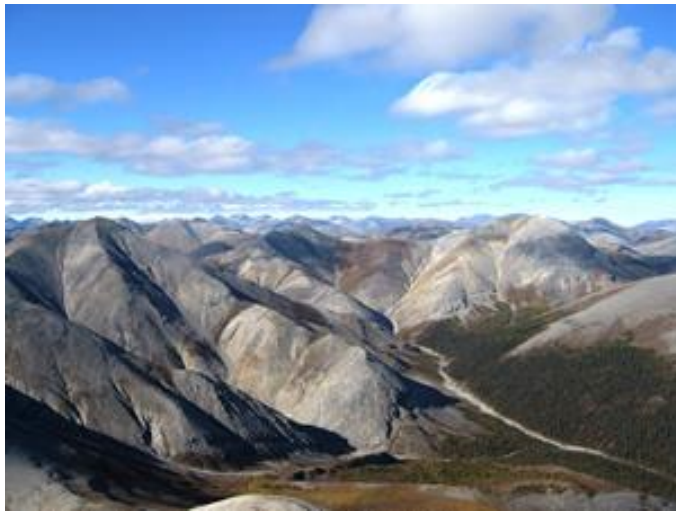
+ (-30) =



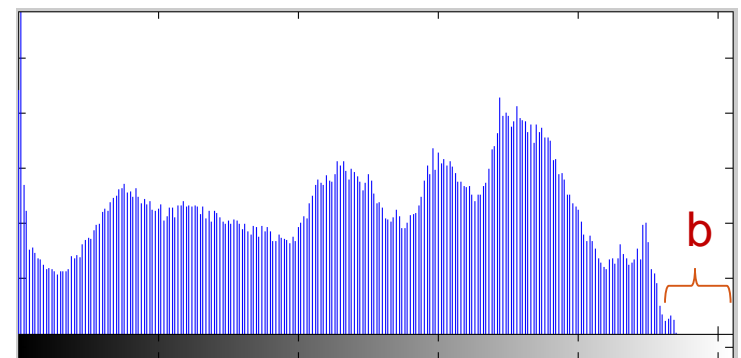
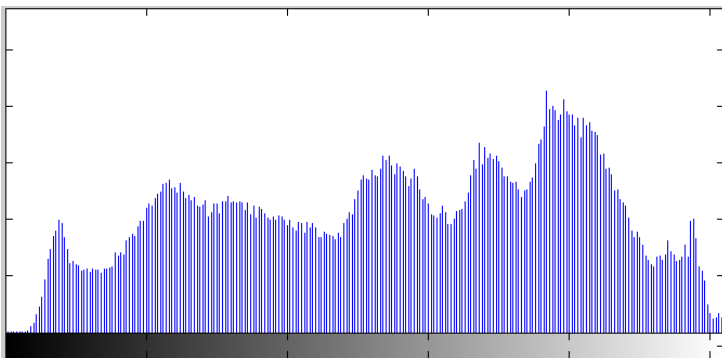
PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

🌀 La Resta



+ (-20) =



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🕒 El **Negativo** de una imagen es considerado un caso particular de la resta en el que se resta el mayor valor de intensidad posible de la imagen, de acuerdo a su resolución en amplitud,

$$G(x,y) = |b - I(x,y)|$$

255 -

90	67	68	39
10	87	73	78
11	102	89	76
10	10	109	80

$I(x,y)$

=

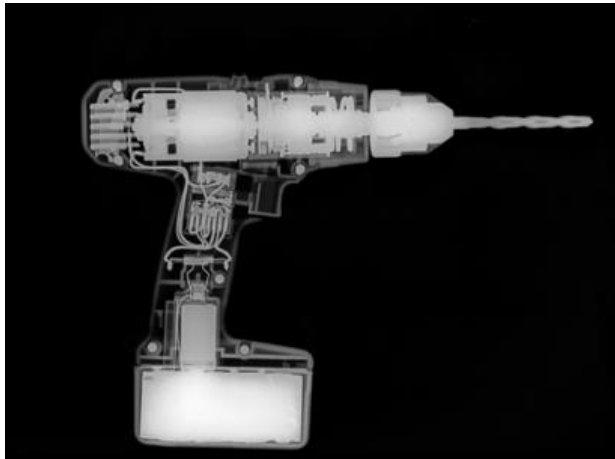
$G(x,y)$

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

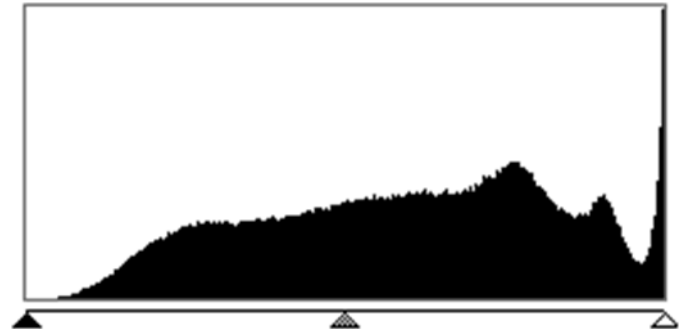
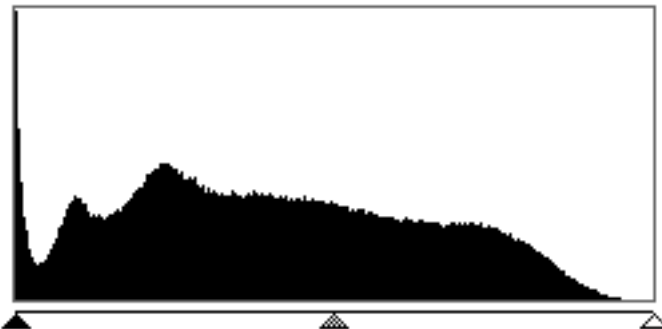
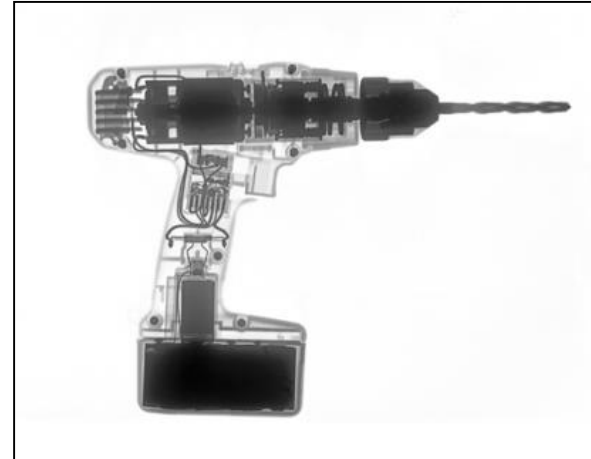
🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 El **Negativo** de una imagen es considerado un caso particular de la resta en el que se resta a toda la imagen el mayor valor de intensidad posible de la imagen

255 -



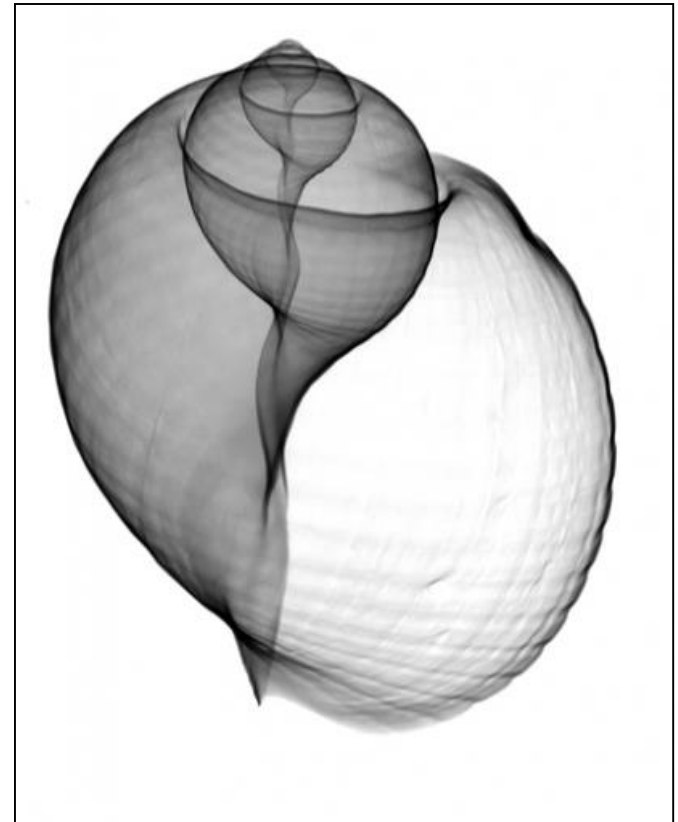
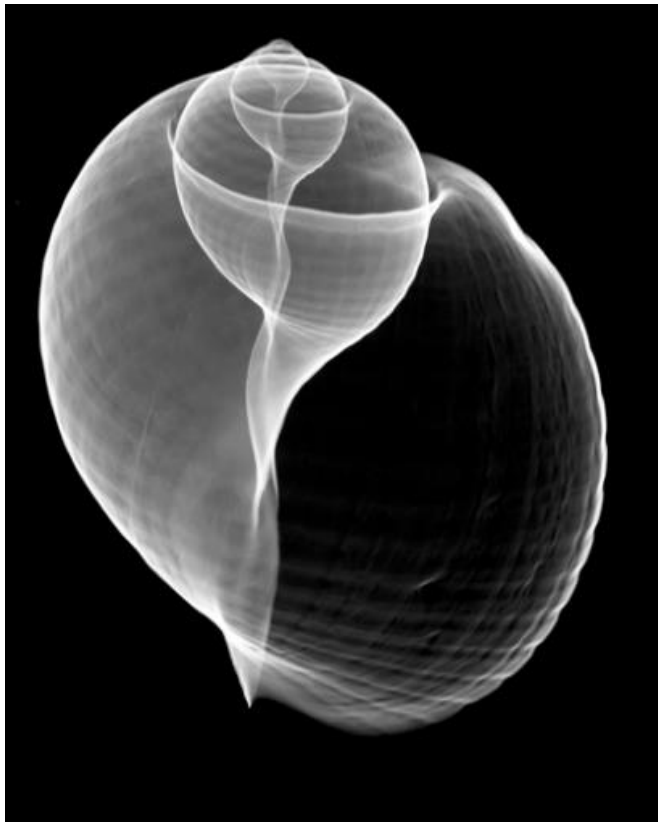
=



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

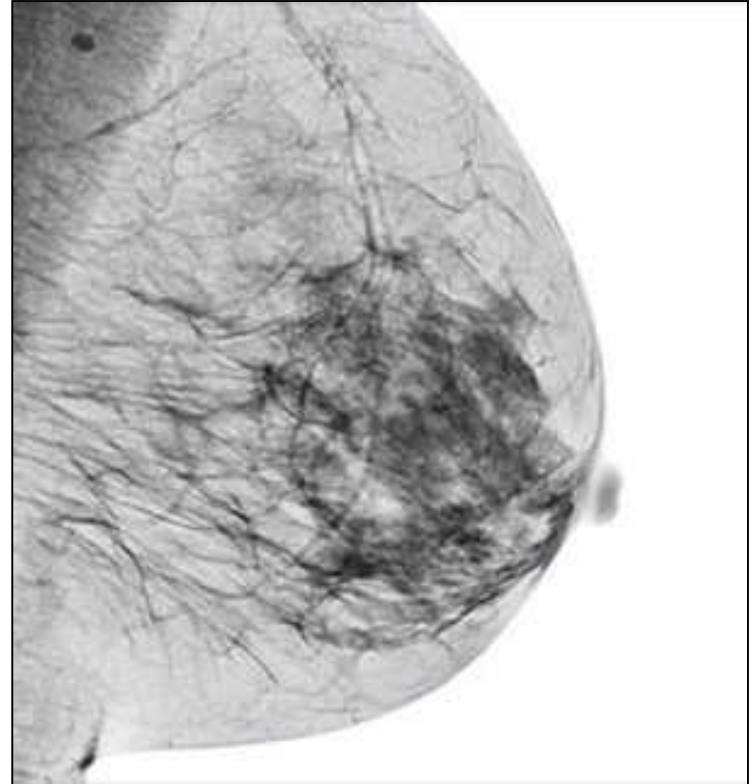
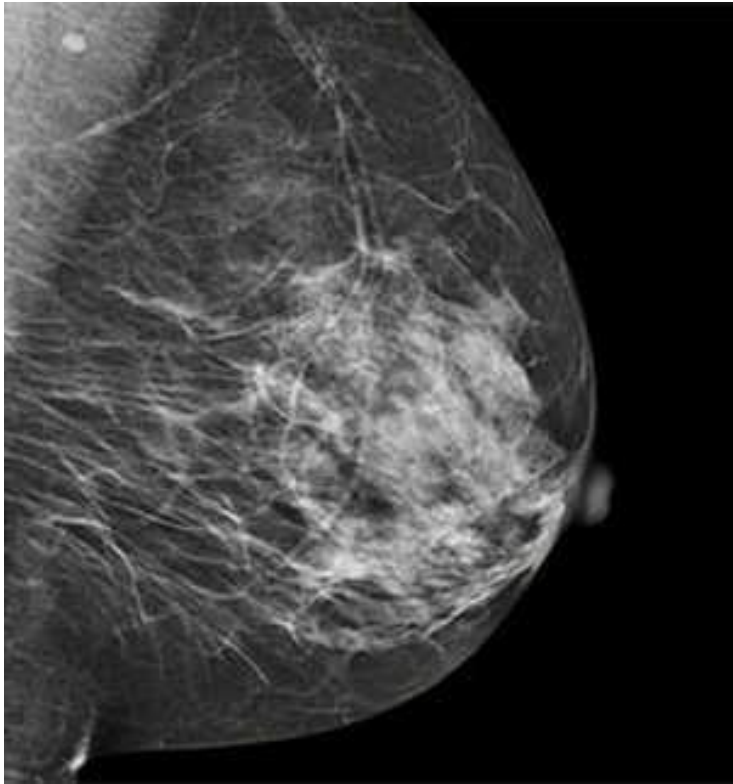
- 🌀 Una de las ventajas del **Negativo** de una imagen es que este mejora los detalles de color blanco o gris en regiones predominantemente oscuras.



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🕒 Una de las ventajas del **Negativo** de una imagen es que este mejora los detalles de color blanco o gris en regiones predominantemente oscuras.



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

🌀 Dado que la “Resta” disminuye el valor de cada píxel en un valor b ...

✓ ¿Qué pasa si el valor de cada pixel después de la resta es < 0 ?

✓ **Solución:** se debe validar el resultado de la operación:

$$G(x, y) = \begin{cases} 255 & \text{si } I(x, y) + b > 255 \\ 0 & \text{si } I(x, y) + b < 0 \\ I(x, y) + b & \text{en otro caso} \end{cases}$$



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 La **Multiplicación** es una operación que permite “**estirar**” el histograma de una imagen.

$$G(x,y) = a * I(x,y) \quad \text{para } a > 1$$

90	67	68	39
10	87	73	78
11	102	89	76
10	10	109	80

$I(x,y)$

$* 2 =$

$G(x,y)$

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 La **Multipliación** es una operación que permite “**estirar**” el histograma de una imagen.

$$G(x,y) = a * I(x,y)$$



* 4 =



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

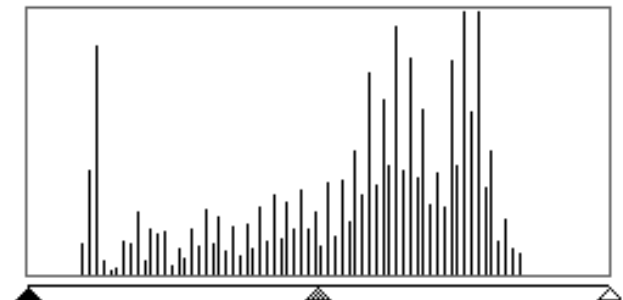
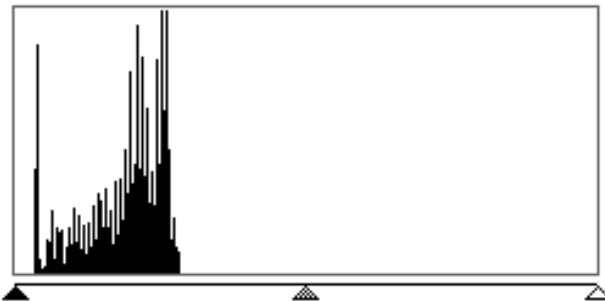
🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 La **Multipliación** es una operación que permite “**estirar**” el histograma de una imagen.

$$G(x,y) = a * I(x,y)$$



* 3 =



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

✂ OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 La **División** es una operación que permite “**encoger**” el histograma de una imagen.

$$G(x,y) = a * I(x,y) \quad \text{para } 0 < a < 1$$

90	67	68	39
10	87	73	78
11	102	89	76
10	10	109	80

$I(x,y)$

$* \frac{1}{2} =$

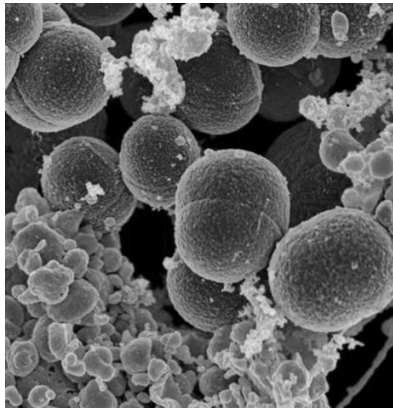
$G(x,y)$

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

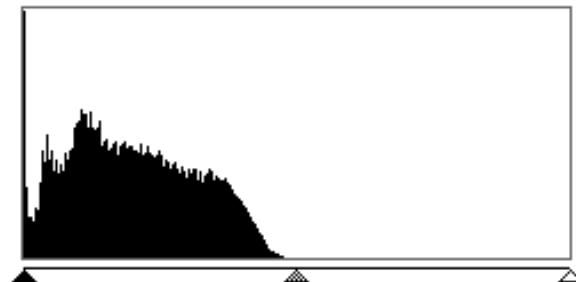
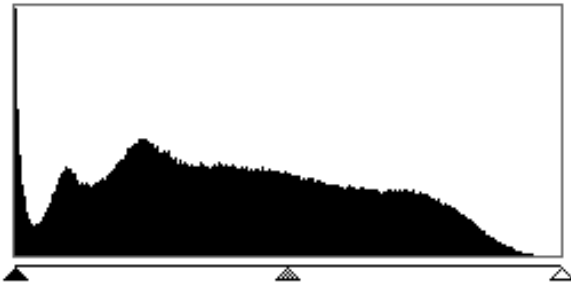
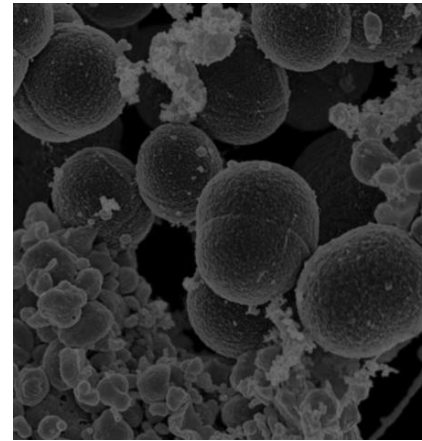
🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 La **División** es una operación que permite “**encoger**” el histograma de una imagen.

$$G(x,y) = a * I(x,y) \quad \text{para } 0 < a < 1$$



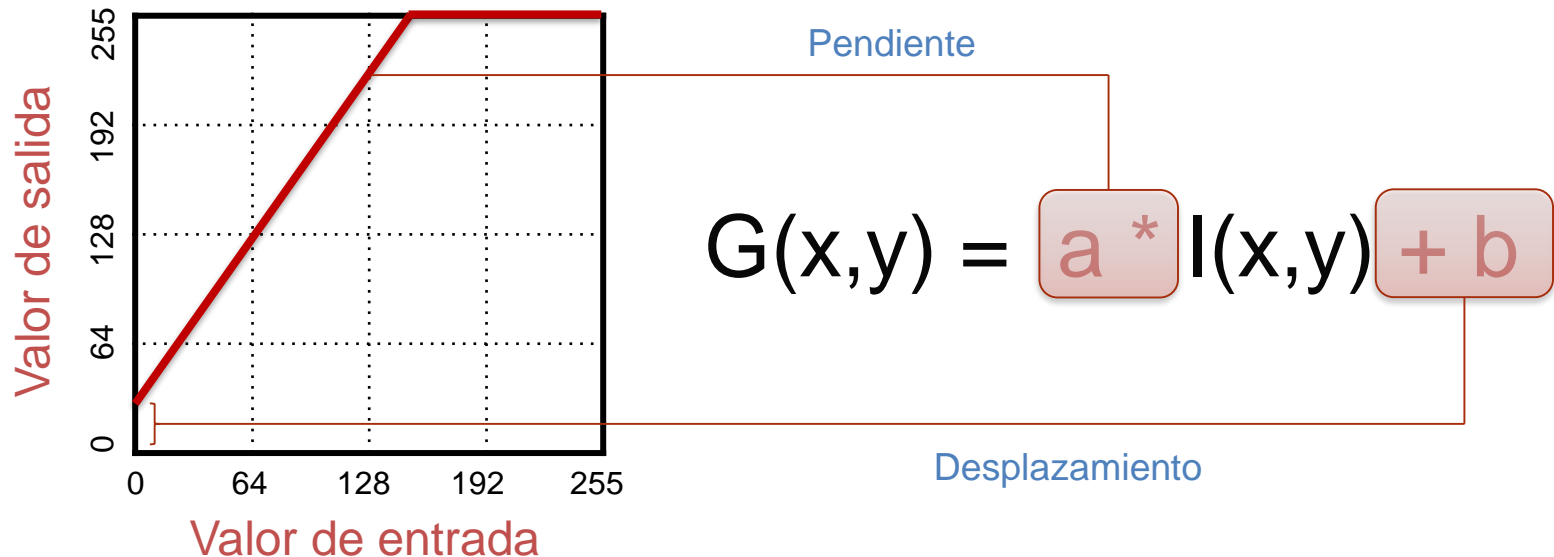
$$* \frac{1}{2} =$$



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

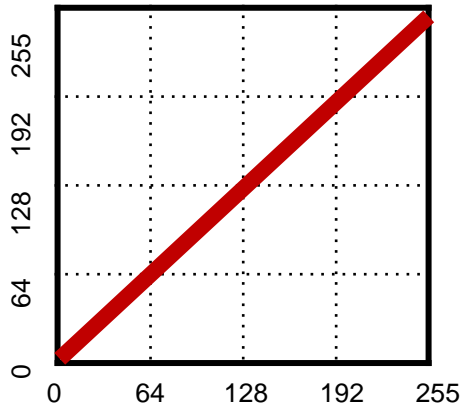
🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- En general, las transformaciones lineales se pueden representar por la función de una línea recta tal que dicha función va de $N \rightarrow N$

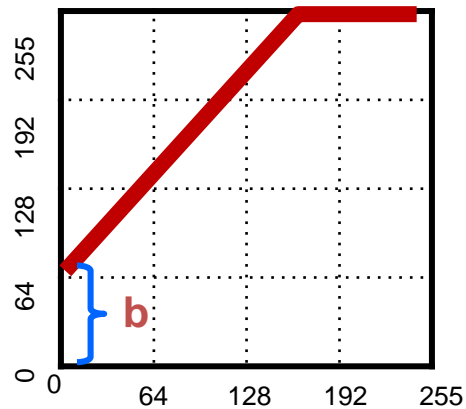


PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

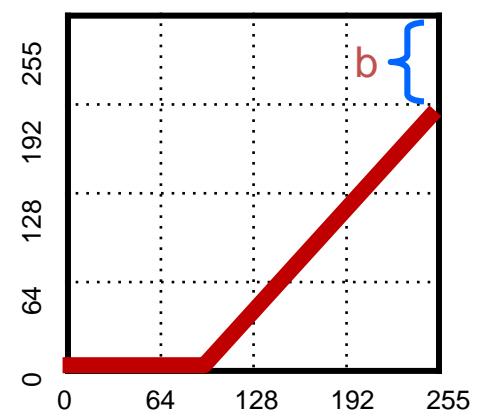
Identidad: $f(x) := x$



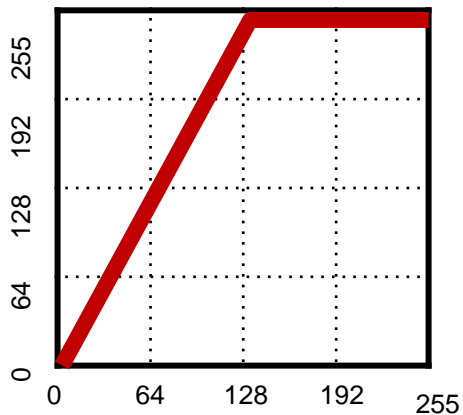
Suma: $f(x) := x + b$



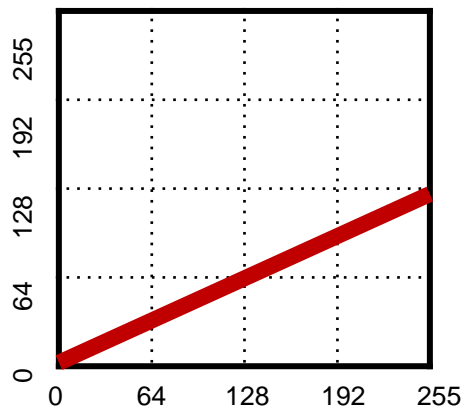
Resta: $f(x) := x - b$



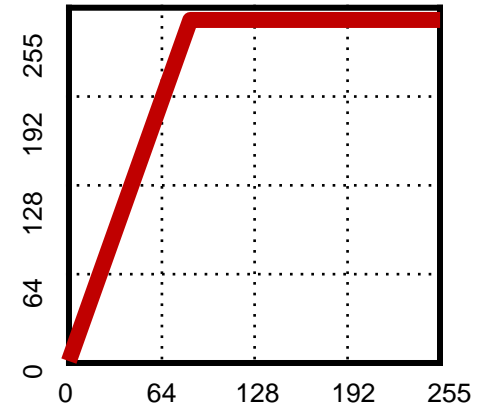
Multiplicar 2: $f(x) := 2x$



Dividir 2: $f(x) := x/2$



Multiplicar 3: $f(x) := 3x$



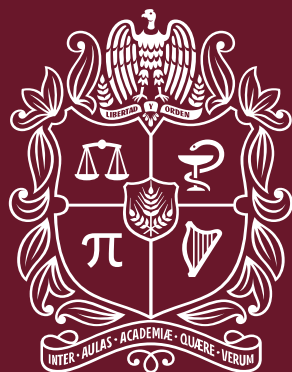
PREGUNTAS



DIEGO PATIÑO CORTÉS, MSc.

CARLOS ANDRÉS MERA BANGUERO, MSc.

ALBEIRO ESPINOSA BEDOYA, Ph.D.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA