



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# VISIÓN ARTIFICIAL

2020 – 02



Github: [https://github.com/jwbranch/Vision\\_Artificial](https://github.com/jwbranch/Vision_Artificial)  
MinasLAP: <https://minaslap.net/course/view.php?id=510>

JOHN W. BRANCH

Profesor Titular

Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión

Director del Grupo de I+D en Inteligencia Artificial – GIDIA

[jwbranch@unal.edu.co](mailto:jwbranch@unal.edu.co)

ESTEBAN BRITO

Monitor

[dbrito@unal.edu.co](mailto:dbrito@unal.edu.co)

LOS MATERIALES DE ESTA ASIGNATURA, SE BASAN EN LA EVOLUCIÓN Y ELABORACIÓN DE ANTERIORES

SEMESTRES, EN LOS CUALES HAN CONTRIBUIDO Y COLABORADO, LOS PROFESORES DIEGO PATIÑO, CARLOS

MERA, PEDRO ATENCIO, ALBERTO CEBALLOS Y JAIRO RODRÍGUEZ, A LOS CUALES DAMOS CRÉDITO.

# METODOLOGÍA ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

## Sesiones Remotas vía Google.Meet Sincrónicas y Asincrónicas

El aprendizaje sincrónico involucra estudios online a través de una plataforma. Este tipo de aprendizaje sólo ocurre en línea. Al estar en línea, el estudiante se mantiene en contacto con el docente y con sus compañeros. Se llama aprendizaje sincrónico porque la plataforma permite que los estudiantes pregunten al docente o compañeros de manera instantánea a través de herramientas como el chat o el video chat.

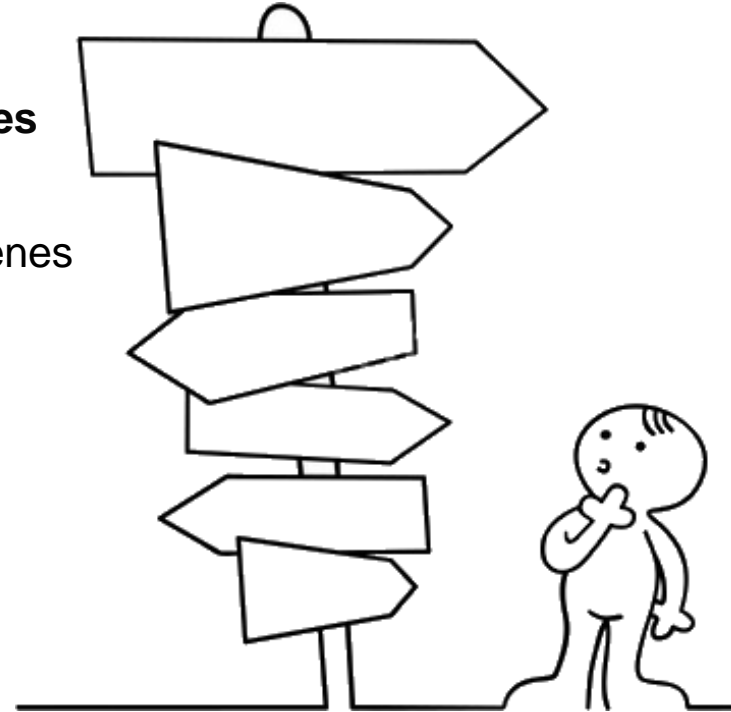
El aprendizaje asincrónico puede ser llevado a cabo online u offline. El aprendizaje asincrónico implica un trabajo de curso proporcionado a través de la plataforma o el correo electrónico para que el estudiante desarrolle, de acuerdo a las orientaciones del docente, de forma independiente. Un beneficio que tiene el aprendizaje asincrónico es que el estudiante puede ir a su propio ritmo.

# EN LA CLASE DE HOY ...

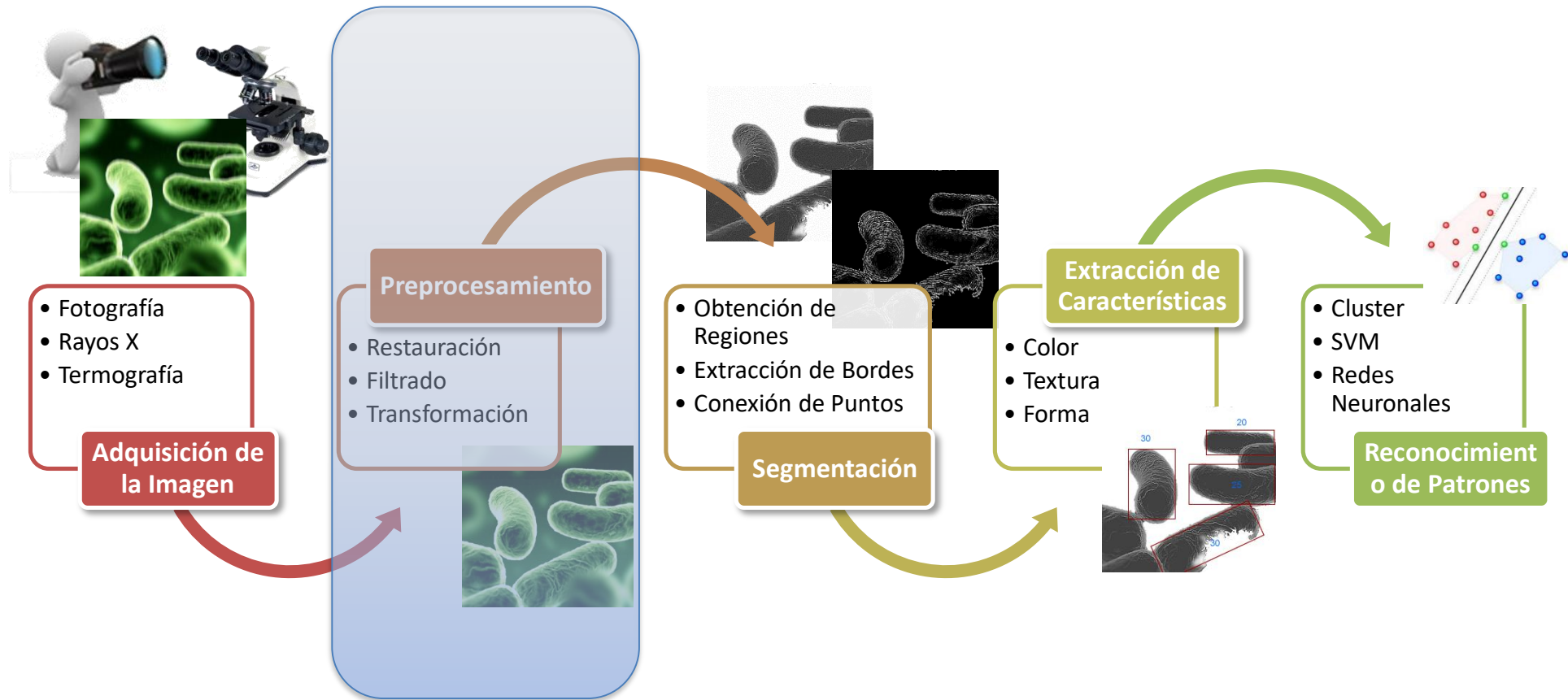
## 🦋 FORMACIÓN Y ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

### 🌀 Procesamiento Básico de Imágenes Digitales

- 🌀 Introducción al pre-procesamiento de imágenes
- 🌀 Operaciones Elementales con Píxeles:
  - ✓ Operadores Unarios
  - ✓ Transformaciones del Histograma
  - ✓ Operadores Binarios



# ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL



# Pre-procesamiento de Imágenes

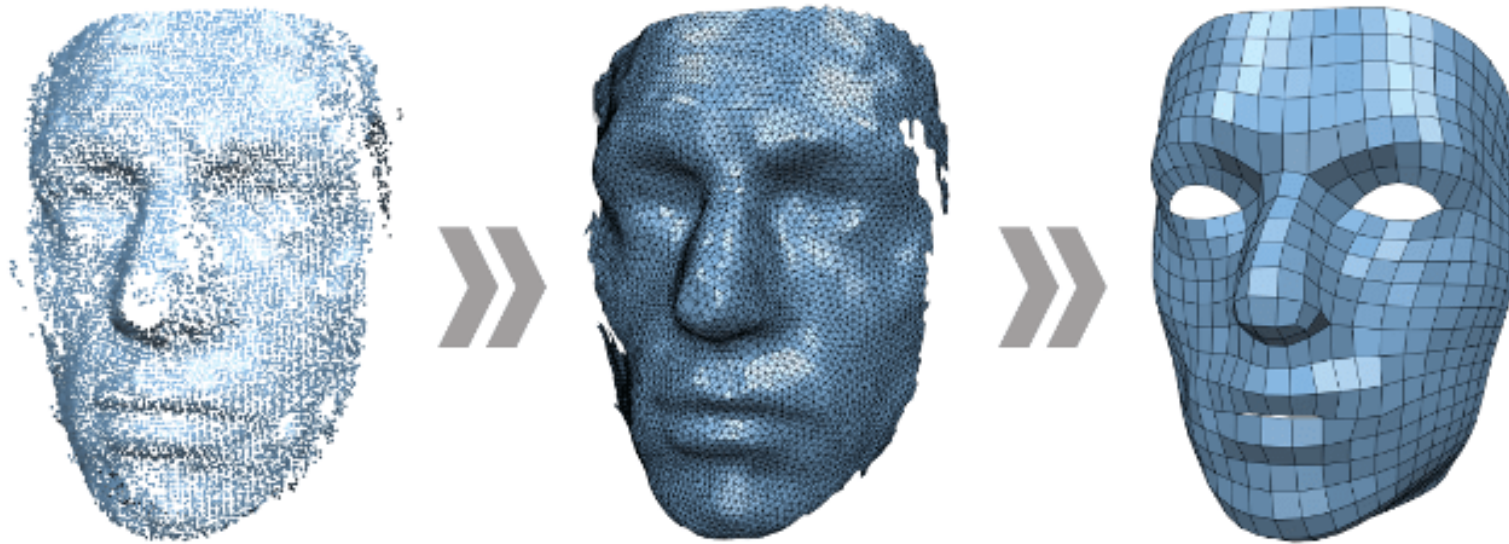
## 🏆 EL PREPROCESAMIENTO

- 🎯 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).

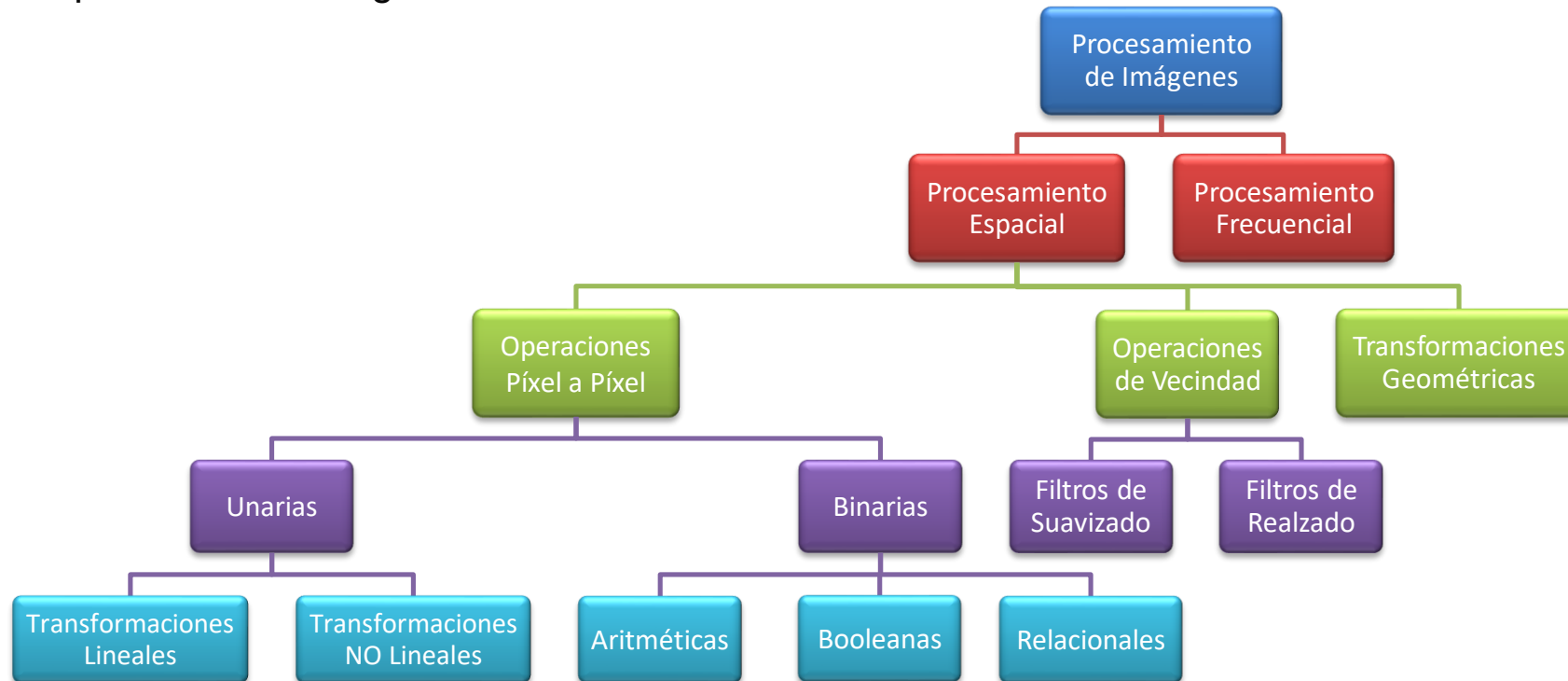
## Veamos un ejemplo:



# Pre-procesamiento de Imágenes

## 🦋 EL PREPROCESAMIENTO

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

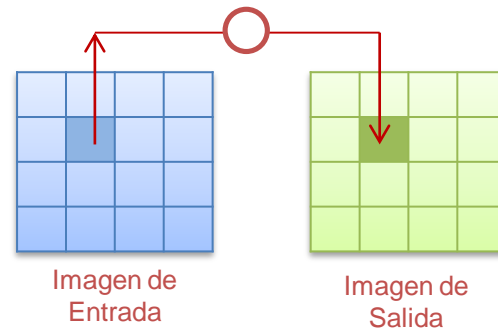




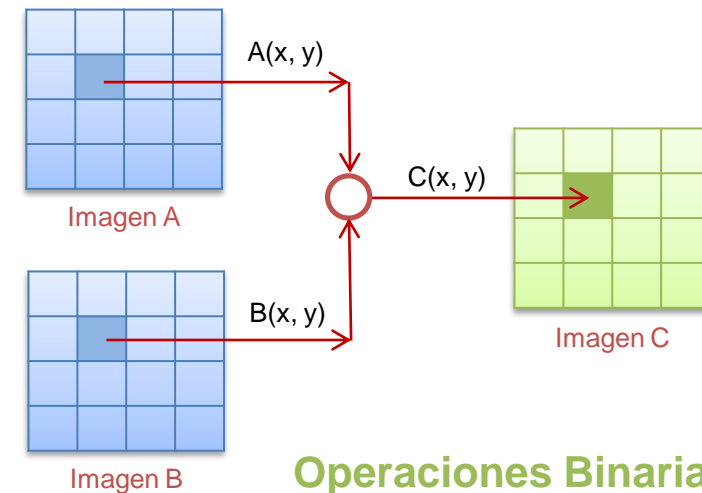
# Pre-procesamiento de Imágenes

## 🚀 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



Operaciones Unarias



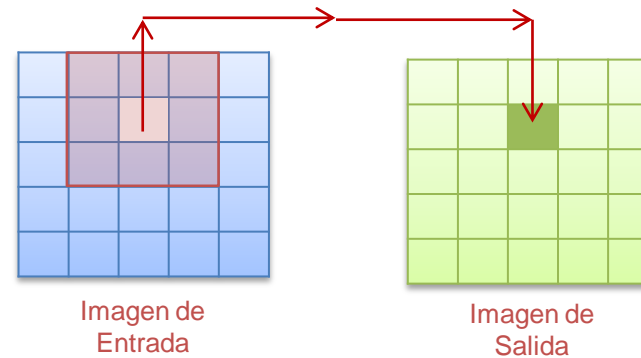
Operaciones Binarias

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

# Pre-procesamiento de Imágenes

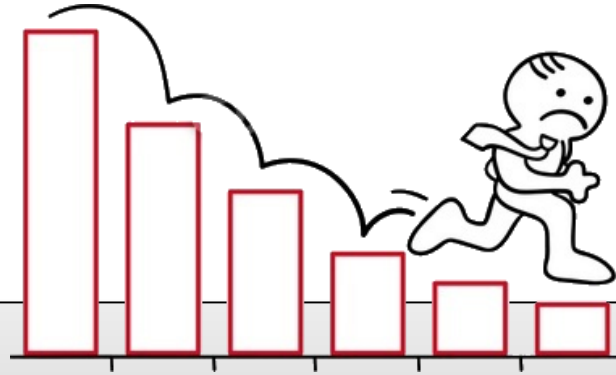
## 🏆 EL PREPROCESAMIENTO

- 🌀 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

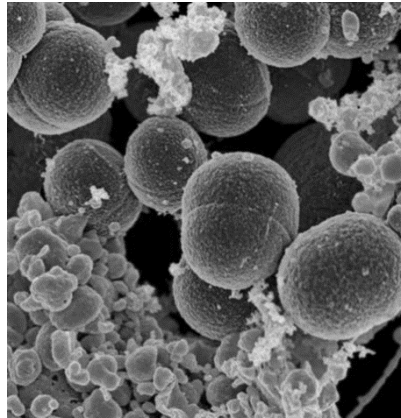


EL HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

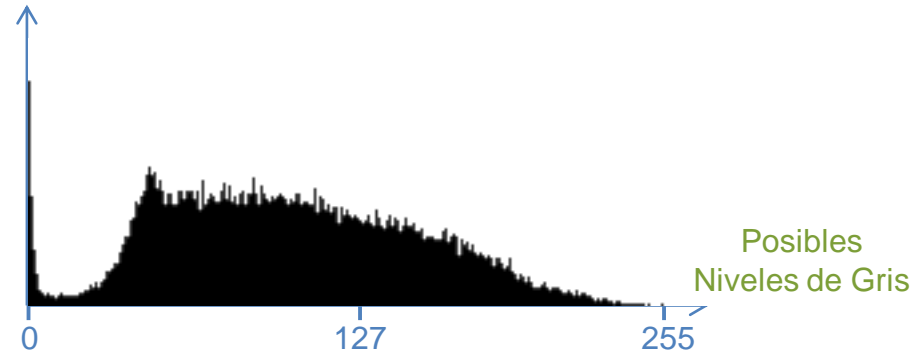
# Pre-procesamiento de Imágenes

## 🦋 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

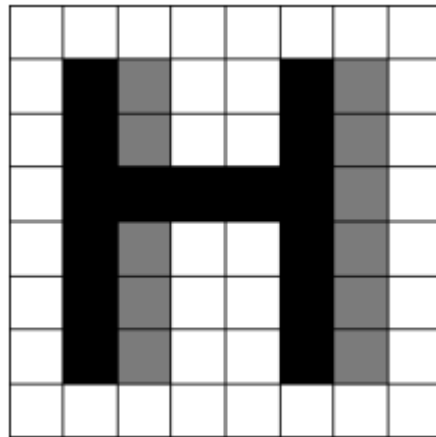


- 🕒 Son un elemento importante en la etapa de **Pre-procesamiento** pues este nos ayuda a comprender y a determinar qué **transformaciones** usar para mejorar la calidad de una imagen.

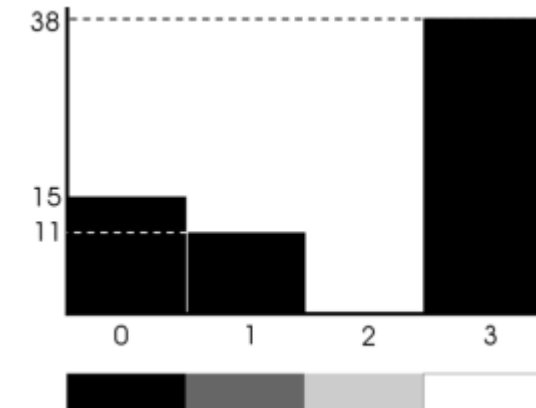
# Pre-procesamiento de Imágenes

## 🦋 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.



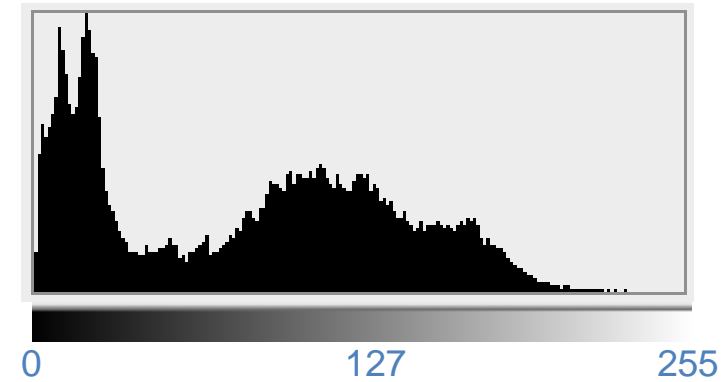
Nivel de gris	Brillo
0	Negro
1	Gris oscuro
2	Gris claro
3	Blanco



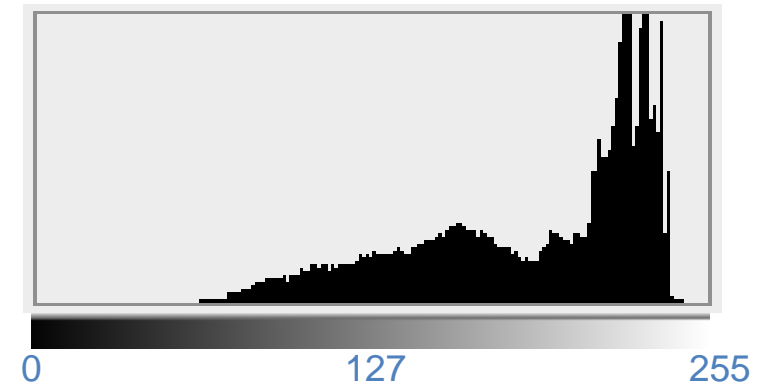
- 🕒 ¿Cuál es el algoritmo para calcular el histograma?

## 🦋 EL PREPROCESAMIENTO – HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

- 🌀 Una imagen **oscura** con falta de luz:



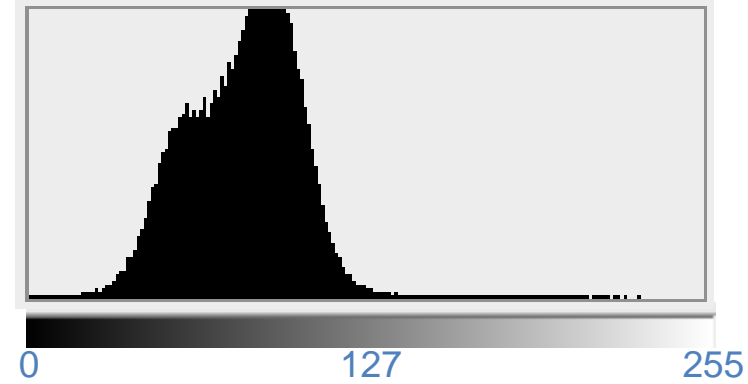
- 🌀 Una imagen **muy clara** con exceso de brillo:



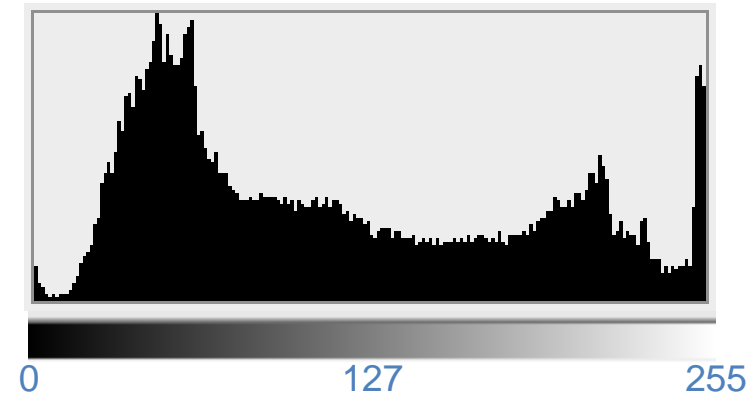
En la parte izquierda se acumulan los tonos de baja intensidad (claros).

## 🦋 EL PREPROCESAMIENTO – HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

🌐 Una imagen con **poco contraste**:

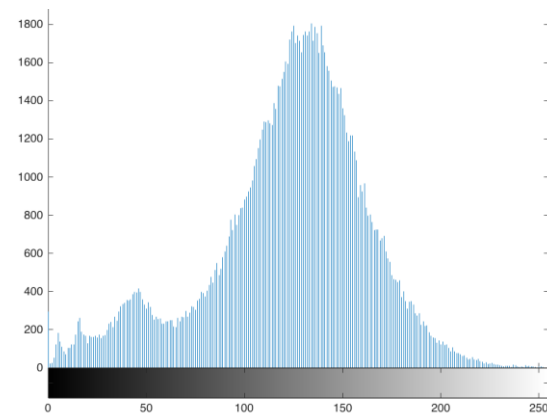
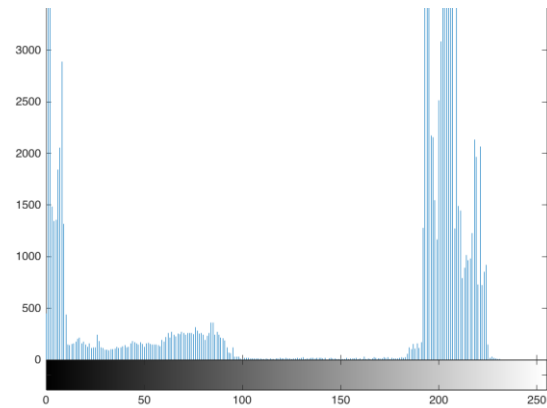
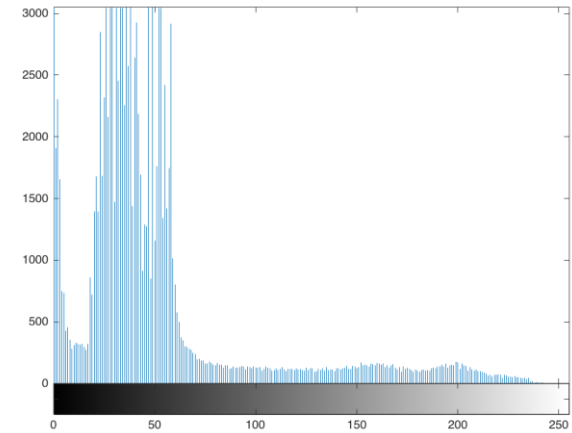
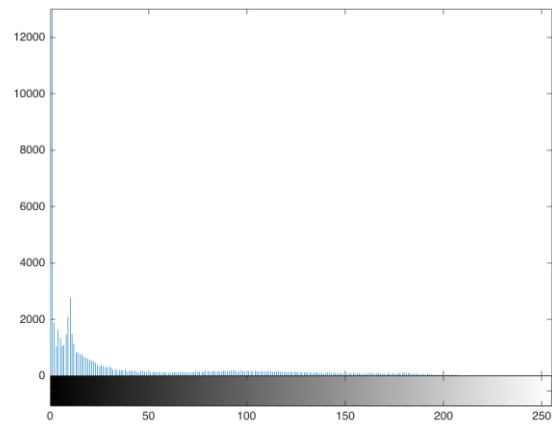


🌐 Una imagen **con mucho contraste** y **pocos medios tonos**:



# 🦋 EL PREPROCESAMIENTO – HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

🌀 ¿Qué se puede deducir de éstos histogramas presentados?





# PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

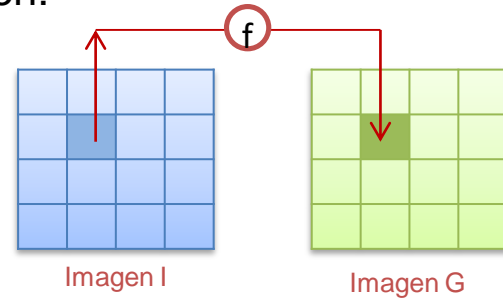


OPERACIONES PUNTO A PUNTO

# 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:

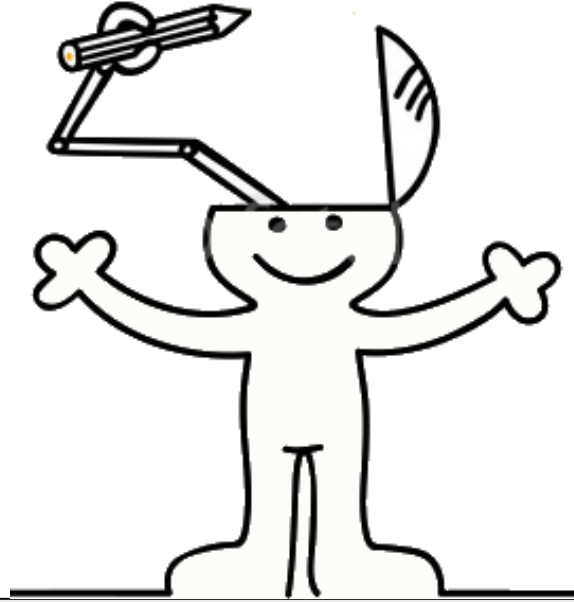


$$G(x,y) = f[I(x,y)]$$



- Transformaciones Lineales
- Transformaciones NO Lineales

# PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES



## TRANSFORMACIONES LINEALES

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

## 🦋 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 (**Multiplicación**)
- 🌀 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

$I(x,y)$

**+ 25 =**


$G(x,y)$

# Pre-procesamiento de Imágenes

## 🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

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

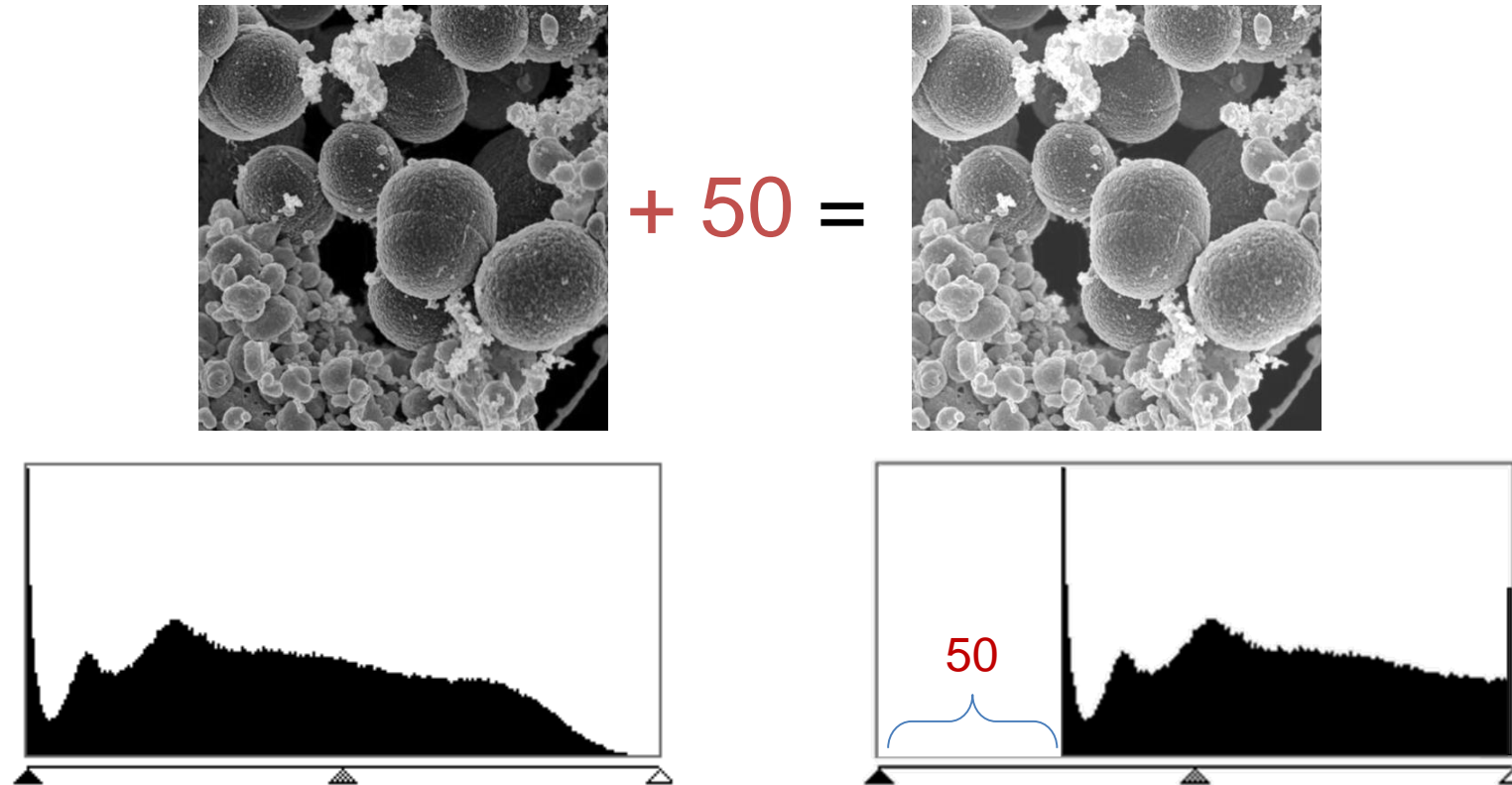


+ 80 =



## 🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

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



# 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 pixel 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.



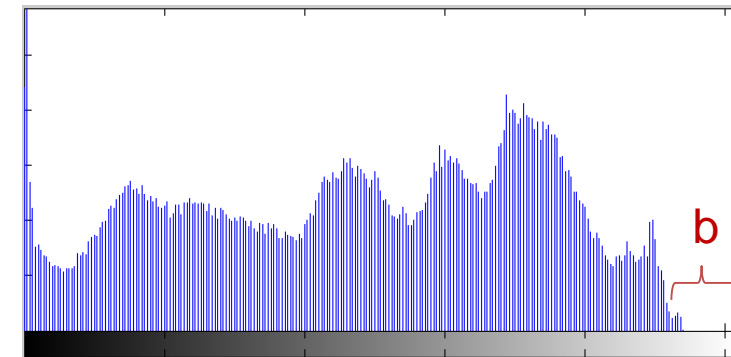
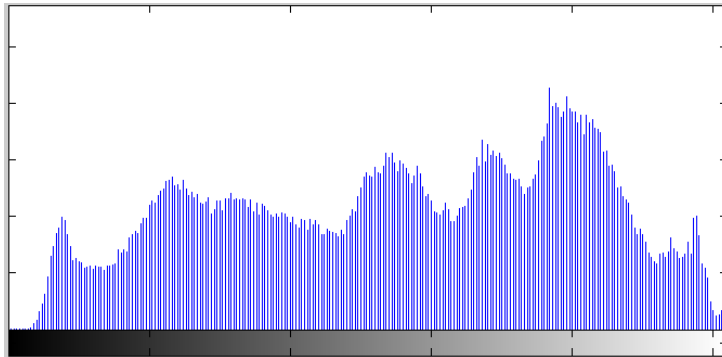
$$+ (-30)$$
$$=$$



## 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

$I(x,y)$

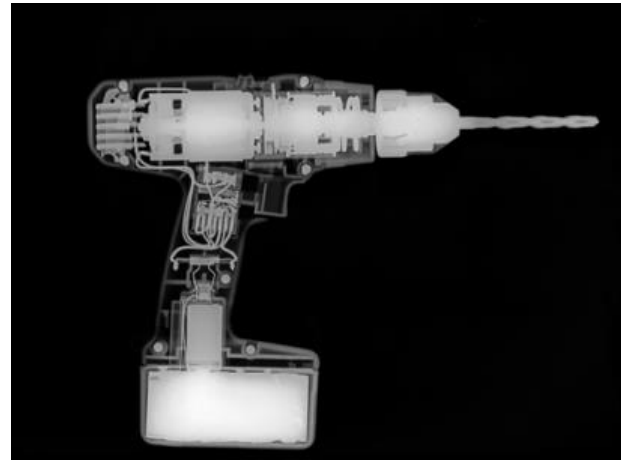
=


$G(x,y)$

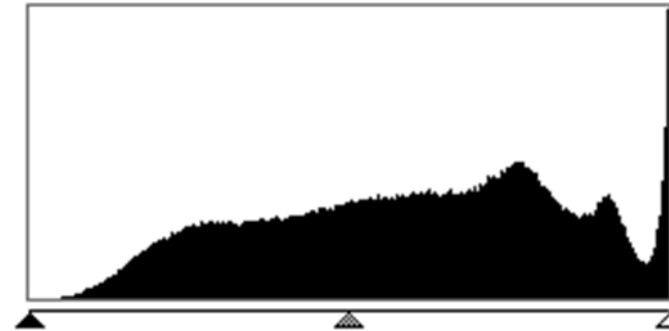
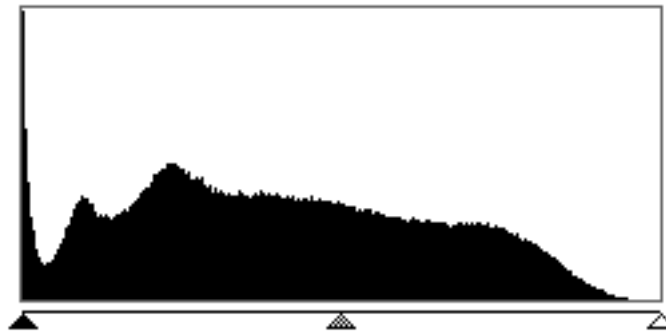
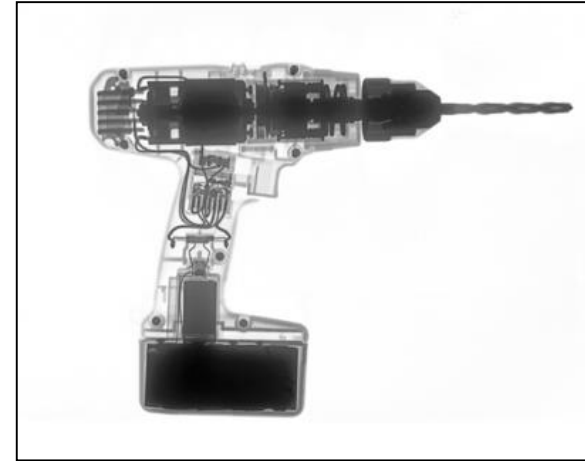
## 🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 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 -

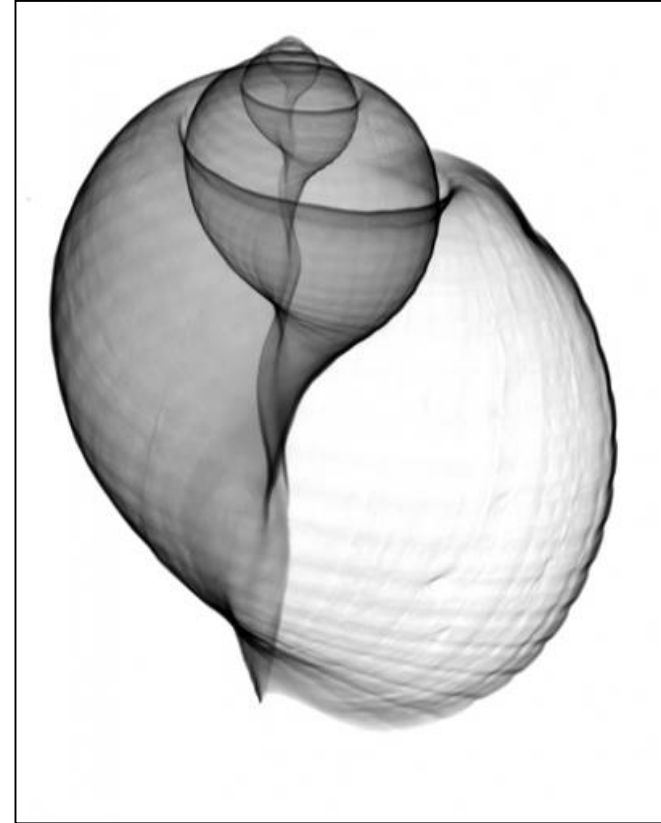
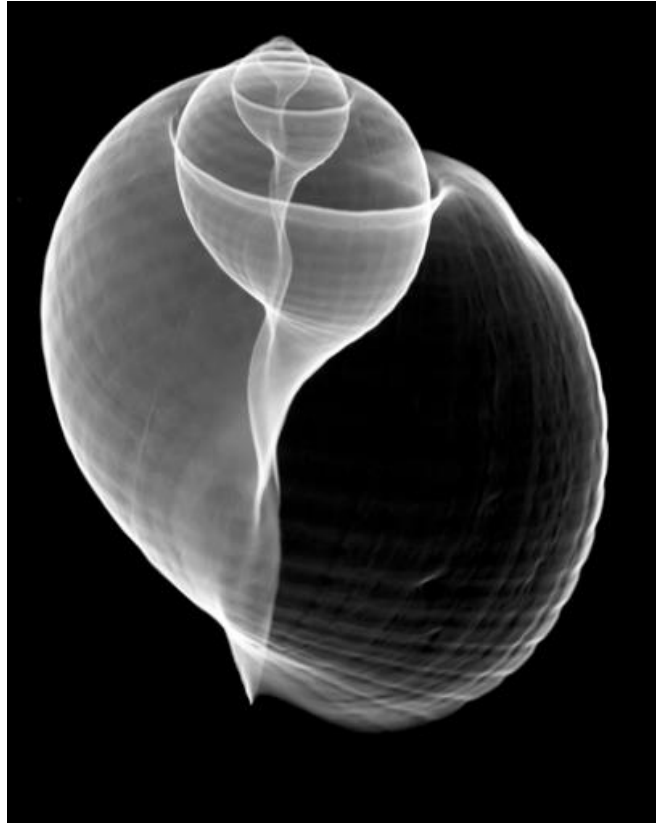


=



## 🦋 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:

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



## 🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 La **Multipliación** 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

$I(x,y)$

$* 2 =$


$G(x,y)$



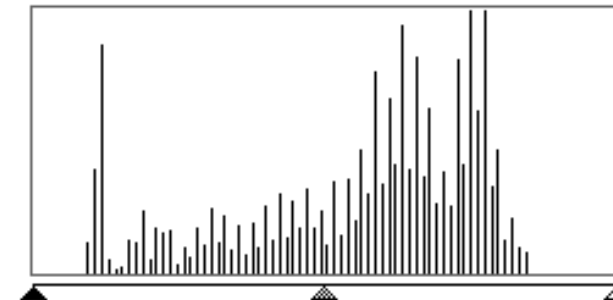
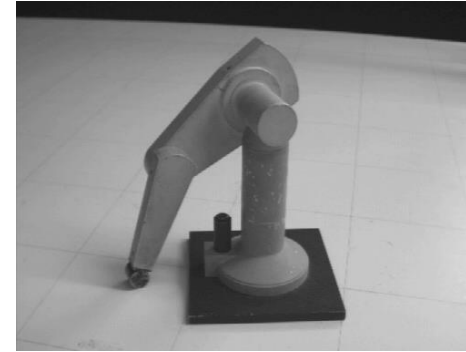
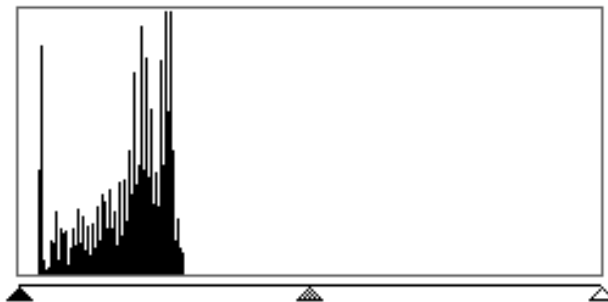
# Pre-procesamiento de Imágenes

## 👤 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

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

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

$$* 3 =$$

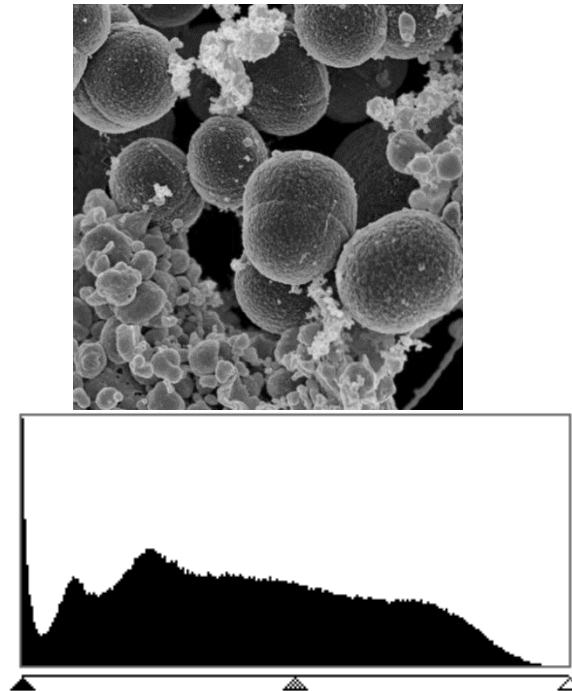


# Pre-procesamiento de Imágenes

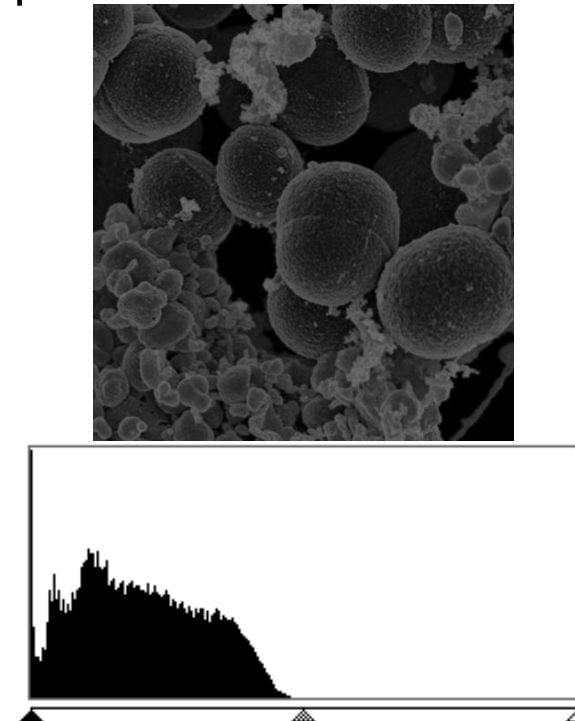
## 🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

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

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



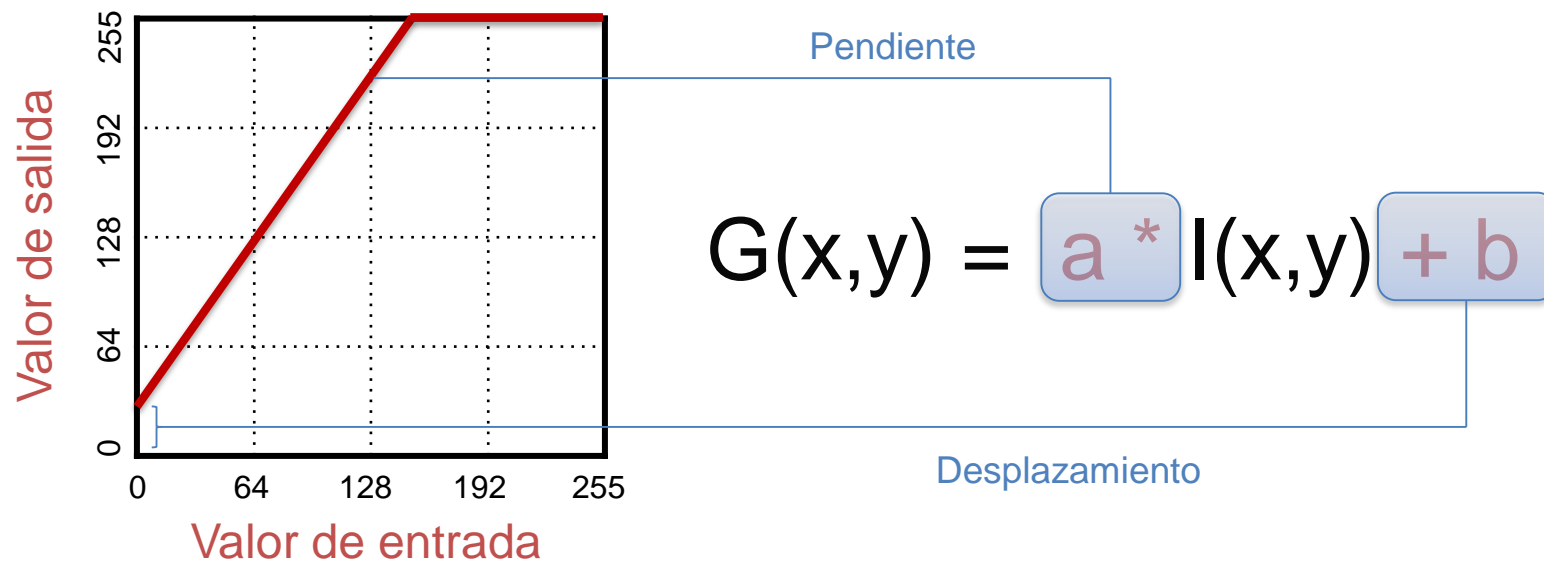
$$* 1/2 =$$



# Pre-procesamiento de Imágenes

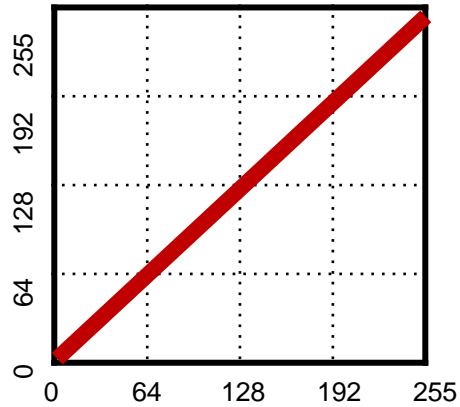
## 🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

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

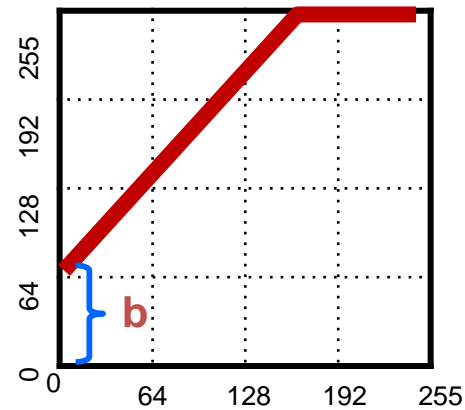


# Pre-procesamiento de Imágenes

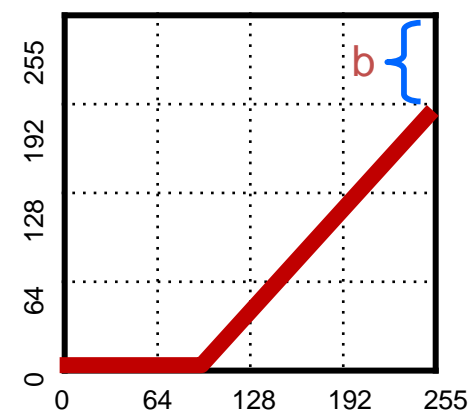
**Identidad:**  $f(x) := x$



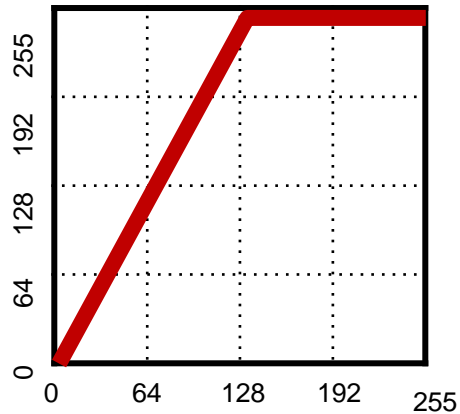
**Suma:**  $f(x) := x + b$



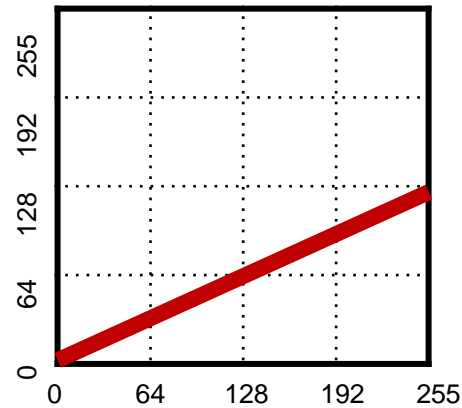
**Resta:**  $f(x) := x - b$



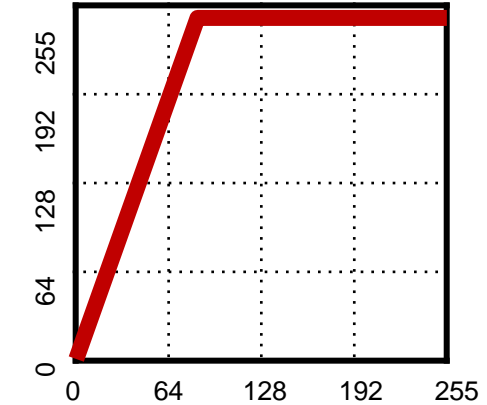
**Multiplicar 2:**  $f(x) := 2x$



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

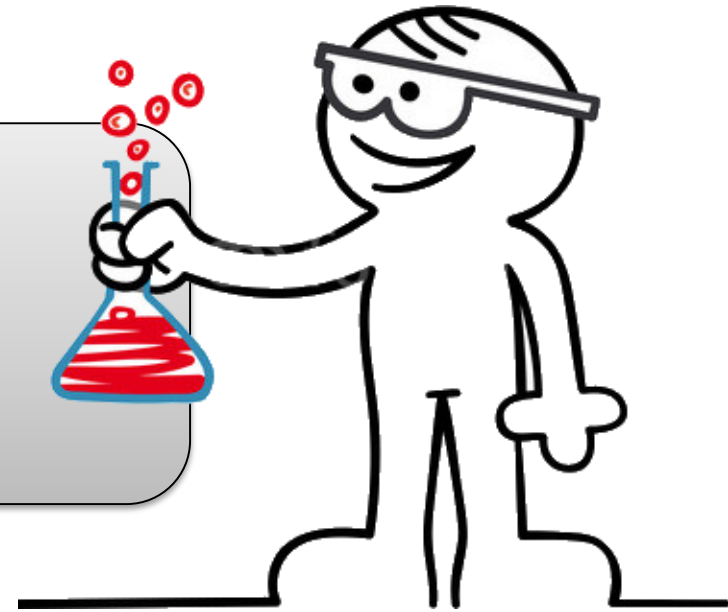


**Multiplicar 3:**  $f(x) := 3x$




# PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES


OPERACIONES BOOLEANAS





# Pre-procesamiento de Imágenes

## OPERACIONES PUNTUALES - BINARIAS

 Las **Operaciones Booleanas** en la mayoría de los casos solo tienen sentido cuando una de las imágenes es binaria. A esta imagen binaria se le suele denominar máscara:

  $C(x, y) := A(x, y) \text{ AND } B(x, y)$

  $C(x, y) := A(x, y) \text{ OR } B(x, y)$

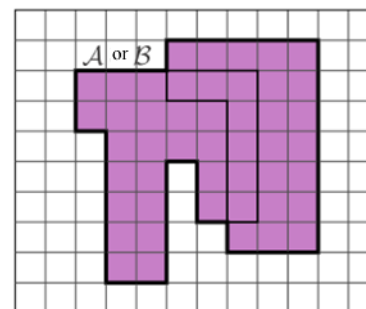
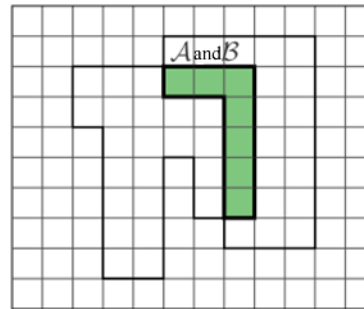
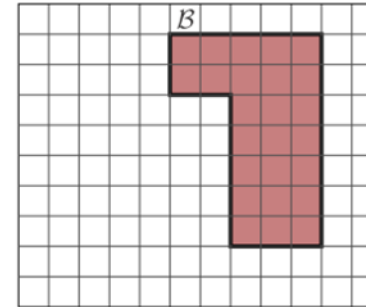
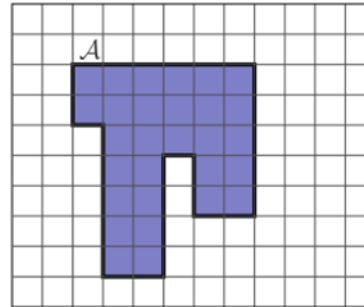
  $C(x, y) := A(x, y) \text{ XOR } B(x, y)$

  $C(x, y) := \text{NOT } A(x, y) \text{ AND } B(x, y)$

Negro (0) = FALSE  
Blanco (1 ó 255) = TRUE

# Pre-procesamiento de Imágenes

## 🦋 OPERACIONES PUNTUALES - BINARIAS



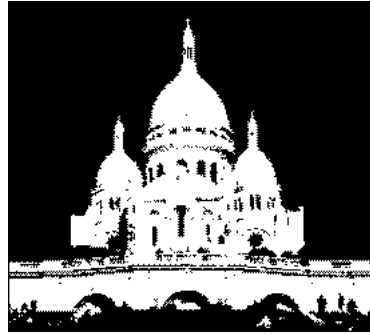
Negro (0) = FALSE  
Blanco (1 ó 255) = TRUE

**OJO:** en algunos libros esta notación puede cambiar.

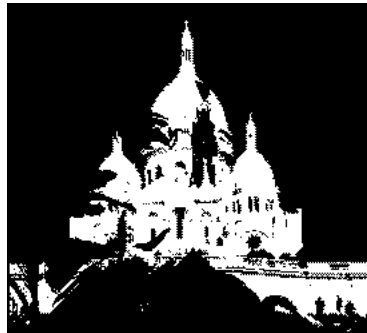
# Pre-procesamiento de Imágenes

## 🌟 OPERACIONES PUNTUALES - BINARIAS

### 🌀 Operaciones Booleanas



A AND B



A OR B



A XOR B





# Preguntas



# MOTIVACIÓN

🦋 OBSERVE EL VIDEO Y RESPONDA A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

🦋 ¿CUÁNTOS DATOS SE REQUIEREN PARA ENTRENAR UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL?

🦋 ¿ES POSIBLE DECIR QUE LOS COMPUTADORES YA SOBREPASARON LA CAPACIDAD HUMANA?

🦋 ¿QUÉ PROBLEMAS EVIDENCIAN LOS SISTEMAS DE VISIÓN ARTIFICIAL, Y EN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE RECONOCIMIENTO DE PATRONES?



[https://www.ted.com/talks/fei\\_fei\\_li\\_how\\_we\\_re\\_teaching\\_computers\\_to\\_understand\\_pictures?language=es](https://www.ted.com/talks/fei_fei_li_how_we_re_teaching_computers_to_understand_pictures?language=es)



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA