



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

VISIÓN ARTIFICIAL

2022 – 2S

<https://drive.google.com/drive/folders/11ytPmqjUTWVC4-zBKqN8hUL-G5HxLCVx?usp=sharing>

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

DIOSELIN ESTEBAN BRITO

Monitor

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, DIEGO PATIÑO, CARLOS MERA, PEDRO

ATENCIO, ALBERTO CEBALLOS, JAIRO RODRÍGUEZ, DIOSELIN BRITO A LOS CUALES DAMOS CRÉDITO.

METODOLOGÍA ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

Sesiones Híbridas: Presenciales y Remotas

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.

EVALUACIÓN



Trabajo Final ((Póster + Presentación) Entrega: 21 de noviembre de 2022	50%
Certificación Coursera (Computer Vision Basics) Entrega: 28 de noviembre de 2022 https://www.coursera.org/programs/coursera-para-la-universidad-nacional-de-colombia-ji3sj/browse?currentTab=MY_COURSES&productId=5YCz7-zMEeeMzQrhp6Bs1g&productType=course&query=digital+image+processing++&showMiniModal=true	25%
Parcial (Adquisición + Procesamiento + Segmentación) Entrega: 17 de octubre de 2022	25%

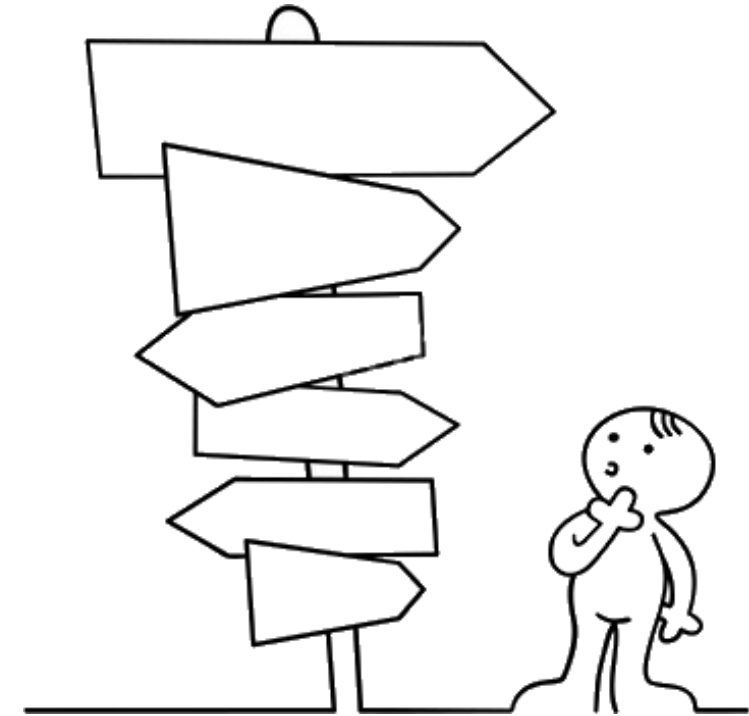
CRITERIOS DE EVALUACIÓN

CRITERIO	VALOR
Descripción del dataset: Detalla el origen de los datos, describe su contexto, su composición, cantidad, distribución, limitantes.	10%
Metodología: Describe los métodos usados, argumentan la selección de los mismos. La estructura del código fuente es coherente con los métodos, hay orden lógico y comentarios que permiten tener una idea clara de la función de los bloques de código.	35%
Presentación de resultados y uso de métricas: Hay un cuadro comparativo de las diferentes métricas empleadas, en los métodos elegidos. Hay un orden lógico en la presentación de las métricas, y se explican sus resultados, se eligieron métricas coherentes con los métodos empleados, hay gráficos explicativos de las métricas.	20%
Análisis y conclusiones: Hay una explicación del proceso llevado a cabo, se analizan los resultados obtenidos en las métricas y el porqué de sus diferencias, se concluye de manera clara, cuales son las mejoras posibles y los inconvenientes presentados durante el proceso.	35%

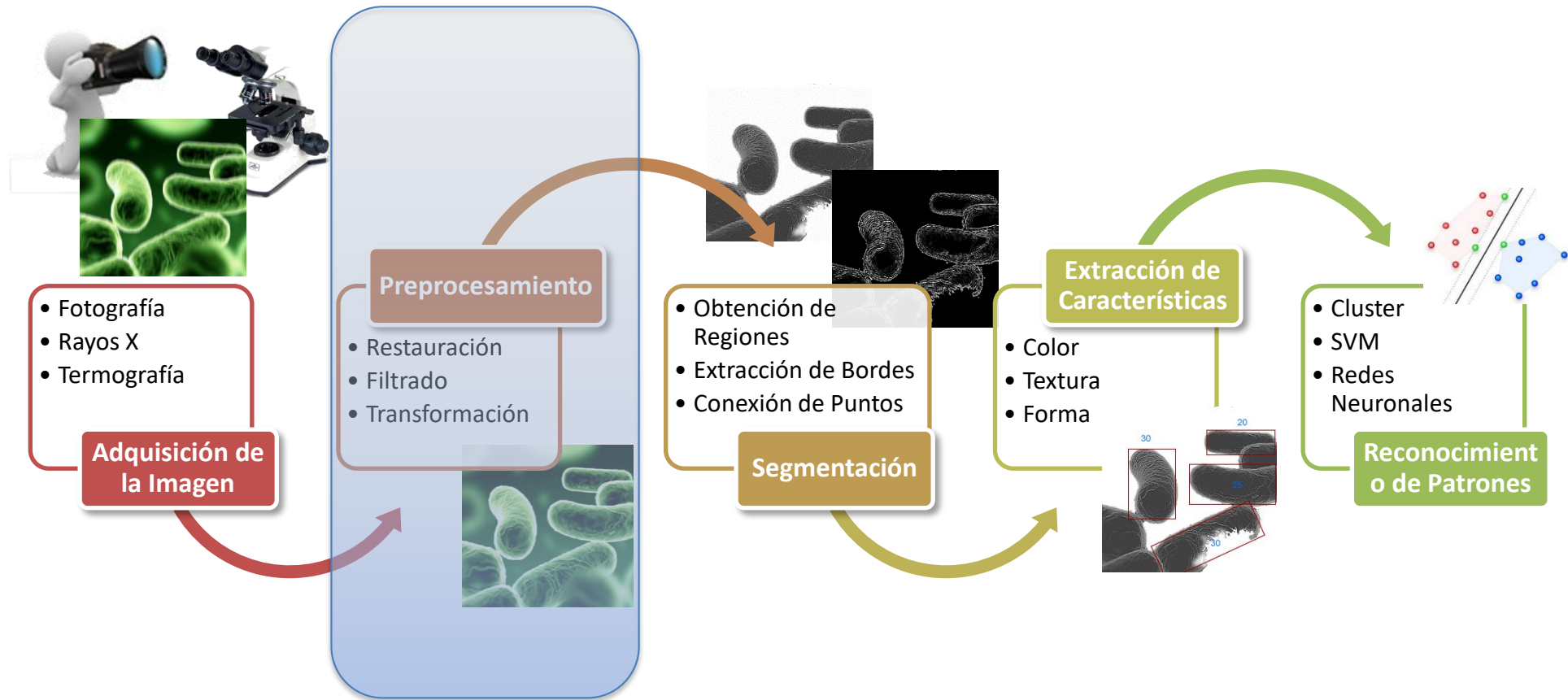
EN LA CLASE DE HOY ...

🦋 PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DIGITALES

- 🌀 Operaciones Pixel a Pixel – Unarias
- 🌀 Operaciones Pixel a Pixel - Binarias
- 🌀 Operaciones de Vecindad
- 🌀 Transformaciones Geométricas



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.

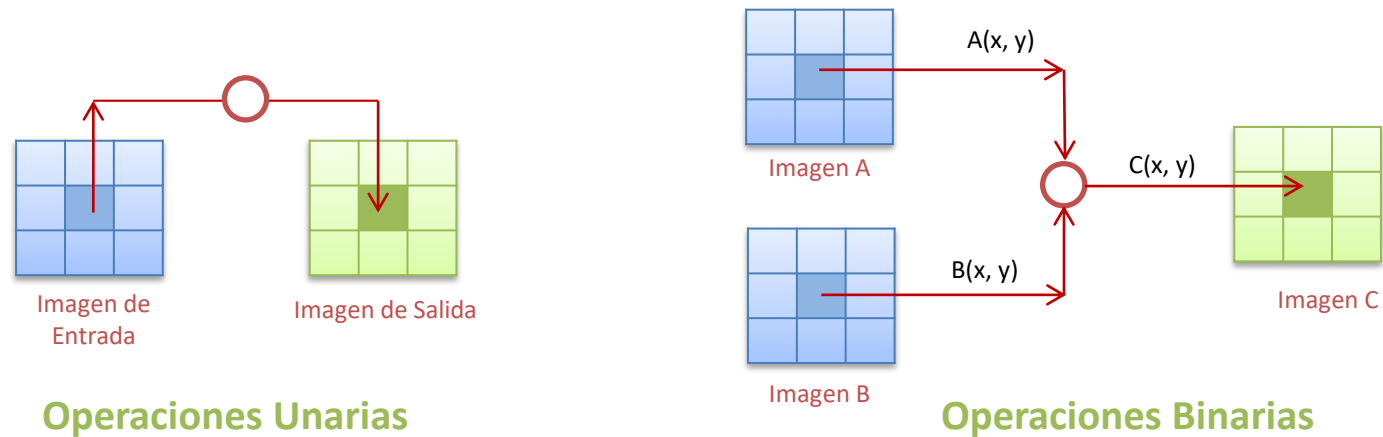


- 🌀 Se **resaltan ciertas características** de la imagen (bordes, contraste, ...) y se ocultan o eliminan otras (por ejemplo, el ruido)
- 🌀 El preprocesamiento es una etapa previa que es necesaria para otras fases posteriores del proceso de visión artificial (segmentación, extracción de características,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

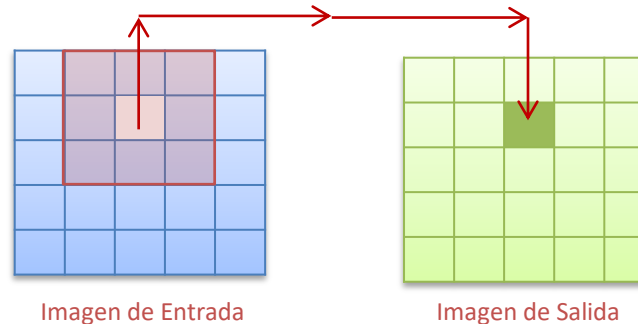
Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 EL PREPROCESAMIENTO

🌀 Alteración **píxel a píxel** de la imagen (**Operaciones Puntuales**)



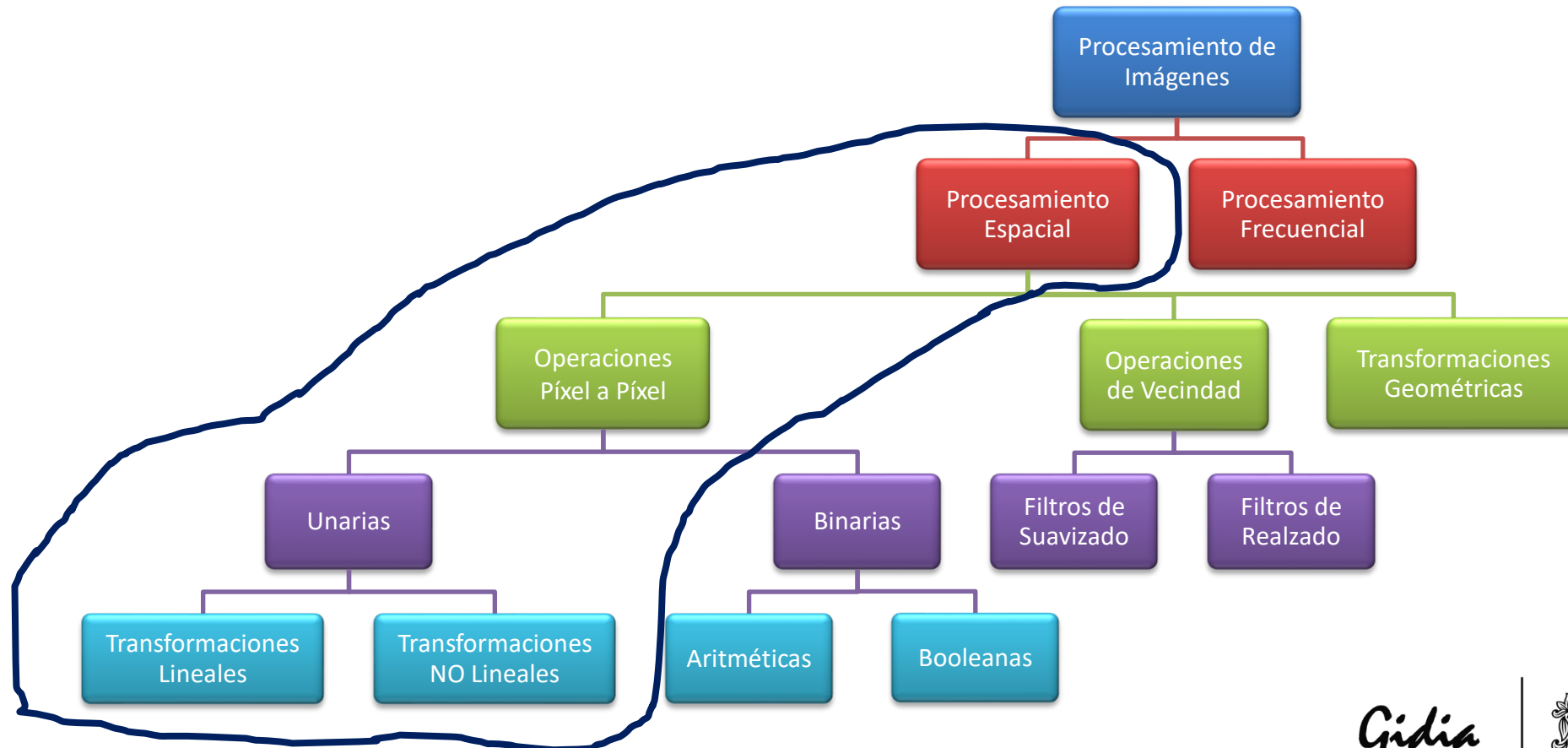
🌀 Operaciones basadas en múltiples puntos u **Operaciones de Vecindad**



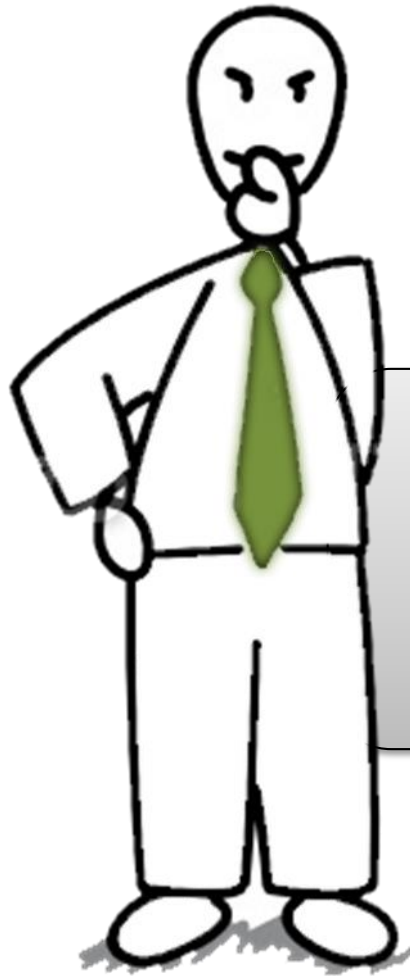
Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 EL PREPROCESAMIENTO

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



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

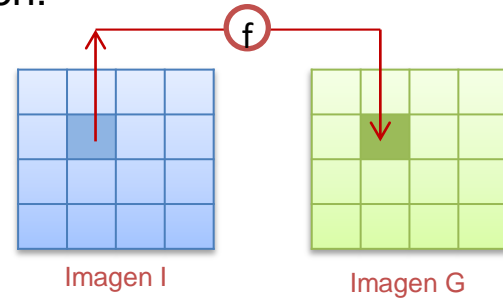


OPERACIONES PIXEL A PIXEL

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 del Histograma
- 🌀 Transformaciones Lineales
- 🌀 Transformaciones NO Lineales

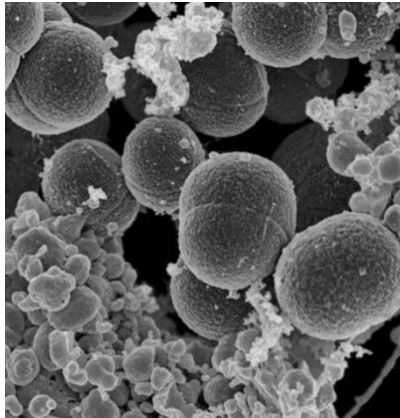
PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES



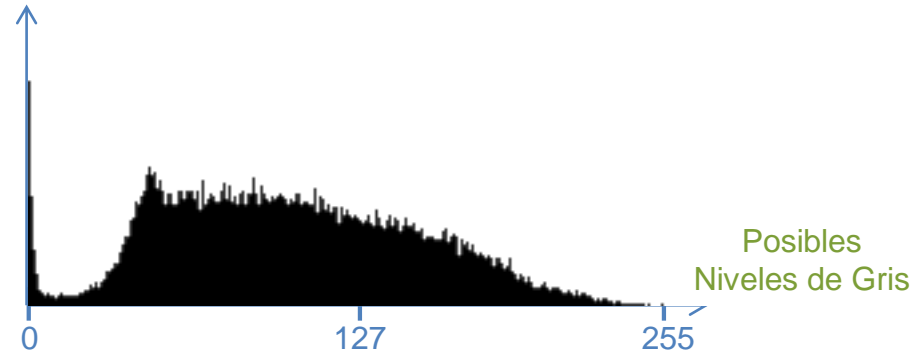
Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 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.



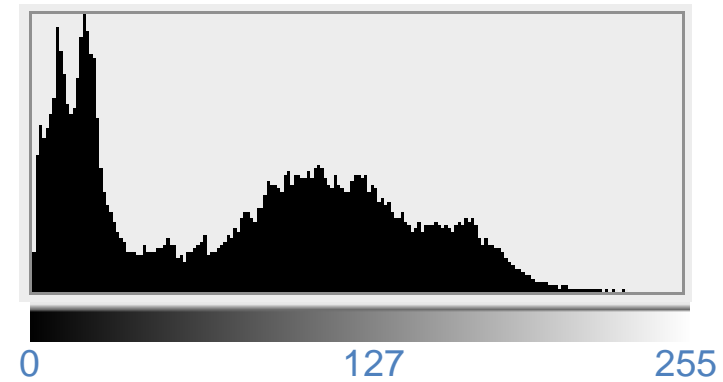
de píxeles con un determinado nivel de gris



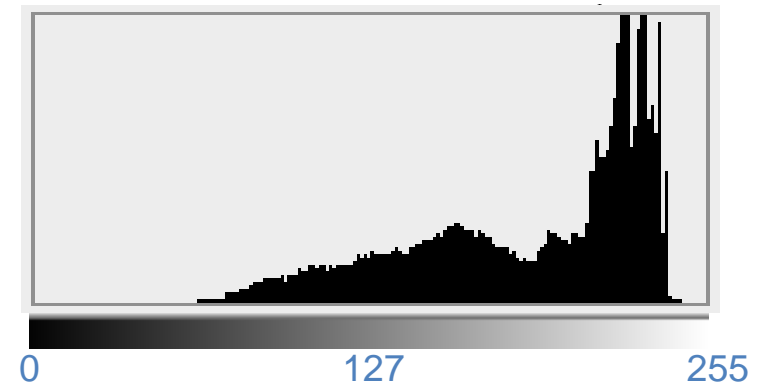
- 🌀 Son un elemento importante en la etapa de **Pre-procesamiento** pues este nos ayuda a comprender y a determinar qué **transformaciones** usar para mejorar la calidad de una imagen.

🦋 EL PREPROCESAMIENTO – HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

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



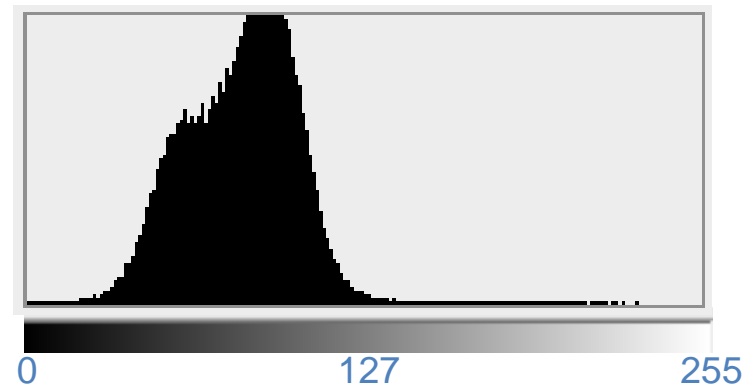
- 🌀 Una imagen **muy clara** con exceso de brillo:



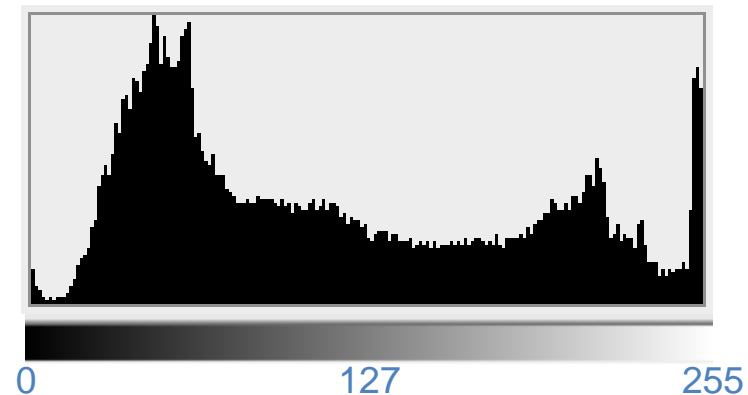
En la parte izquierda se acumulan los tonos de baja intensidad (oscuros).

🦋 EL PREPROCESAMIENTO – HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

🌐 Una imagen con **poco contraste**:

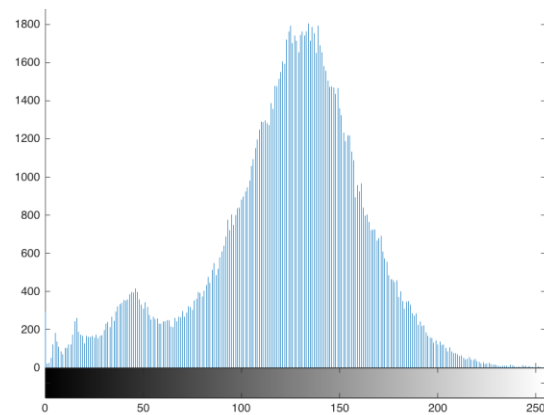
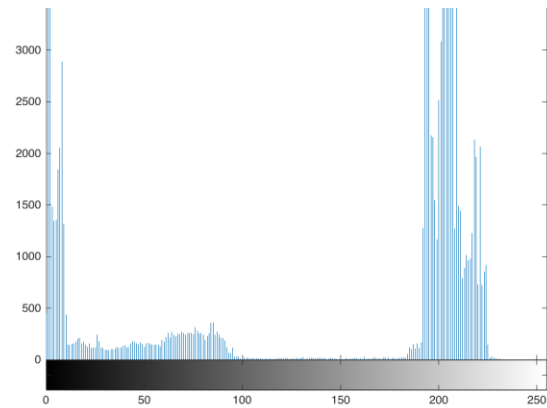
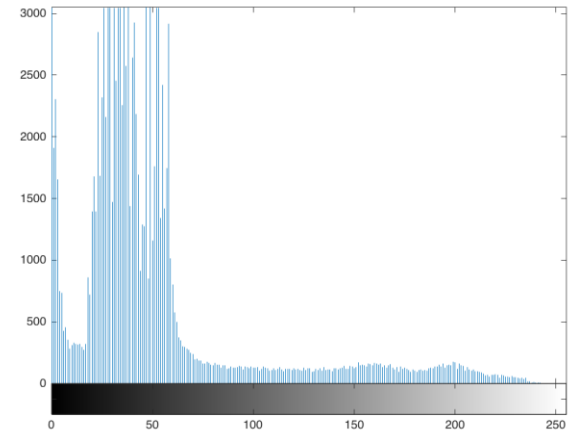
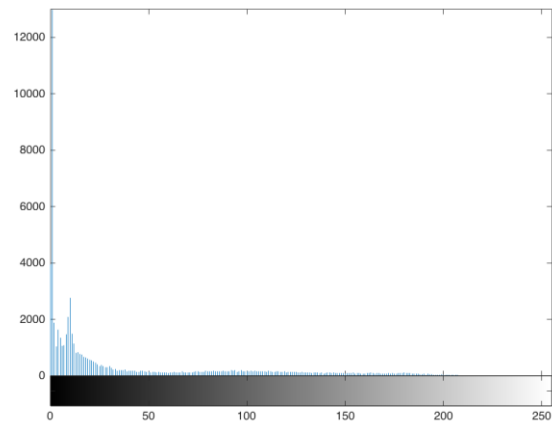


🌐 Una imagen **con mucho contraste** y **pocos medios tonos**:



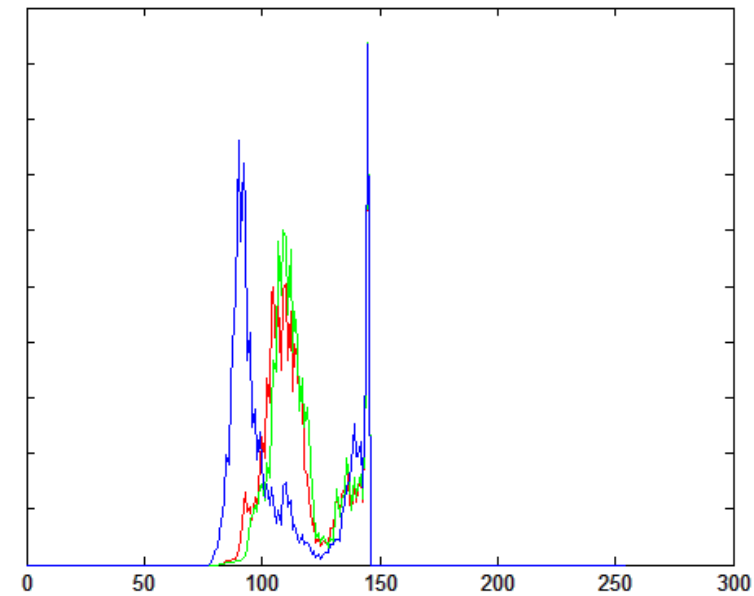
🦋 EL PREPROCESAMIENTO – HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

🌀 ¿Qué se puede deducir de éstos histogramas presentados?



Pre-procesamiento de Imágenes

- La **Expansión del Histograma** (o normalización) es una técnica simple para mejorar el contraste de una imagen que “**expande**” el rango de niveles de intensidad que contiene la imagen a un rango de valores deseado.



Pre-procesamiento de Imágenes

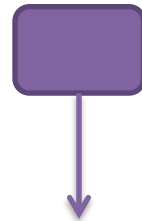
- Nos interesa **Expandir el Histograma** para conseguir que aparezca todo el rango de valores en intensidad en una imagen ... ¿Qué debemos hacer?

Procedimiento:

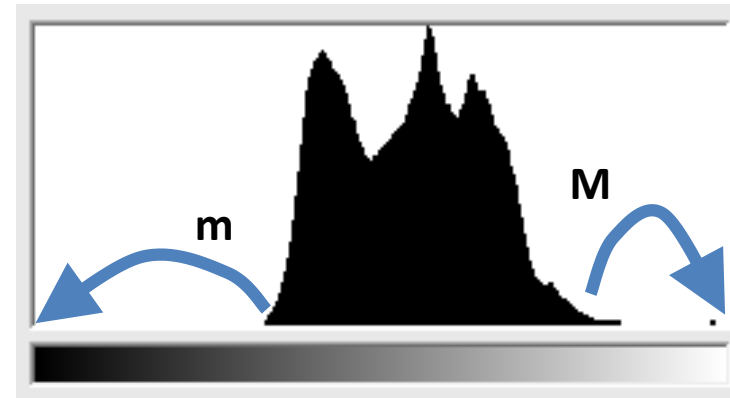
- Encuentre el **valor mínimo** de nivel de gris (**m**)
- Encuentre el **valor máximo** de nivel de gris (**M**)

Con base en estos valores se define la función de expansión (normalización) como:

$$f(x) := (x - m) * 255 / (M - m)$$



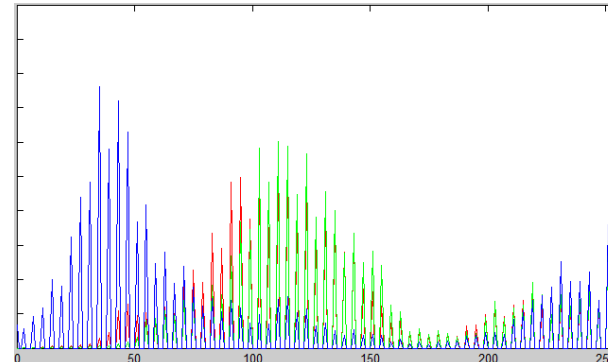
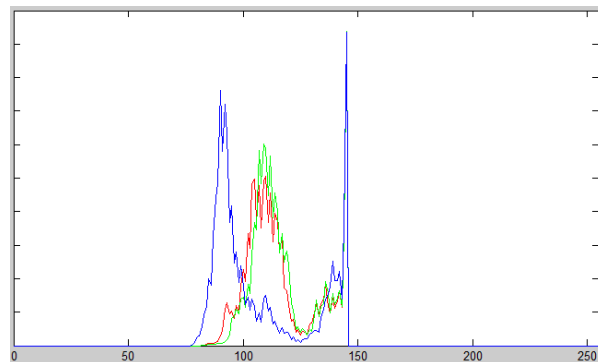
Este valor depende de la resolución en amplitud de la imagen



Pre-procesamiento de Imágenes

Expansion del Histograma - Ejemplo:

$$f(x) := (x - m) * 255 / (M - m)$$

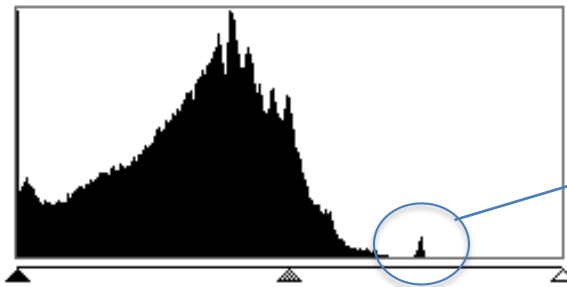


Pre-procesamiento de Imágenes

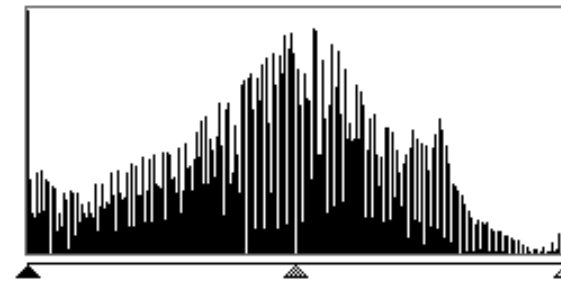
Expansion del Histograma - Ejemplo:

$$f(x) := (x - m) * 255 / (M - m),$$

$$f(x) := (x - 0) * 255 / (150 - 0)$$

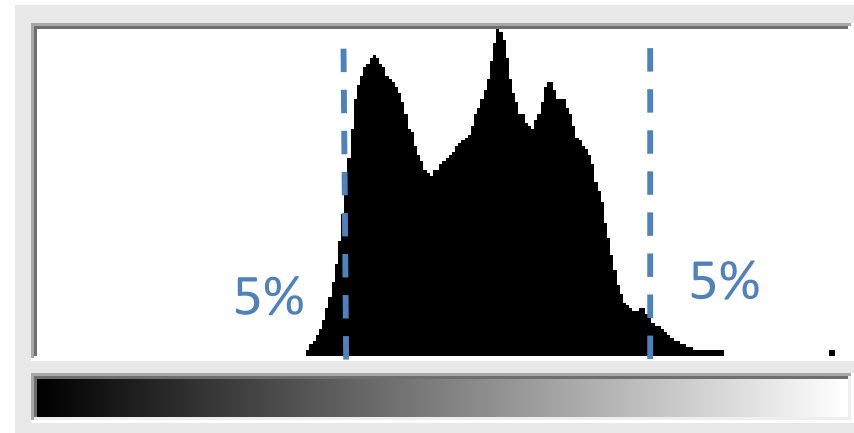


Puede ser un
máximo falso



Pre-procesamiento de Imágenes

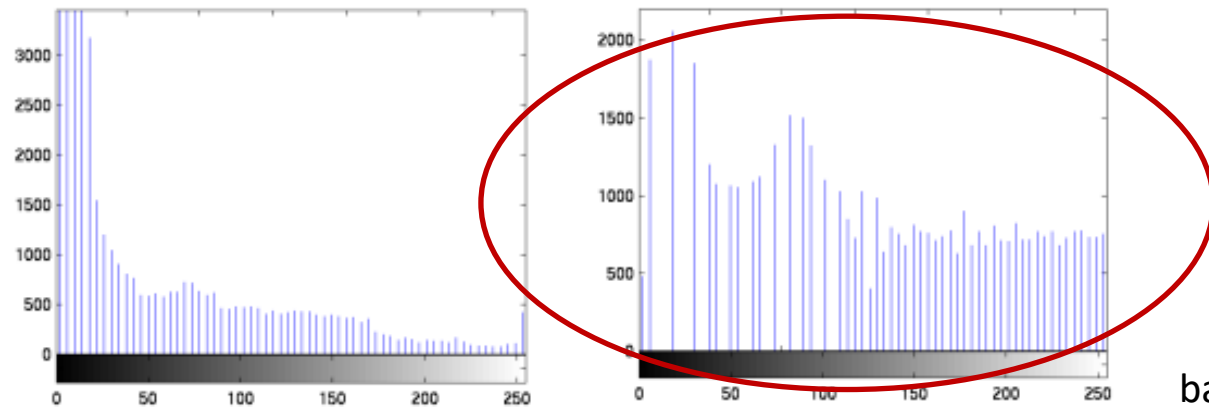
- En la **Expansión del Histograma** se debe tener cuidado al seleccionar el **mínimo** y el **máximo** porque valores muy bajos o muy altos con poca frecuencia en el histograma pueden hacer que el ajuste no funcione. Así que generalmente **m** y **M** se calculan con el valor del percentil 5 y 95:



Pre-procesamiento de Imágenes

- La **Ecualización del Histograma** de una imagen es una transformación que pretende obtener para una imagen un histograma con una distribución uniforme. Es decir, que exista el mismo número de píxeles para cada nivel de gris.

[Wikipedia]

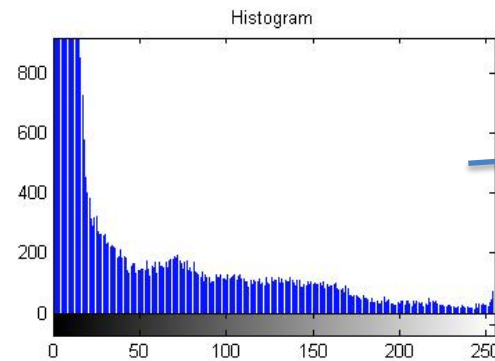
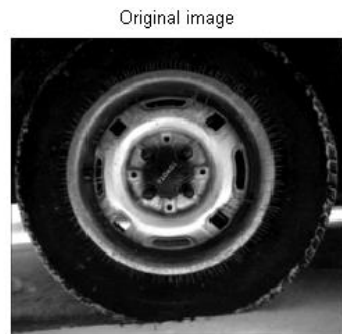


La manipulación de los niveles de gris a través de una función de transformación.

habilidad de

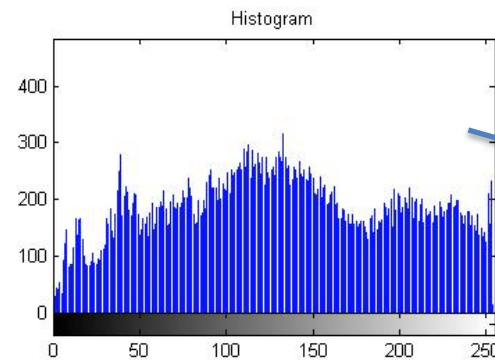
Pre-procesamiento de Imágenes

La idea es pasar del histograma de la izquierda al de la derecha:



$$P_r(r)$$

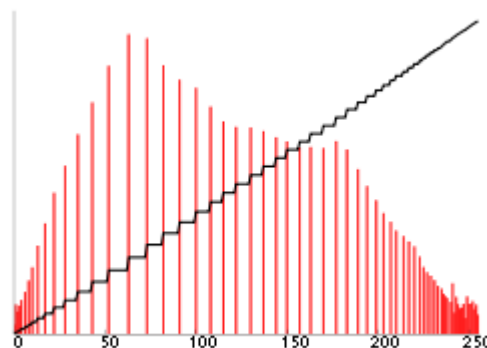
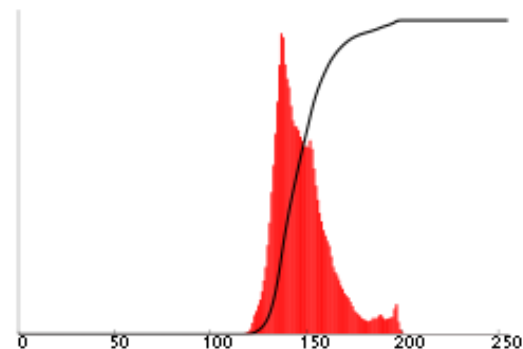
Mas contraste entre
Los elementos de la
imagen.



$$P_s(s)$$

Pre-procesamiento de Imágenes

🌀 Ejemplo – Ecualización del Histograma

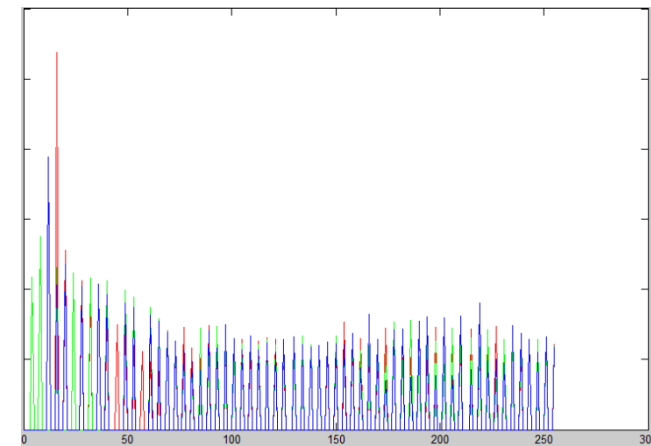
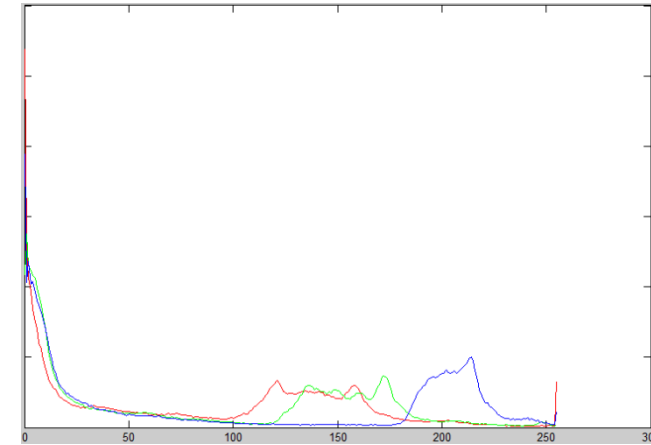


¿Es un histograma plano el mejor histograma? (consultar Histogram Matching).

Pre-procesamiento de Imágenes

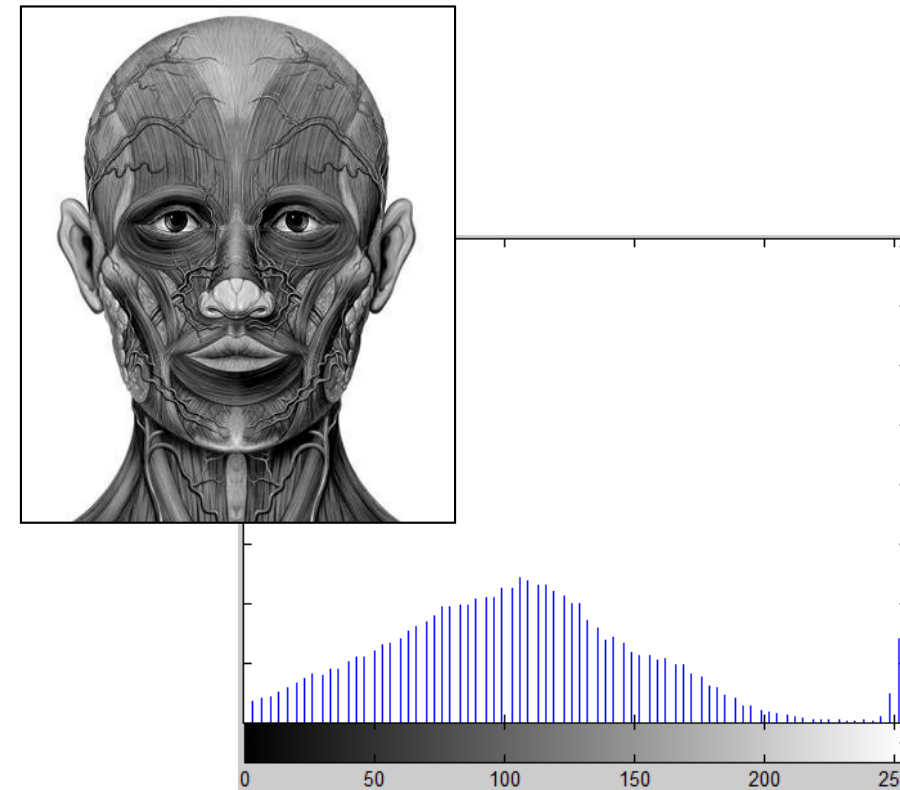
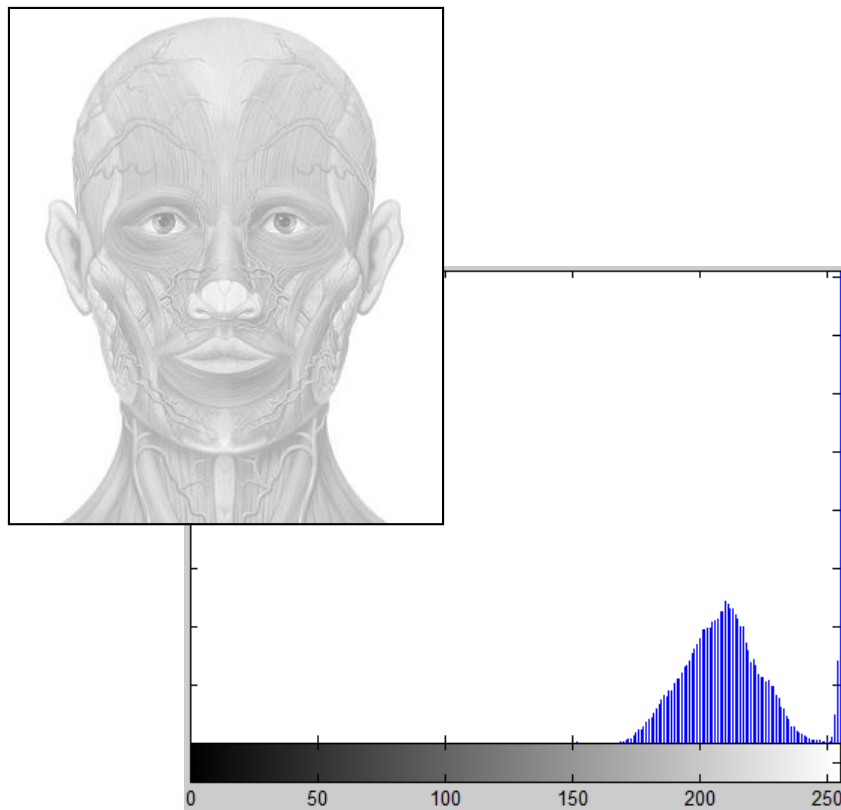
🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

🌀 Ejemplo – Ecualización del Histograma

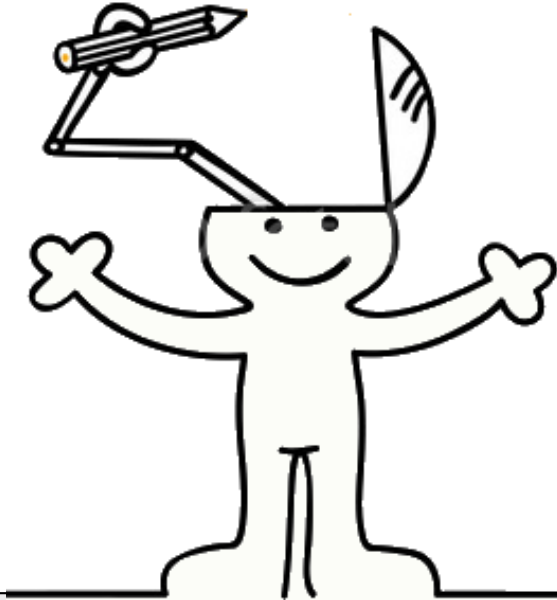


Pre-procesamiento de Imágenes

- 🕒 Dada la imagen A, que tipo de transformación se debe aplicar para obtener la imagen B?
Explique su respuesta.



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES



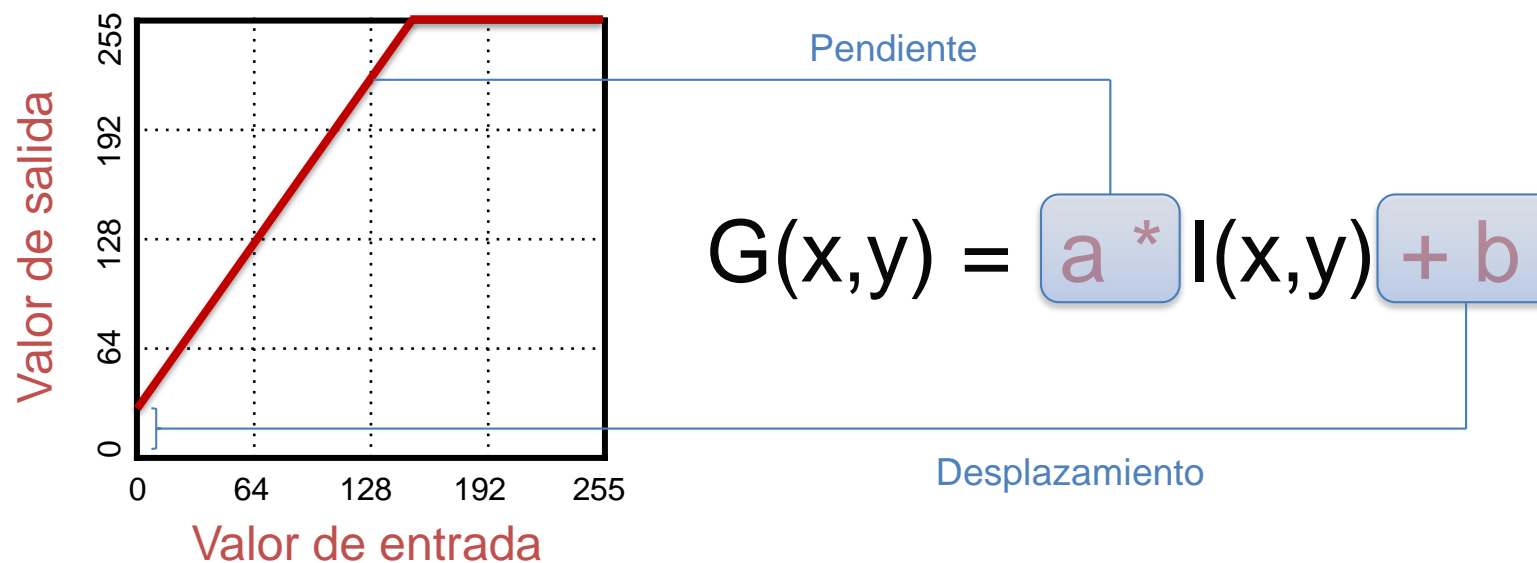
TRANSFORMACIONES LINEALES EN OPERACIONES PUNTUALES UNARIAS

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

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

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

🌀 La forma general de una transformación lineal es la siguiente:

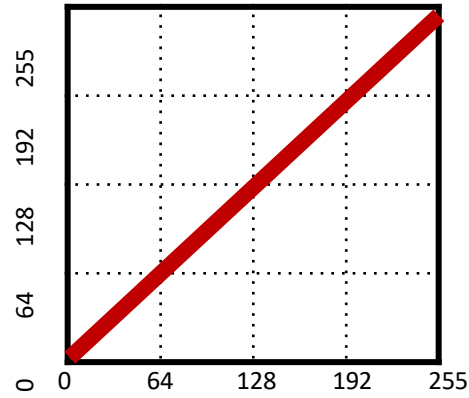
$$G(x,y) = a * I(x,y) + b$$

Con base en esta ecuación tenemos que:

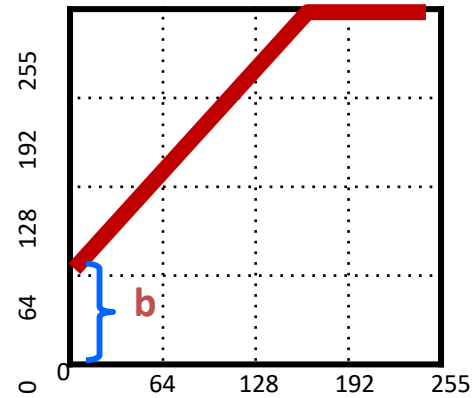
- 🌀 Si $a = 1$ y $b = 0$ entonces $g(x, y) = f(x, y)$ (**Identidad**)
- 🌀 Si $a = 1$ y $b > 0$, el nivel de gris se aumenta en b unidades (**Suma**)
- 🌀 Si $a = 1$ y $b < 0$, el nivel de gris se disminuye en b unidades (**Resta**)
- 🌀 Si $a > 1$, se produce un incremento del contraste (**Multipliación**)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

Pre-procesamiento de Imágenes

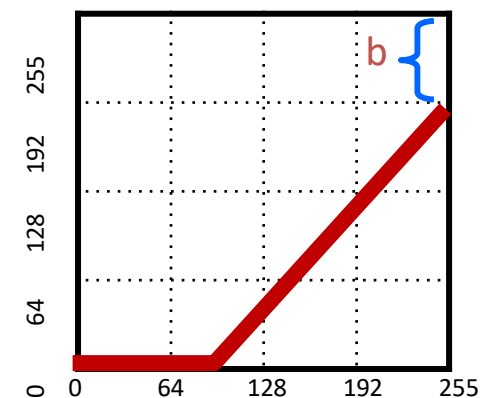
Identidad: $f(x) := x$



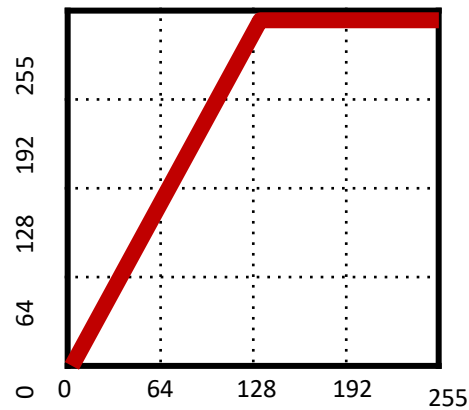
Suma: $f(x) := x + b$



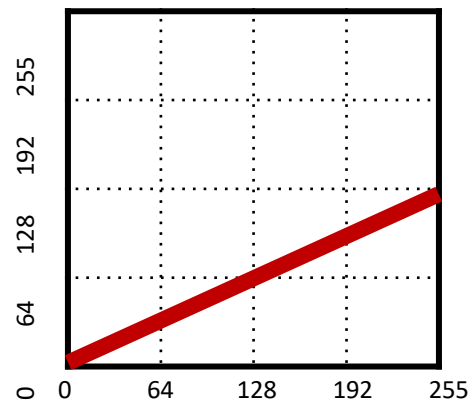
Resta: $f(x) := x - b$



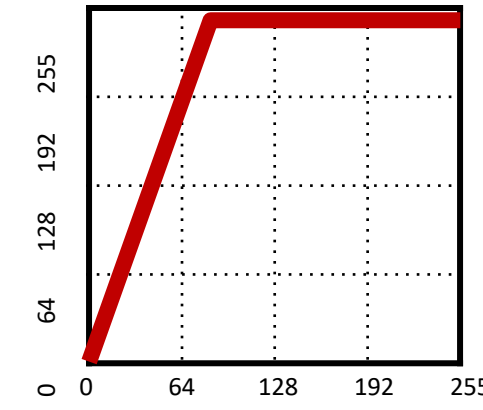
Multiplicar 2: $f(x) := 2x$



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



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



Pre-procesamiento de Imágenes

🏆 OPERACIONES 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:

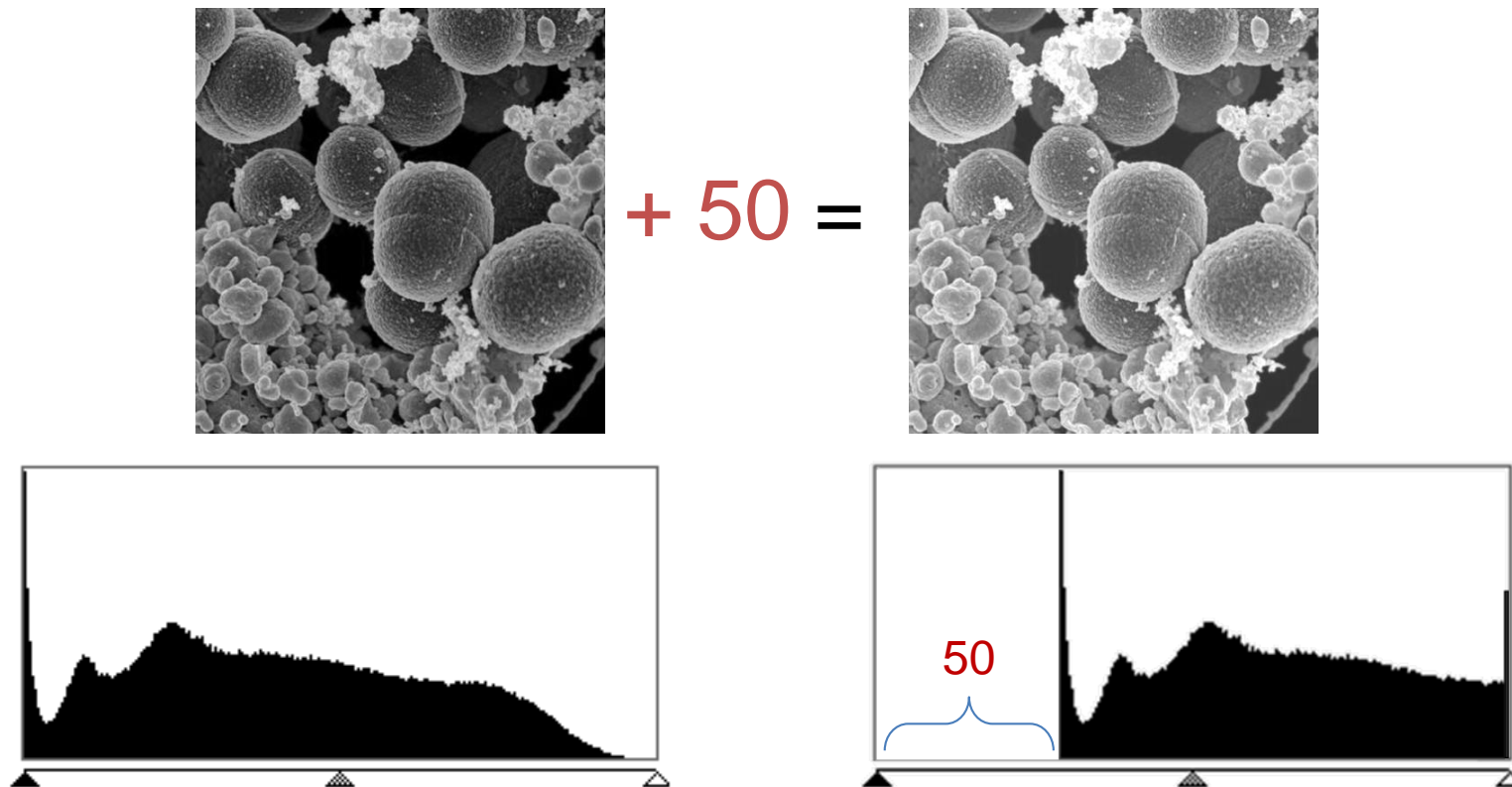


+ 80 =



🚀 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.



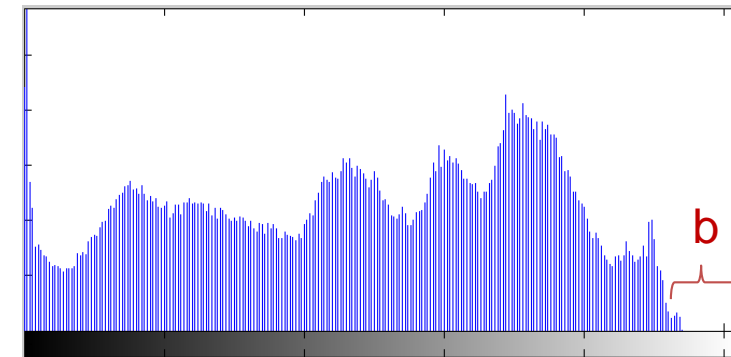
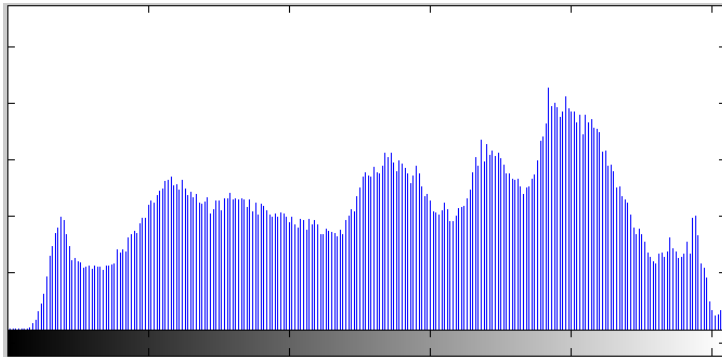
$$+ (-30)$$
$$=$$



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

$I(x,y)$

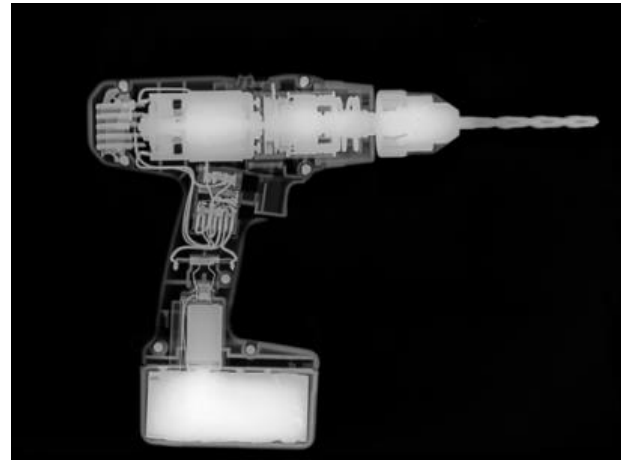
=

$G(x,y)$

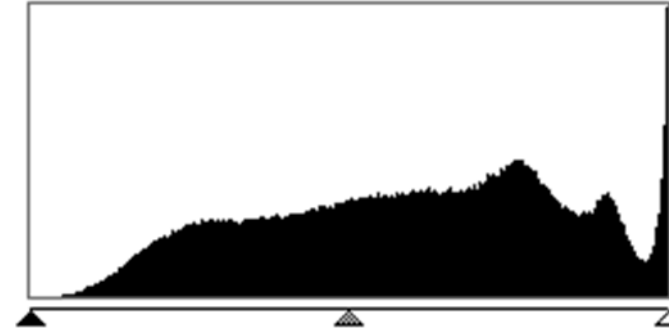
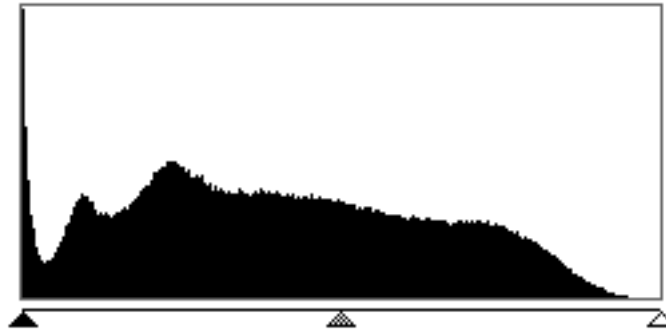
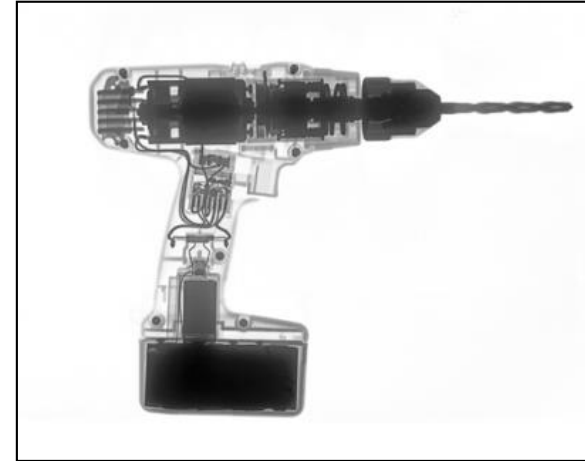
🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 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 -

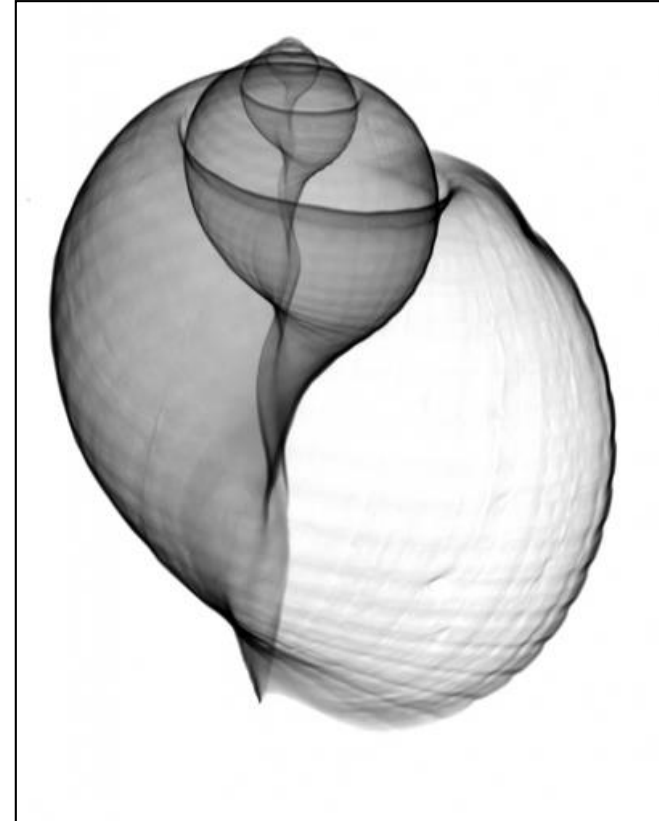
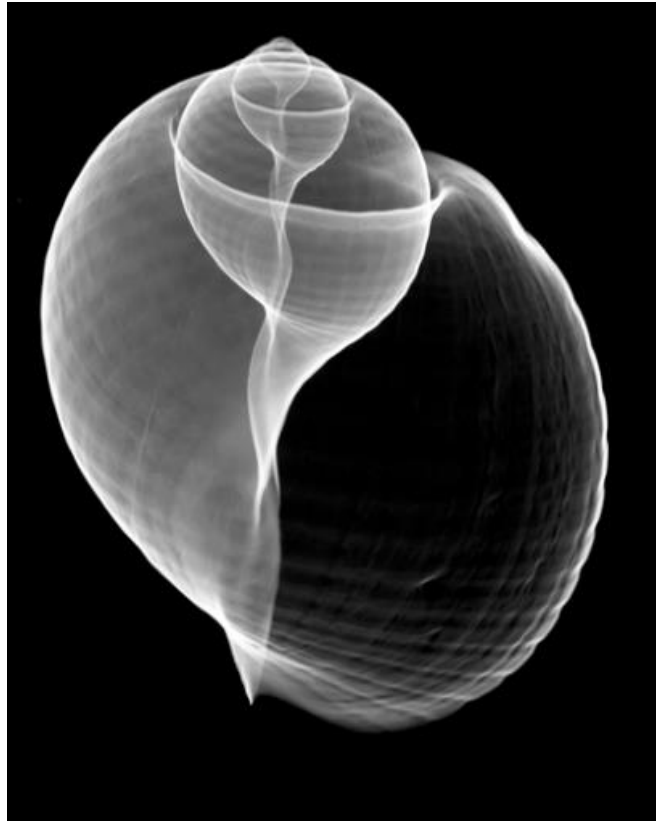


=



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:

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



Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

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

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

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

$I(x,y)$

$* 2 =$

$G(x,y)$

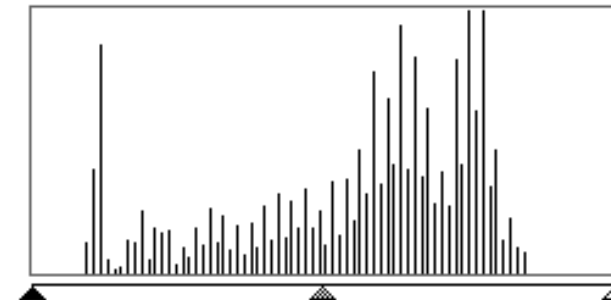
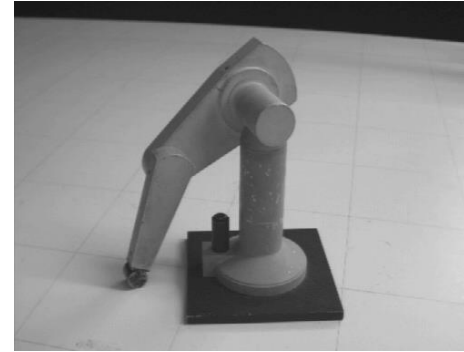
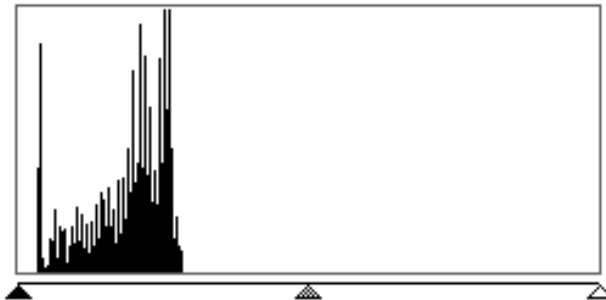
Pre-procesamiento de Imágenes

👤 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

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

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

$$* 3 =$$

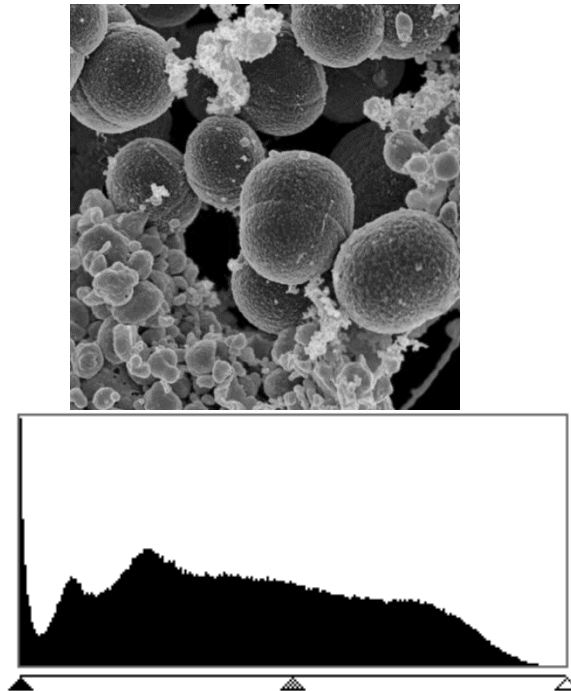


Pre-procesamiento de Imágenes

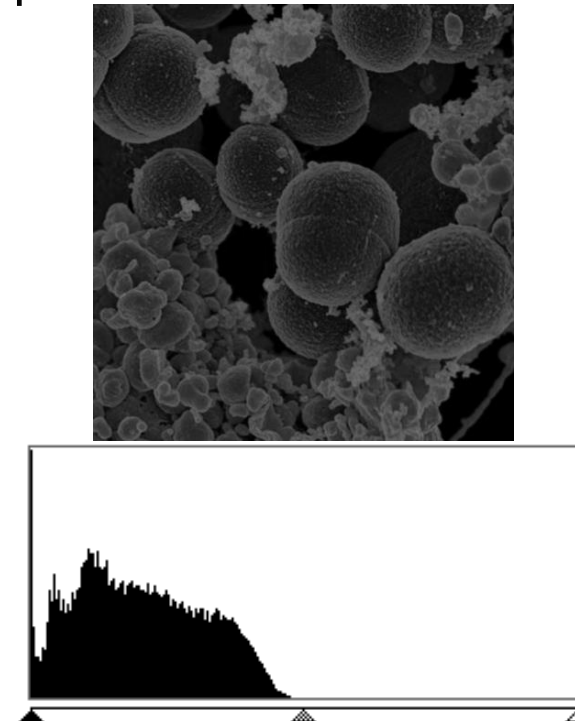
🚀 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

🌐 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

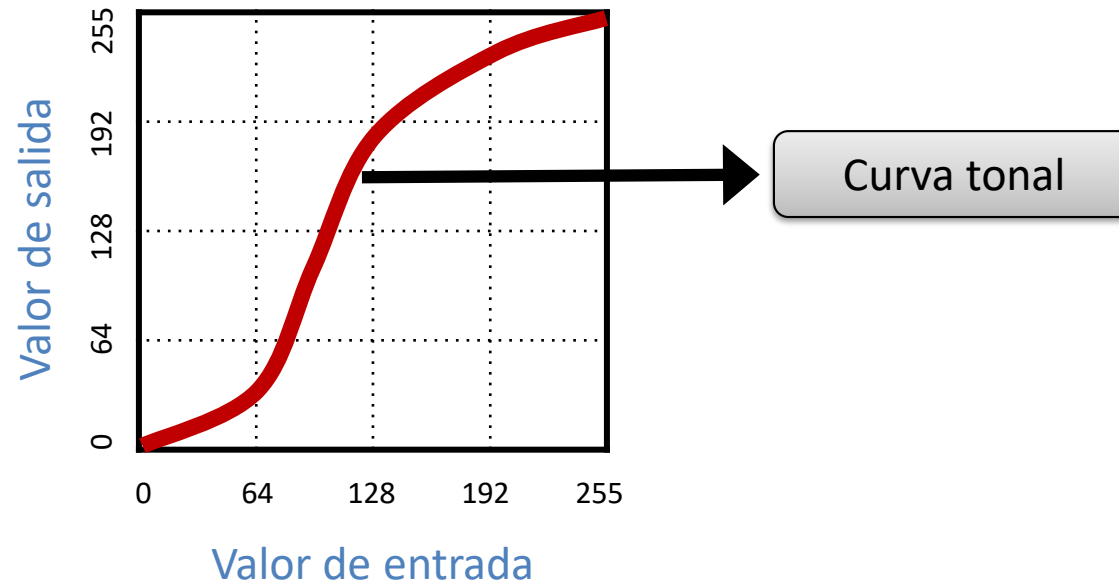


TRANSFORMACIONES NO LINEALES EN
OPERACIONES PUNTUALES UNARIAS

Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES NO LINEALES

- 🌀 Pero la transformación también puede ser **NO LINEAL**: cuadráticas, polinomiales, exponenciales, logarítmicas, escalonadas, etc. en general, transformaciones elementales que se pueden ver como funciones $f: N \rightarrow N$

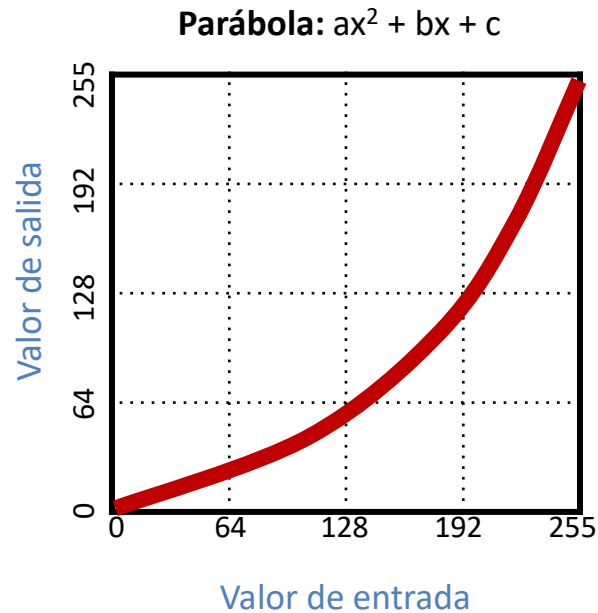


Se puede usar cualquier función con estas características para modificar el histograma

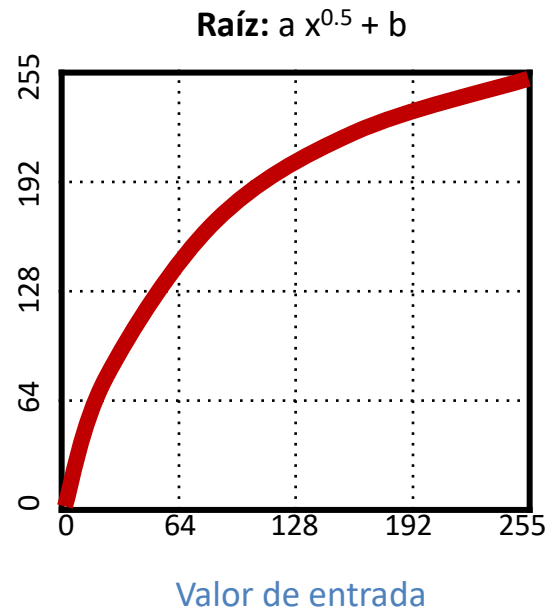
Pre-procesamiento de Imágenes

👤 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES NO LINEALES

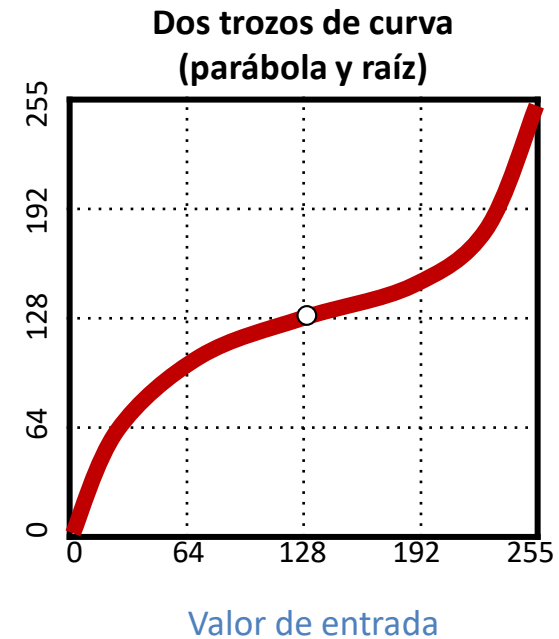
🕒 Ejemplos de Transformaciones NO Lineales:



Resultado: oscurecer los medios tonos



Resultado: aclarar los medios tonos

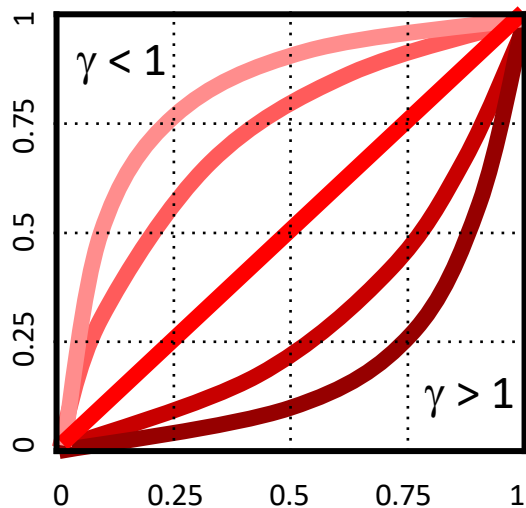


Resultado: aclarar tonos oscuros y oscurecer los claros

Pre-procesamiento de Imágenes

OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES NO LINEALES

- Transformación Gamma (Gamma Correction): se usa para manipular el contraste y realzar la imagen. La ecuación general es: $f(x) := ax^\gamma$ siendo gamma (γ) el exponente de la potencia de x. Para el caso de que $a=1$ tenemos:



En el caso de que $\gamma > 1$ se obtendrán tonos más oscuros

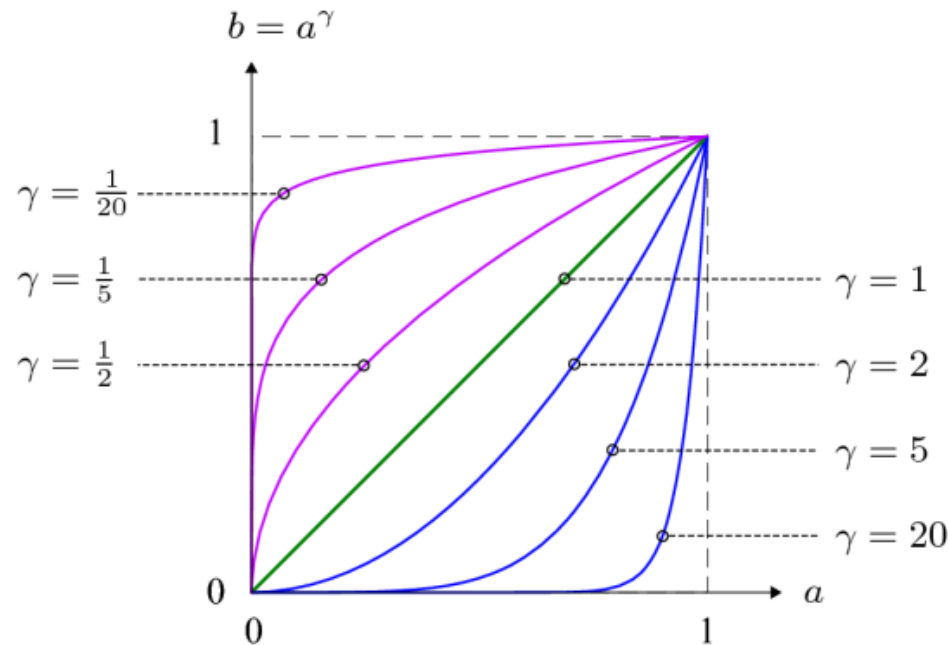
En el caso de que $\gamma < 1$ se obtendrán tonos más claros

NOTA: Si los niveles de gris se tratan como valores reales entre 0 y 255, la descripción anterior se invierte.

Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES NO LINEALES

- 🌀 **Transformación Gamma (Gamma correction):** se usa para manipular el contraste y realzar la imagen. La ecuación general es: $f(x) := ax^\gamma$ siendo gamma (γ) el exponente de la potencia de x.



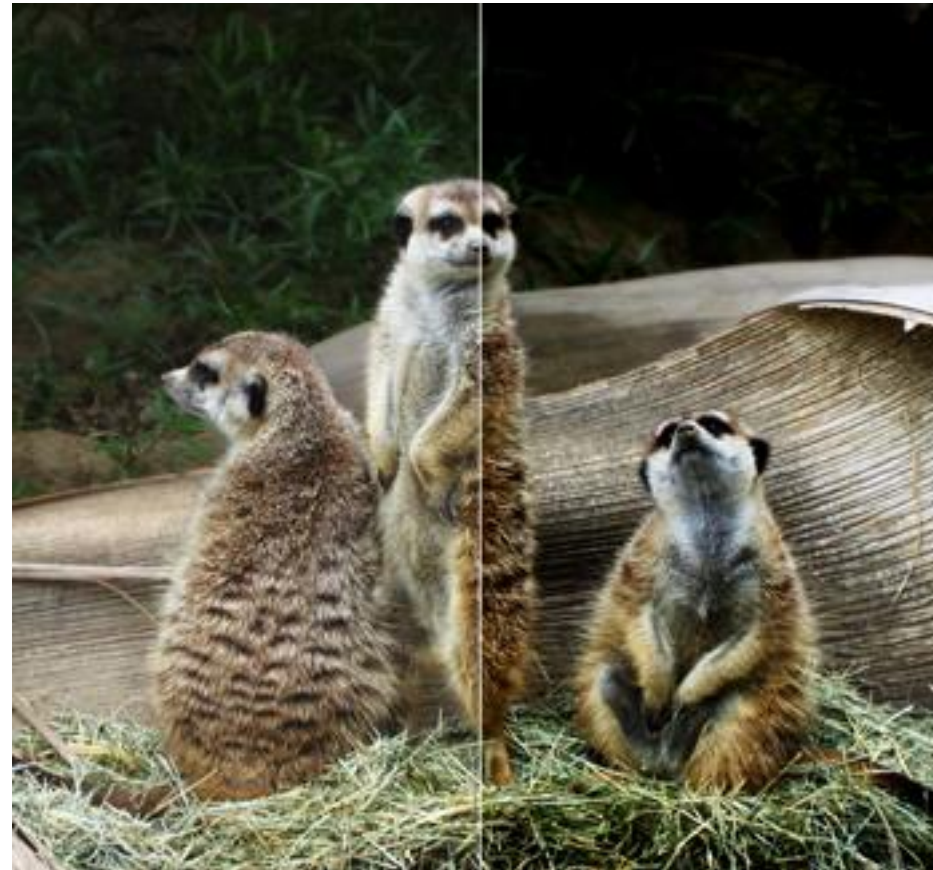
En el caso de que $\gamma < 1$ se obtendrán tonos más claros

En el caso de que $\gamma > 1$ se obtendrán tonos más oscuros

Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES NO LINEALES

🌀 Transformación Gamma - Ejemplos



Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES NO LINEALES

🌀 Transformación Gamma - Ejemplos



Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES NO LINEALES

🌀 Transformación Gamma - Ejemplos



Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES NO LINEALES

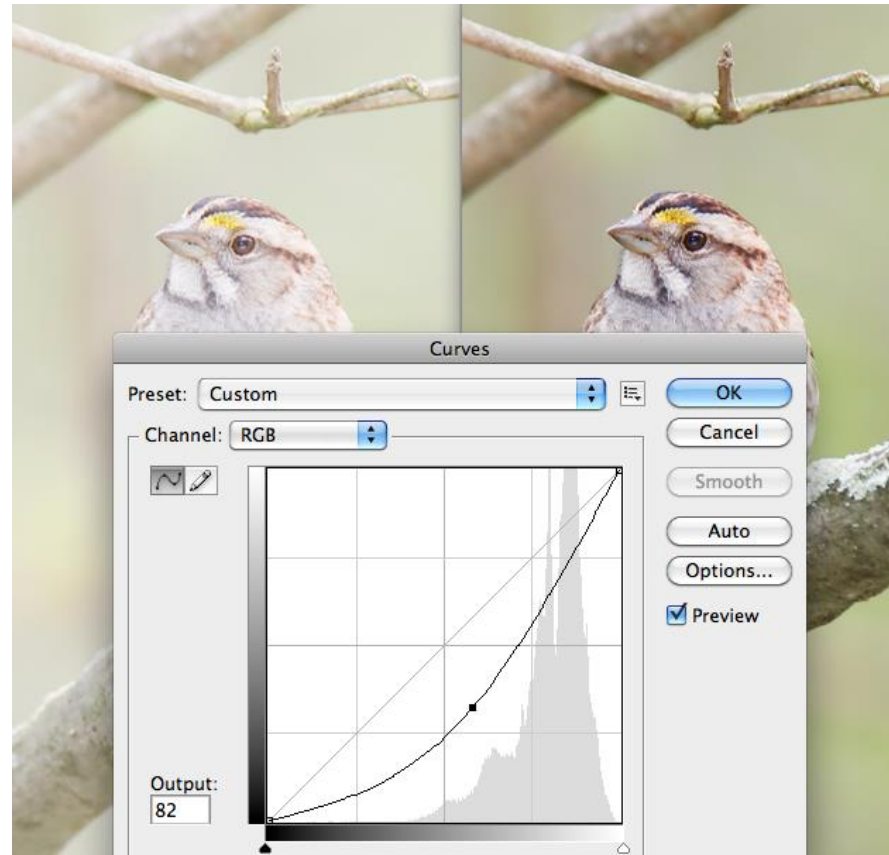
🌀 Transformación Gamma - Ejemplos



Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES NO LINEALES

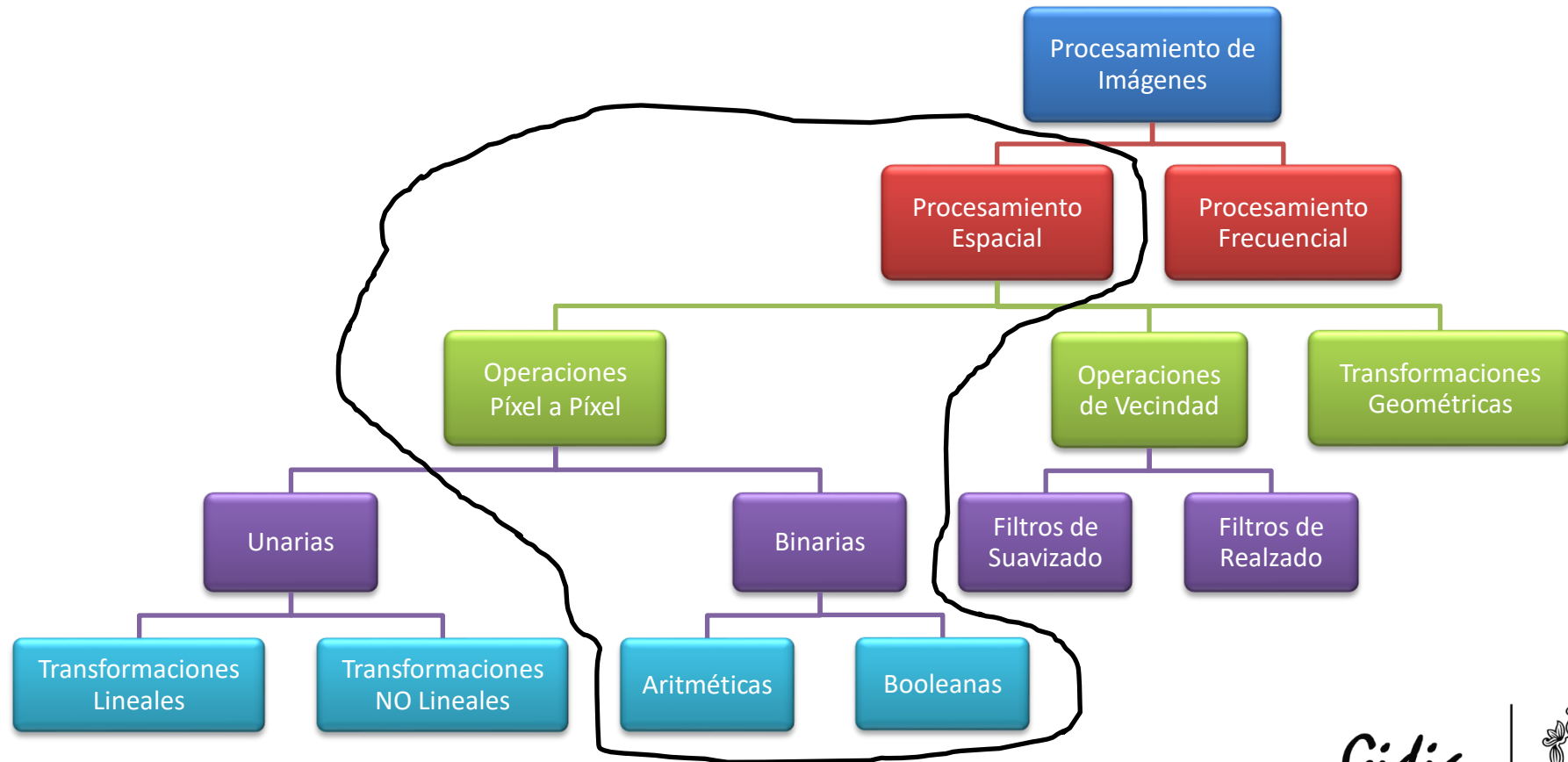
🌀 Transformación Gamma - Ejemplos



Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 EL PREPROCESAMIENTO

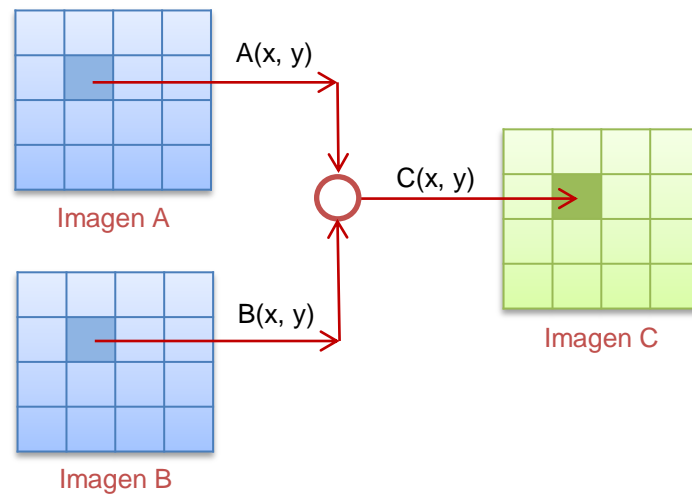
- 🎯 El objetivo del Preprocesamiento es **mejorar la calidad** y/o la apariencia de la imagen original para su análisis e interpretación.



Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES - BINARIAS

- Las operaciones píxel a píxel binarias son aquellas que toman como entrada dos o más imágenes y producen una nueva imagen que es la combinación de las primeras:

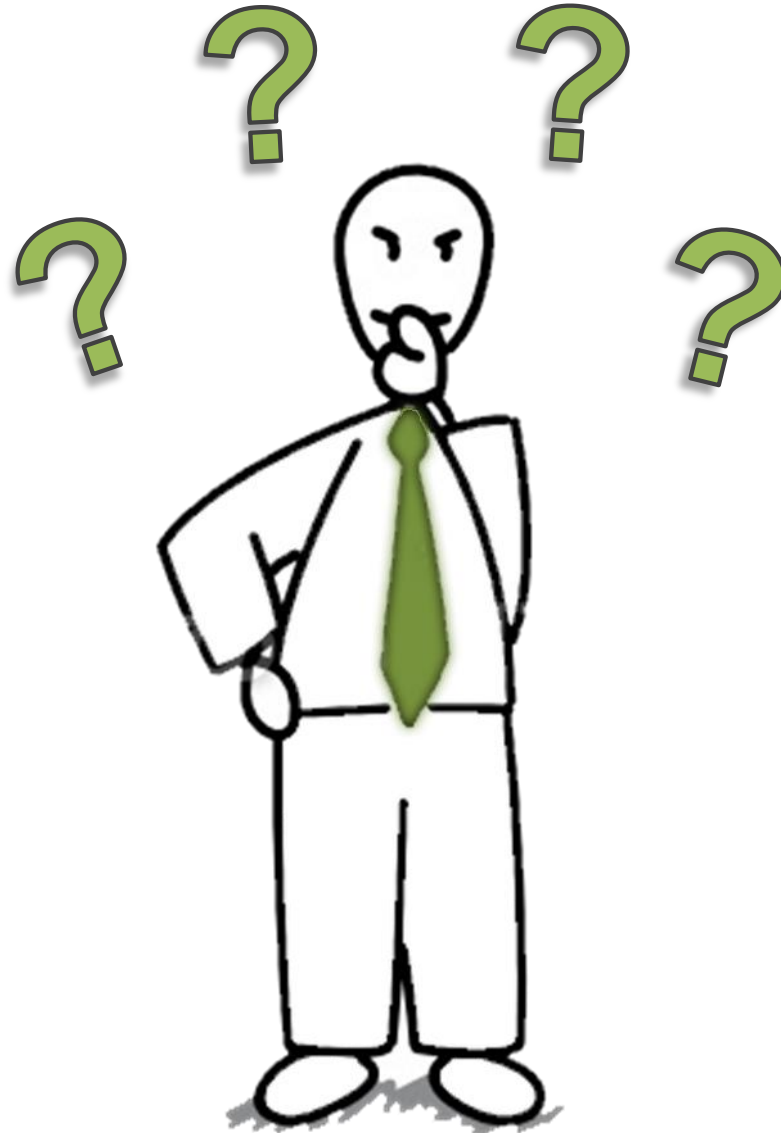


$$C(x,y) = f[A(x,y) , B(x,y)]$$

- ✓ **Aritméticas:** Suma, Resta, Multiplicación y División
- ✓ **Booleanas:** AND, OR, XOR, NOT

¿Cuáles son los problemas que se pueden presentar al combinar una o más imágenes?

Preguntas





UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA