



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

VISIÓN ARTIFICIAL

2021 – 01

https://github.com/jwbranch/Vision_Artificial_2021-1



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

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, 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.

EVALUACIÓN



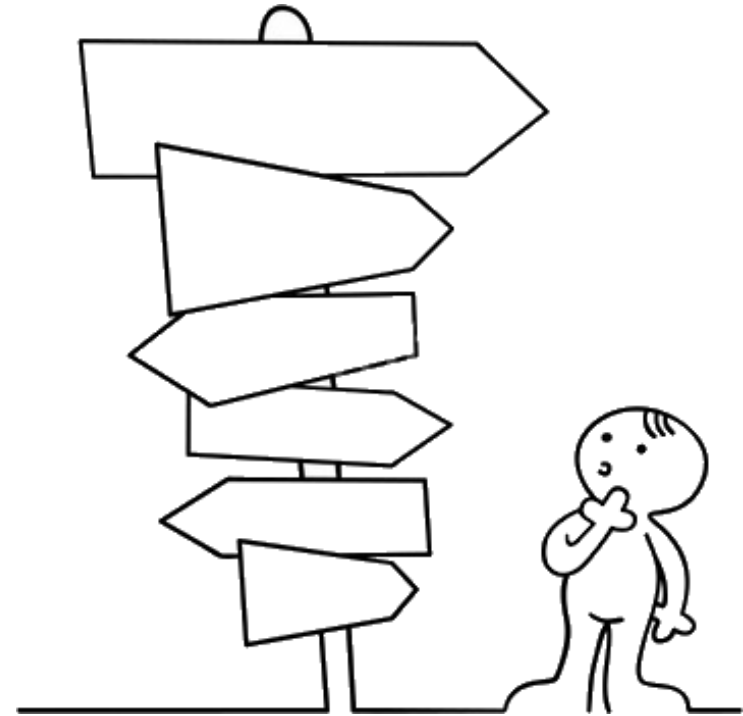
Parcial 1 - Preprocesamiento de Imágenes	25%
Parcial 2 - Segmentación de Imágenes	25%
Proyecto Final	50%

Opcional: Seguimiento → 10%

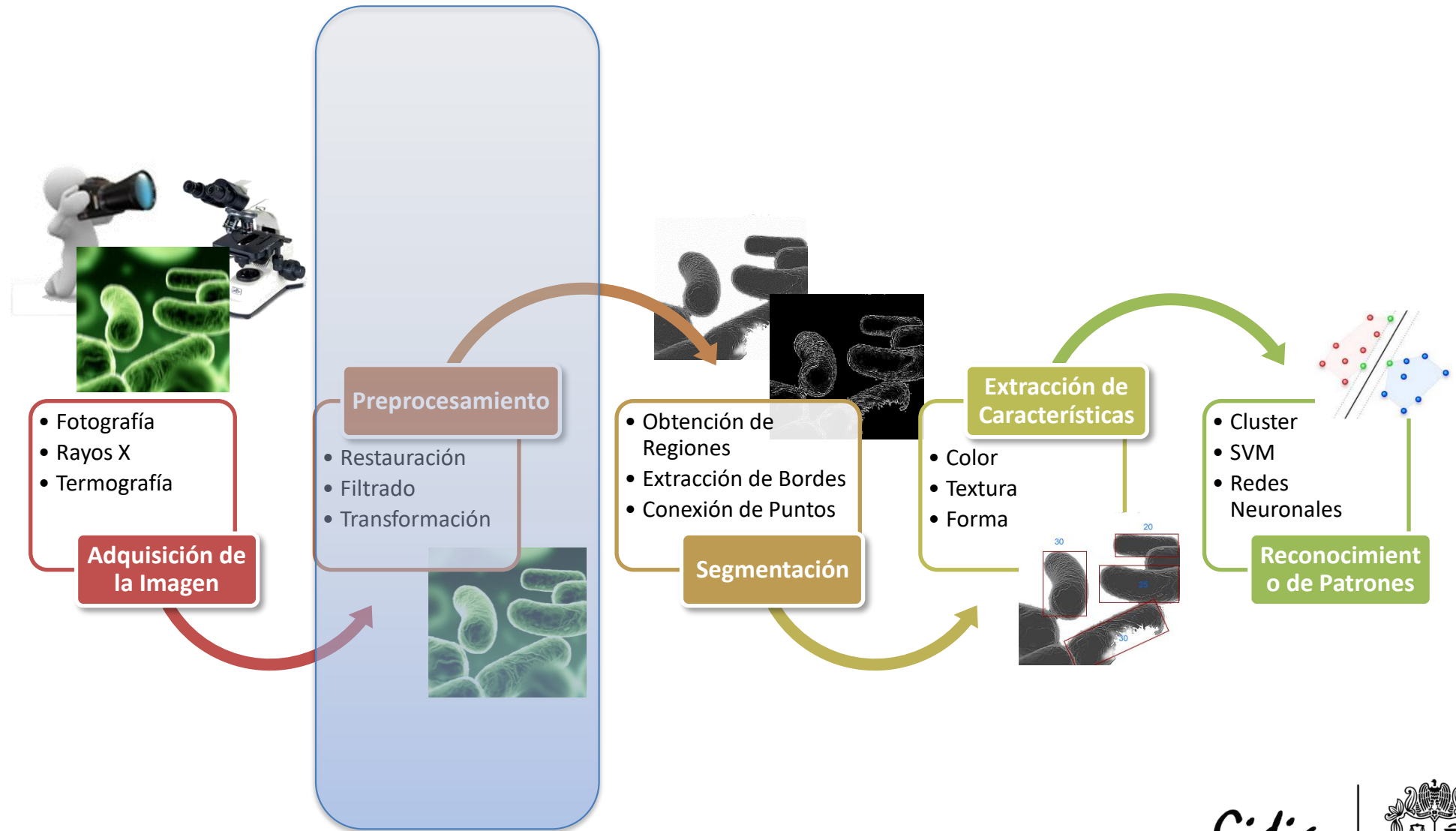
EN LA CLASE DE HOY ...

🦋 PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

- 🌀 Operaciones unarias no-lineales sobre imágenes.
- 🌀 Transformaciones del histograma



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.

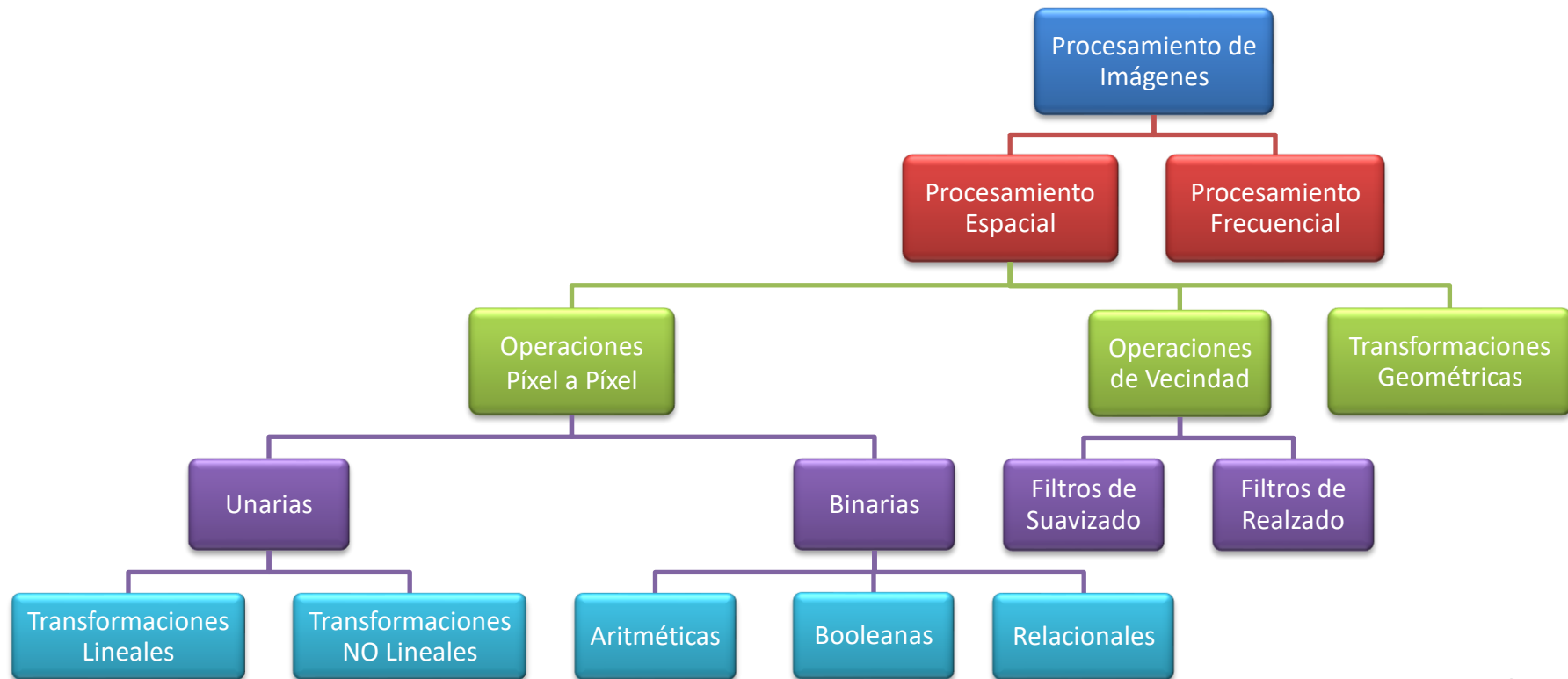


- 🌀 Se **resaltan ciertas características** de la imagen (bordes, contraste, ...) y se ocultan o eliminan otras (por ejemplo, el ruido)
- 🌀 El preprocesamiento es una etapa previa que es necesaria para otras fases posteriores del proceso de visión artificial (segmentación, extracción de características,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

Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 EL PREPROCESAMIENTO

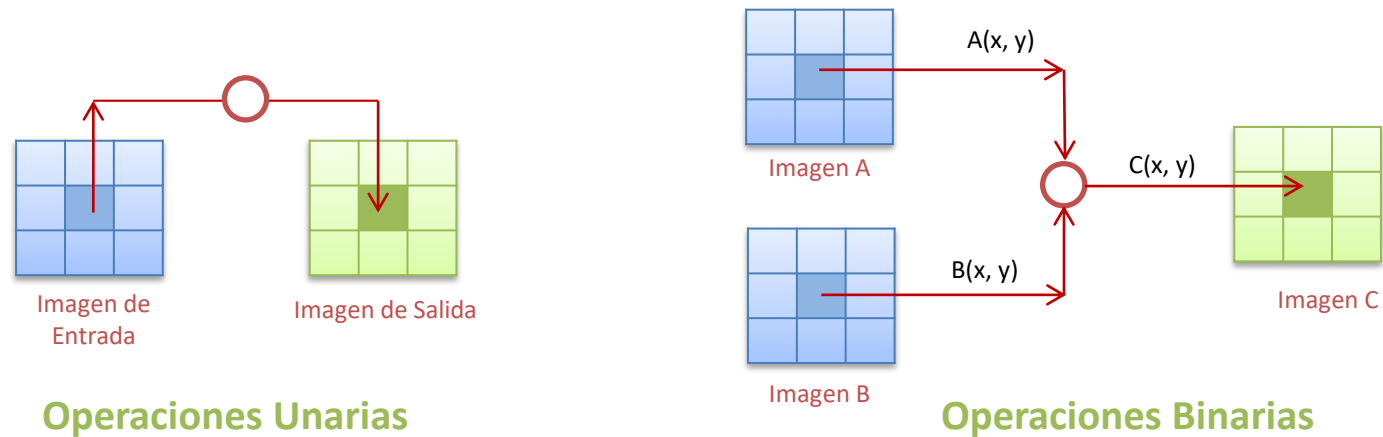
- 🎯 El objetivo del Preprocesamiento es **mejorar la calidad** y/o la apariencia de la imagen original para su análisis e interpretación.



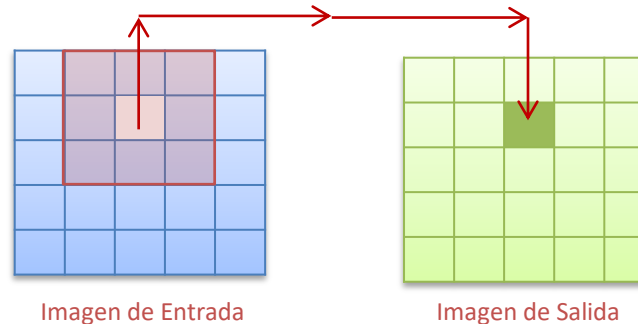
Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 EL PREPROCESAMIENTO

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



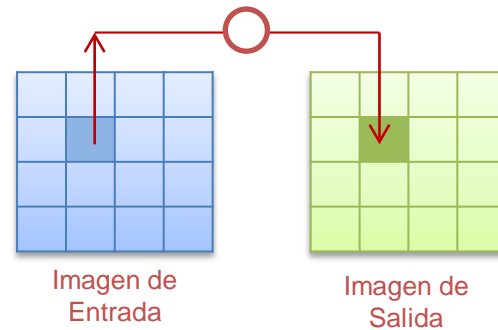
🌀 Operaciones basadas en múltiples puntos u **Operaciones de Vecindad**



Pre-procesamiento de Imágenes

🚀 EL PREPROCESAMIENTO

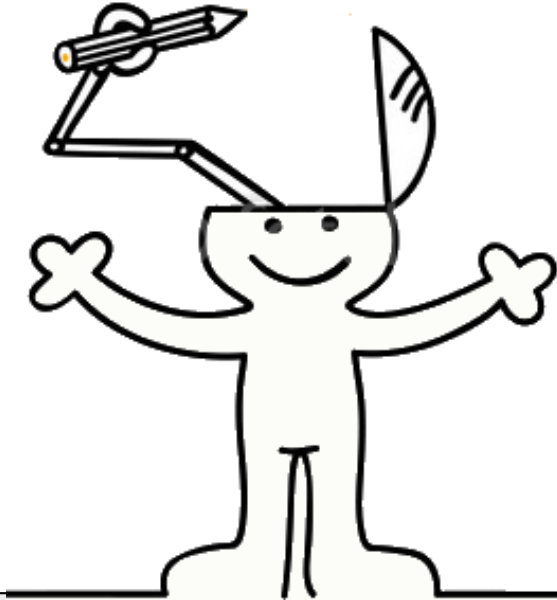
- 🌀 En general, el procesamiento de imágenes puede enfocarse desde dos perspectivas:
 - 🌀 Alteración **píxel a píxel** de la imagen (**Operaciones Puntuales**)
 - 🌀 Operaciones basadas en múltiples puntos u operaciones de vecindad



Operaciones Unarias

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

PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES



TRANSFORMACIONES LINEALES EN OPERACIONES PUNTUALES UNITARIAS

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

Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

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

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

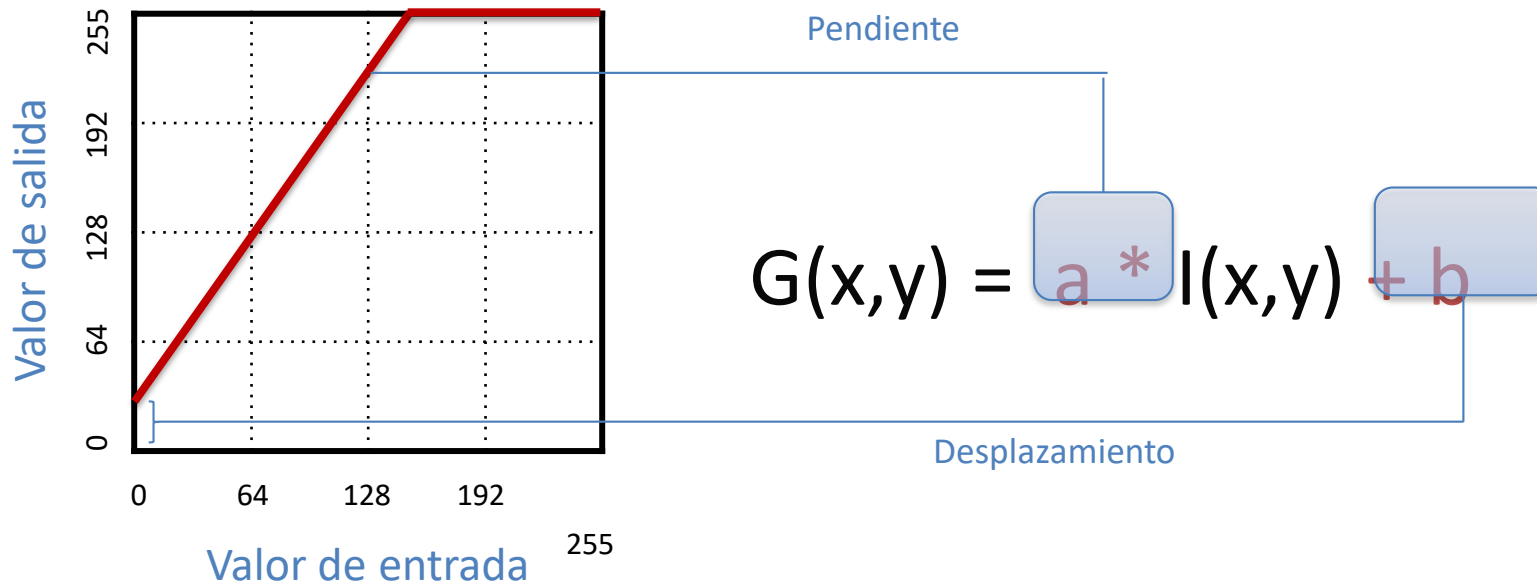
Con base en esta ecuación tenemos que:

- 🌀 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 (**Multiplicación**)
- 🌀 Si $0 < a < 1$, se reduce el contraste (**División**)

Pre-procesamiento de Imágenes

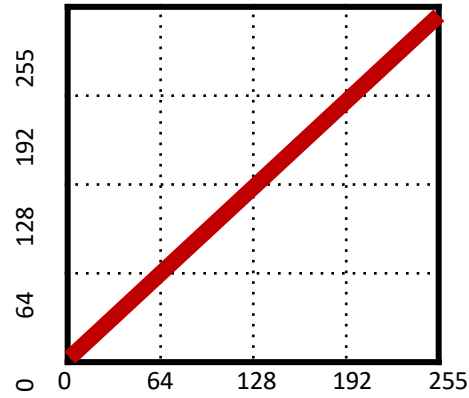
🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

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

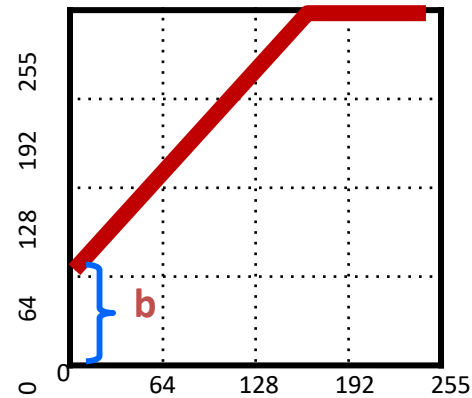


Pre-procesamiento de Imágenes

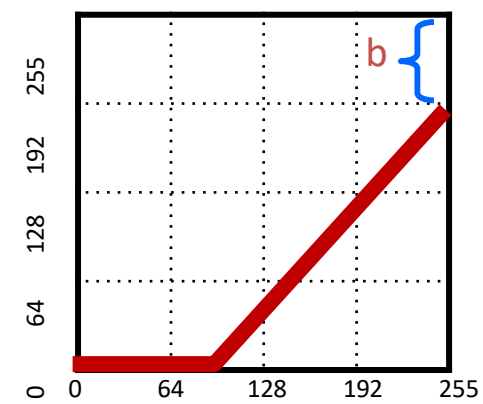
Identidad: $f(x) := x$



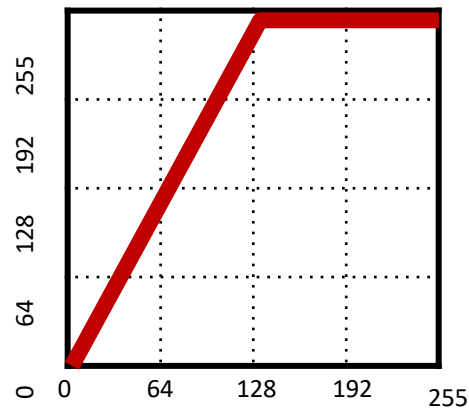
Suma: $f(x) := x + b$



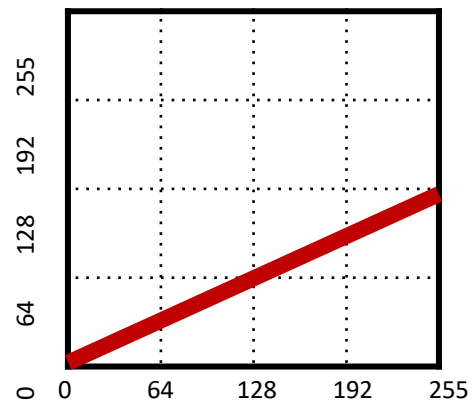
Resta: $f(x) := x - b$



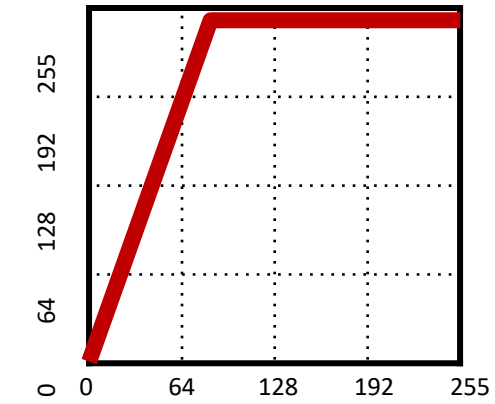
Multiplicar 2: $f(x) := 2x$



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



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



PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

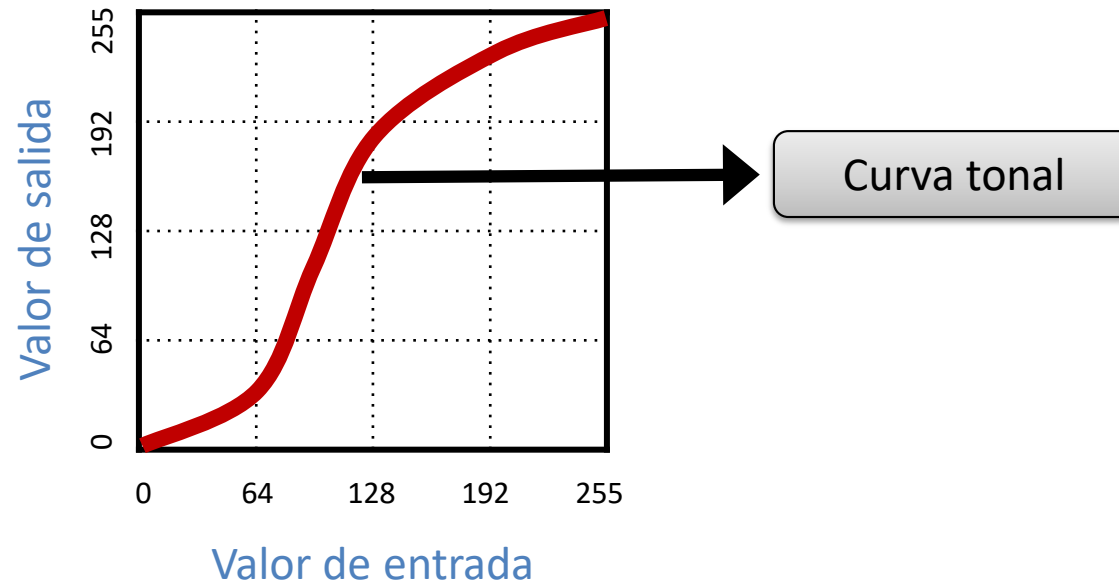


TRANSFORMACIONES NO LINEALES EN
OPERACIONES PUNTUALES UNITARIAS

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 $f: N \rightarrow N$

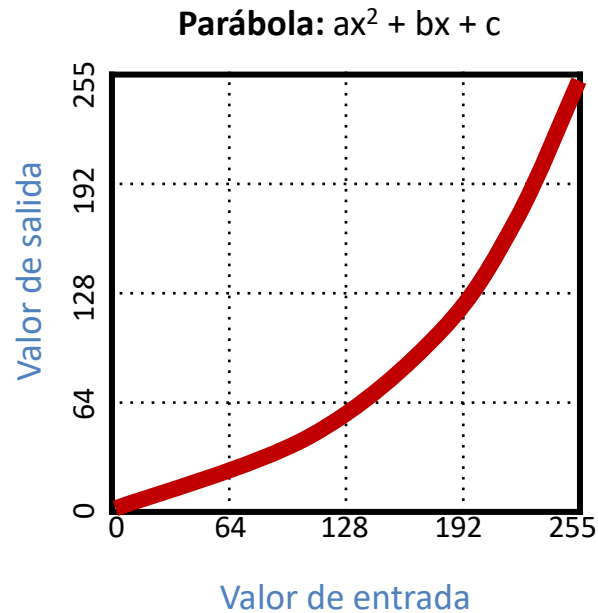


Se puede usar cualquier función con estas características para modificar el histograma

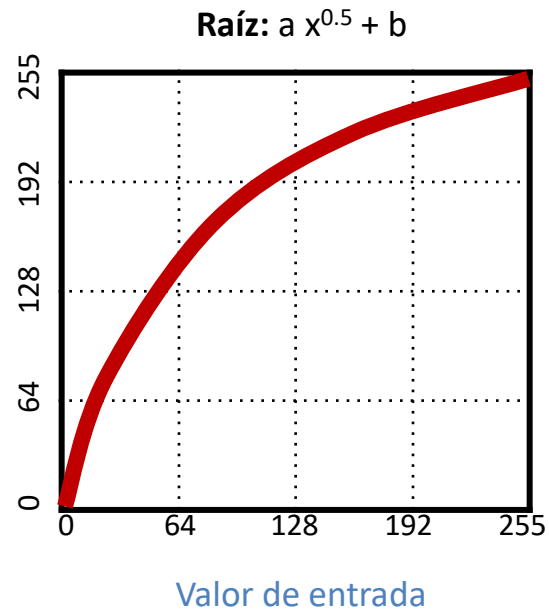
Pre-procesamiento de Imágenes

👤 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES NO LINEALES

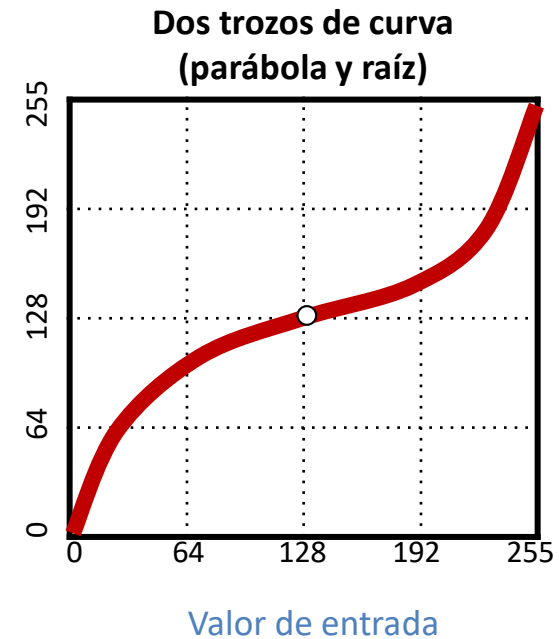
🕒 Ejemplos de Transformaciones NO Lineales:



Resultado: oscurecer los medios tonos



Resultado: aclarar los medios tonos

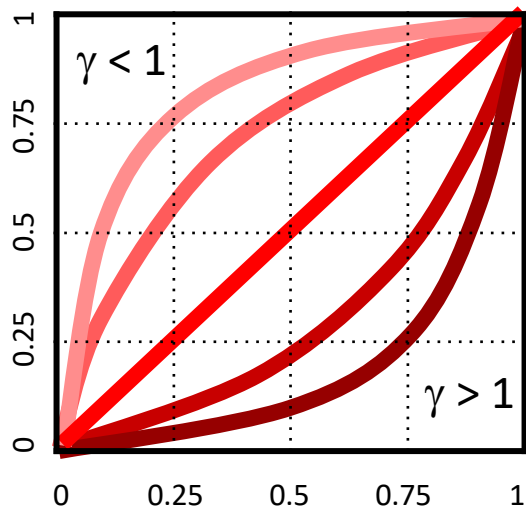


Resultado: aclarar tonos oscuros y oscurecer los claros

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

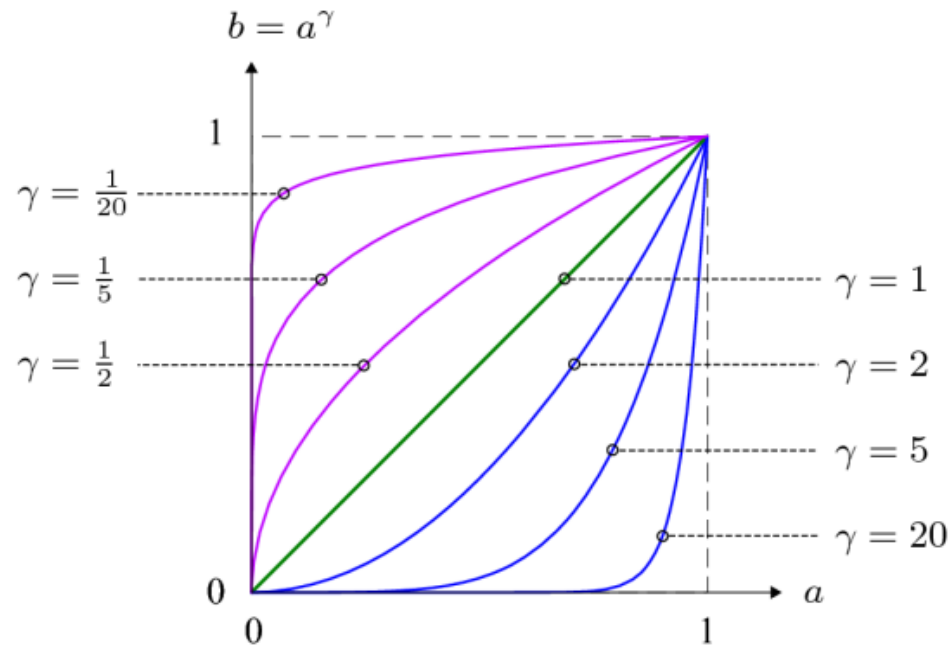
En el caso de que $\gamma < 1$ se obtendrán tonos más claros

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.



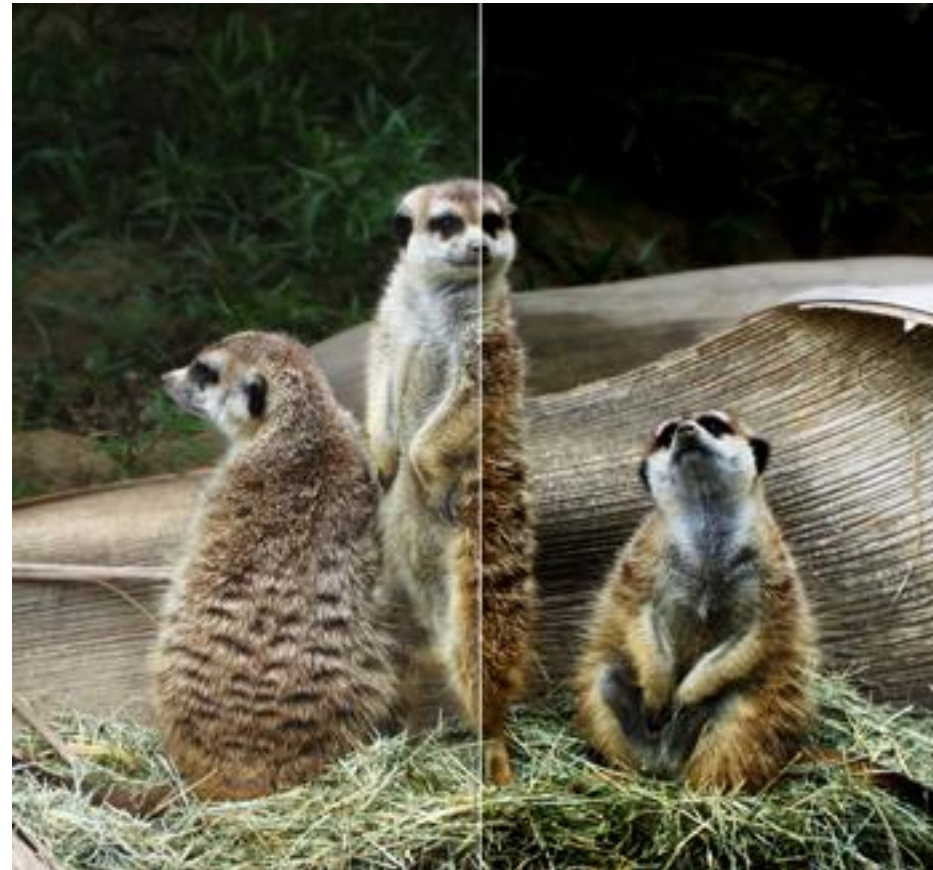
En el caso de que $\gamma < 1$ se obtendrán tonos más claros

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

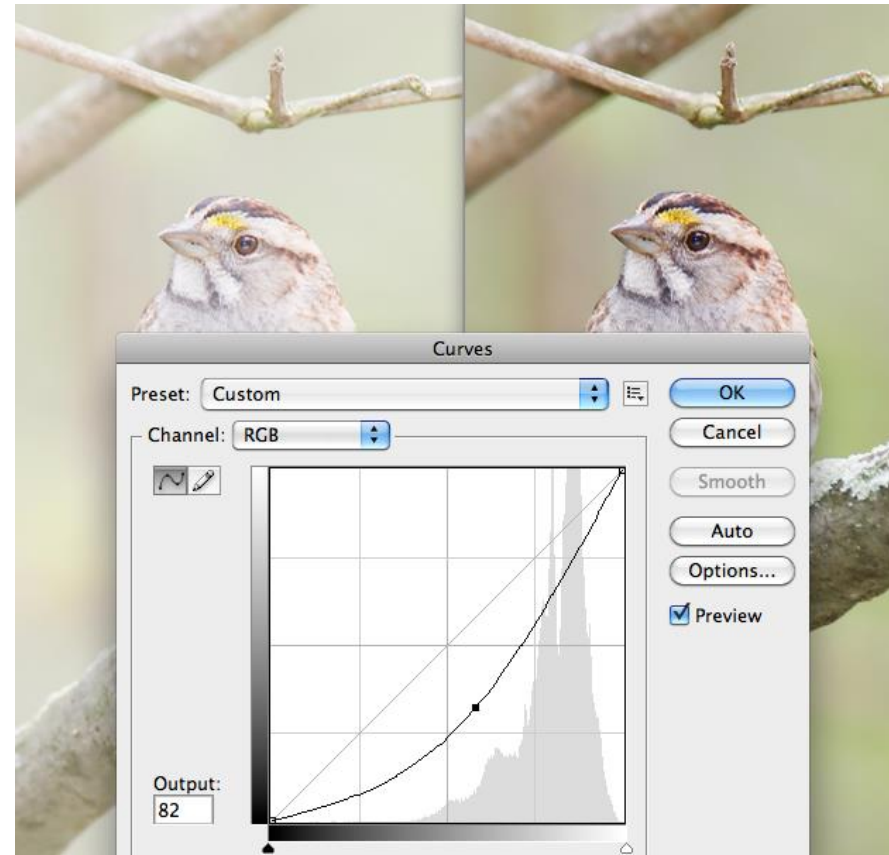
🌀 Transformación Gamma - Ejemplos



Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES NO LINEALES

🌀 Transformación Gamma - Ejemplos



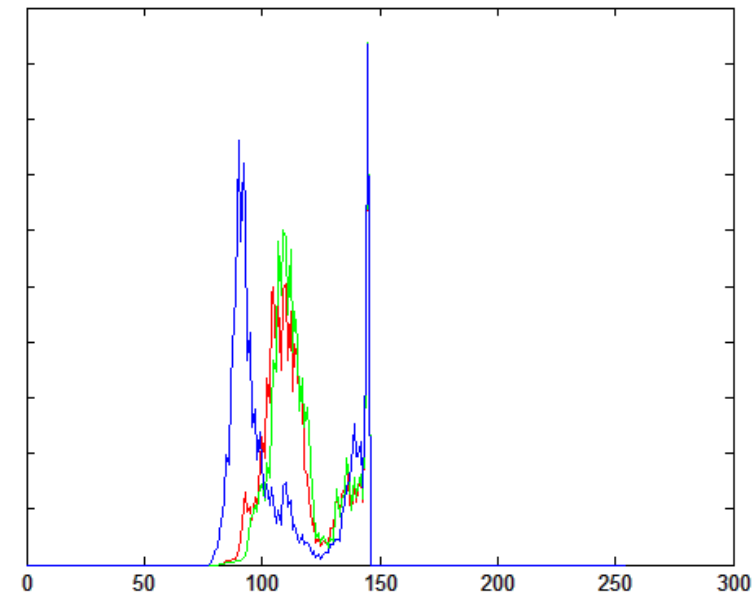
PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES



Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 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

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

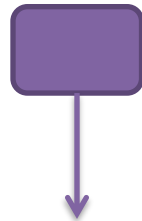
- 🌀 Nos interesa **Expandir el Histograma** para conseguir que aparezca todo el rango de valores en intensidad en una imagen ... ¿Qué debemos hacer?

Procedimiento:

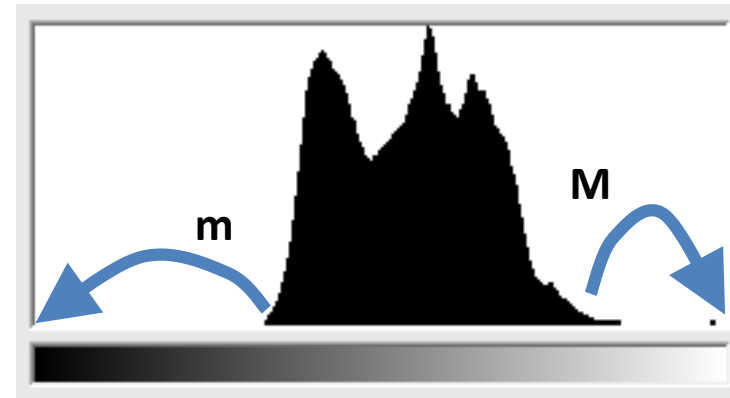
- 🌀 Encuentre el **valor mínimo** de nivel de gris (**m**)
- 🌀 Encuentre el **valor máximo** de nivel de gris (**M**)

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

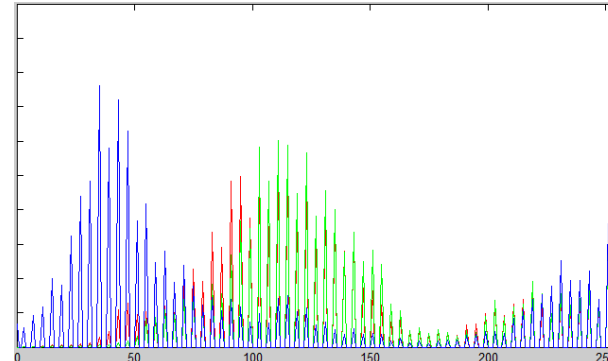
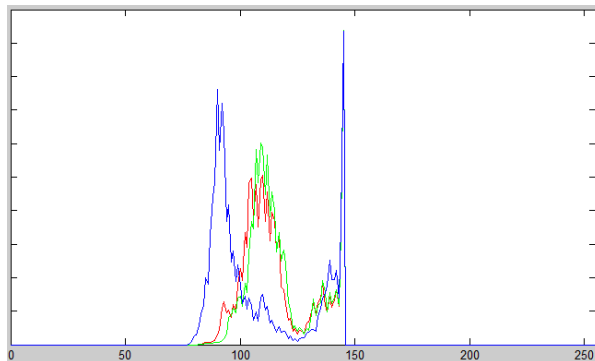


Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

🌀 Expansión del Histograma - Ejemplo:

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



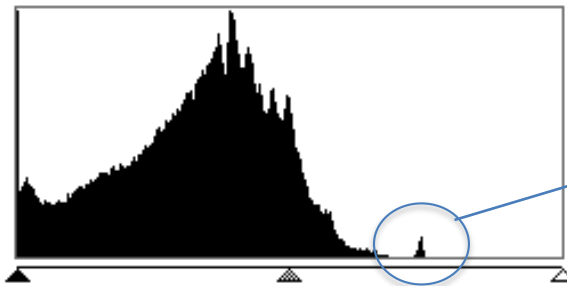
Pre-procesamiento de Imágenes

OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

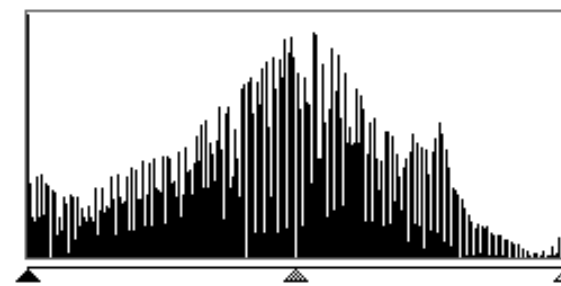
Expansión del Histograma - Ejemplo:

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

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



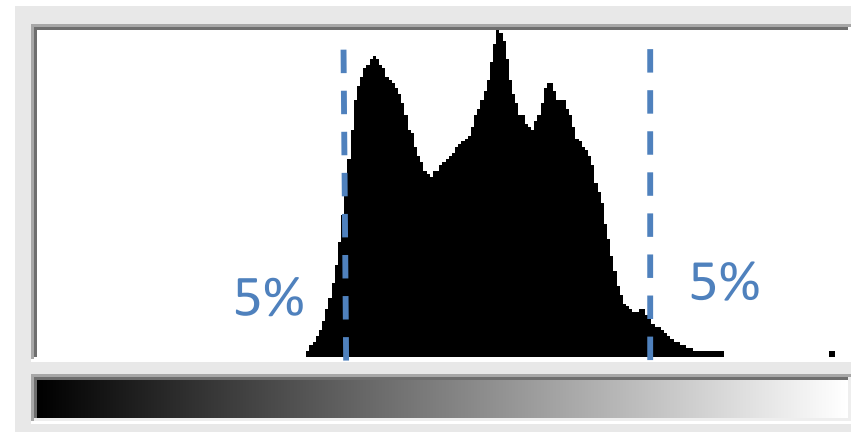
Puede ser un
máximo falso



Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 En la **Expansión del Histograma** se debe tener cuidado al seleccionar **mínimo** el 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:

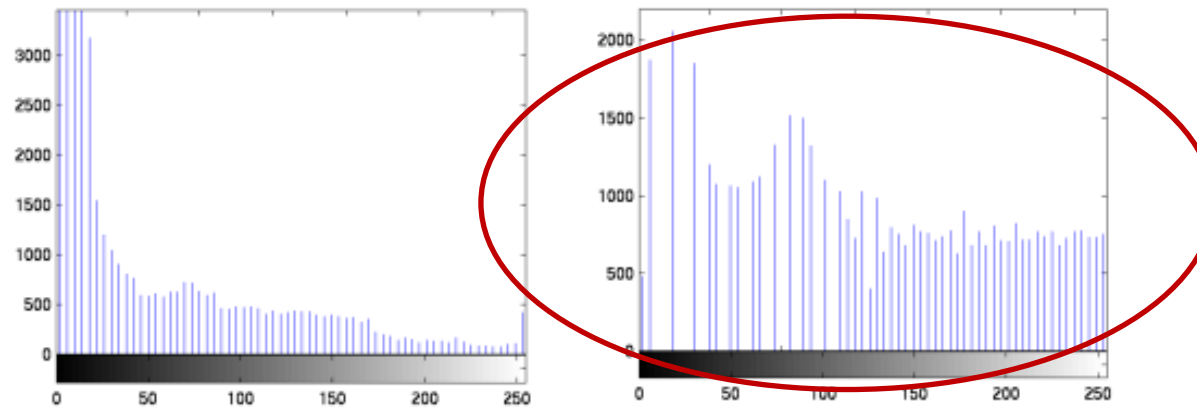


Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 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]

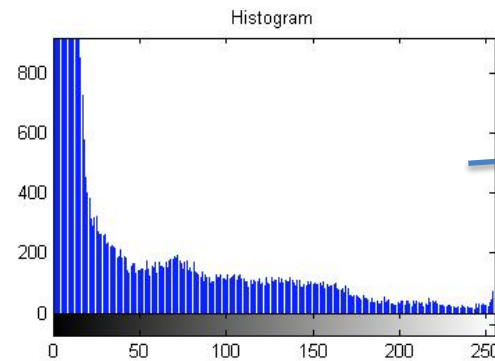
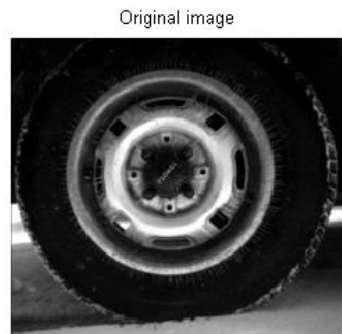


La manipulación del histograma se basa en controlar la función de densidad de probabilidad de los niveles de gris a través de una función de transformación.

Pre-procesamiento de Imágenes

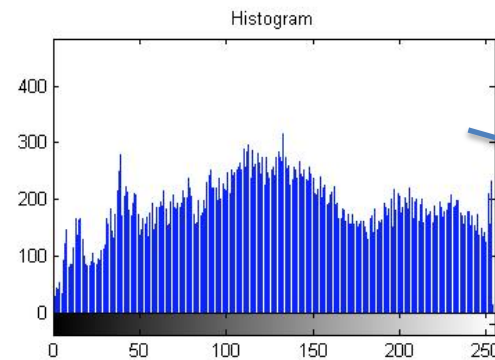
🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 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

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

🌀 Método formal:

$$P_s(s), P_r(r), s = T(r)$$

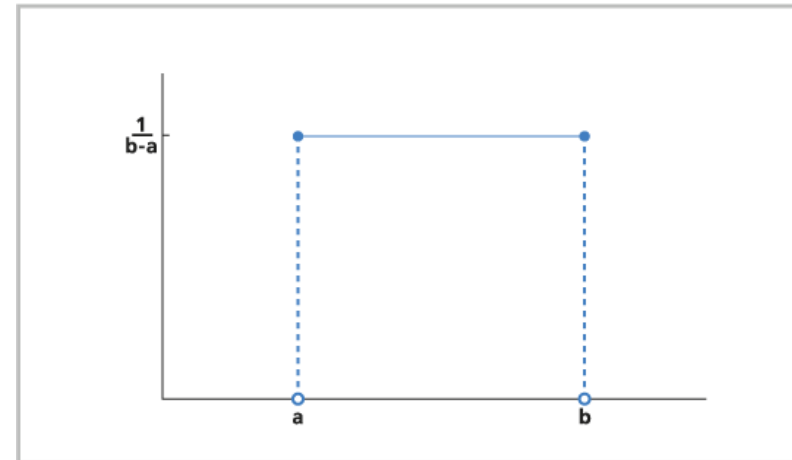
$$P_s(s) = P_r(r) \left| \frac{\delta r}{\delta s} \right|$$

$$s = T(r) = L \int_0^r P_w(w) \delta w$$

$$\frac{\delta s}{\delta r} = \frac{\delta T(r)}{\delta r} = L P_r(r)$$

$$\frac{\delta r}{\delta s} = \frac{1}{L P_r(r)}, P_s(s) = \frac{1}{L}$$

La transformación $T(r)$ cambia todos los píxeles de la imagen original (píxeles r) por valores s , y lo hace de tal manera que la distribución de s al final, es una distribución “uniforme”.



Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 Para **Ecualizar el Histograma** de una imagen digital con L niveles de gris se parte de la distribución de probabilidad de ocurrencia de cada nivel de gris:

$$p(k) = \frac{n_k}{n}, \quad 0 \leq k < L$$

donde:

- 🌀 n_k es el número de píxeles de la imagen con nivel de gris k,
- 🌀 n es el número total de píxeles

- 🌀 Con base en la probabilidad de cada nivel de gris, se calcula la función de densidad de probabilidad (probabilidad acumulada) para cada nivel de gris:

$$P_k(k) = \sum_{i=0}^k p(k)$$

Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

- 🌀 Con la información anterior, se pueden plantear diferentes fórmulas para **Ecualizar el Histograma** de la imagen. Una de las aproximaciones más comunes está dada por la fórmula:

$$F(k) = \text{round} \{ [k_{\max} - k_{\min}] P_k(k) + k_{\min} \}$$

Veamos un ejemplo ...

Nivel	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N_k	2	4	4	4	6	5	0	0	0	0
$P(k)$										
$P_k(k)$										
$F(k)$										

Pre-procesamiento de Imágenes

OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

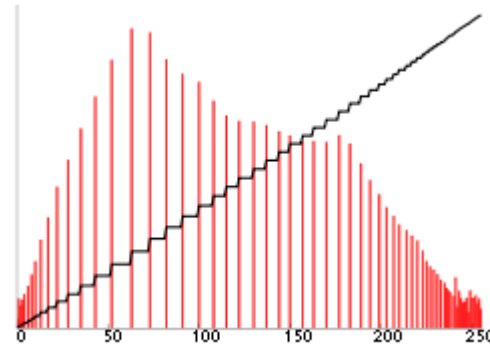
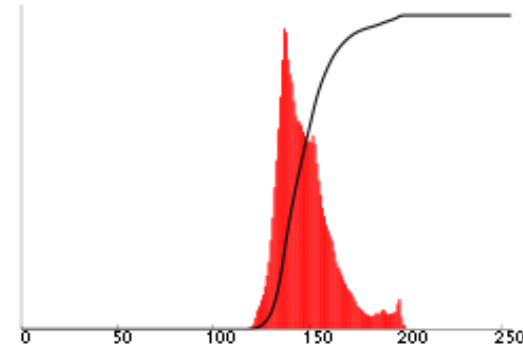
Ejemplo – Ecualización del Histograma

Nivel	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N_k	2	4	4	4	6	5	0	0	0	0
$P(k)$	2/25	4/25	4/25	4/25	6/25	5/25	0/25	0/25	0/25	0/25
$P_k(k)$	2/25	6/25	10/25	14/25	20/25	25/25	25/25	25/25	25/25	25/25
$F(k)$	1	2	4	5	7	9	9	9	9	9

Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

🎯 Ejemplo – Ecualización del Histograma

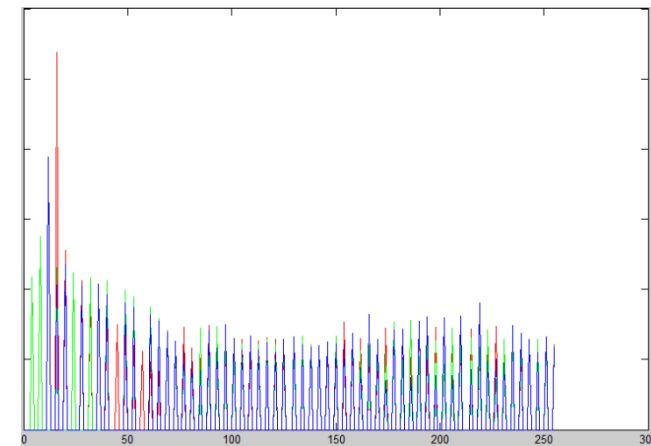
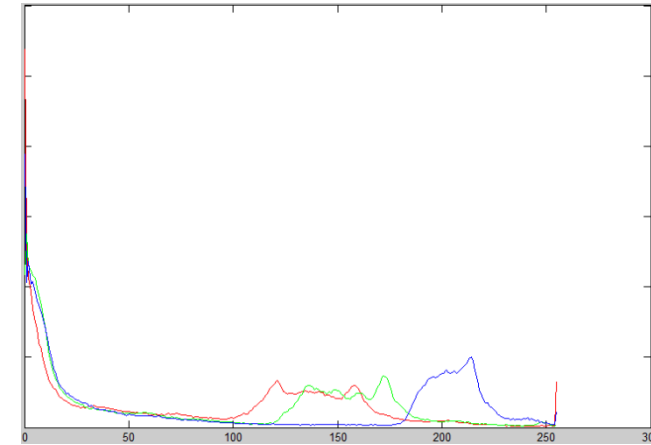


¿Es un histograma plano el mejor histograma? (consultar Histogram Matching).

Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

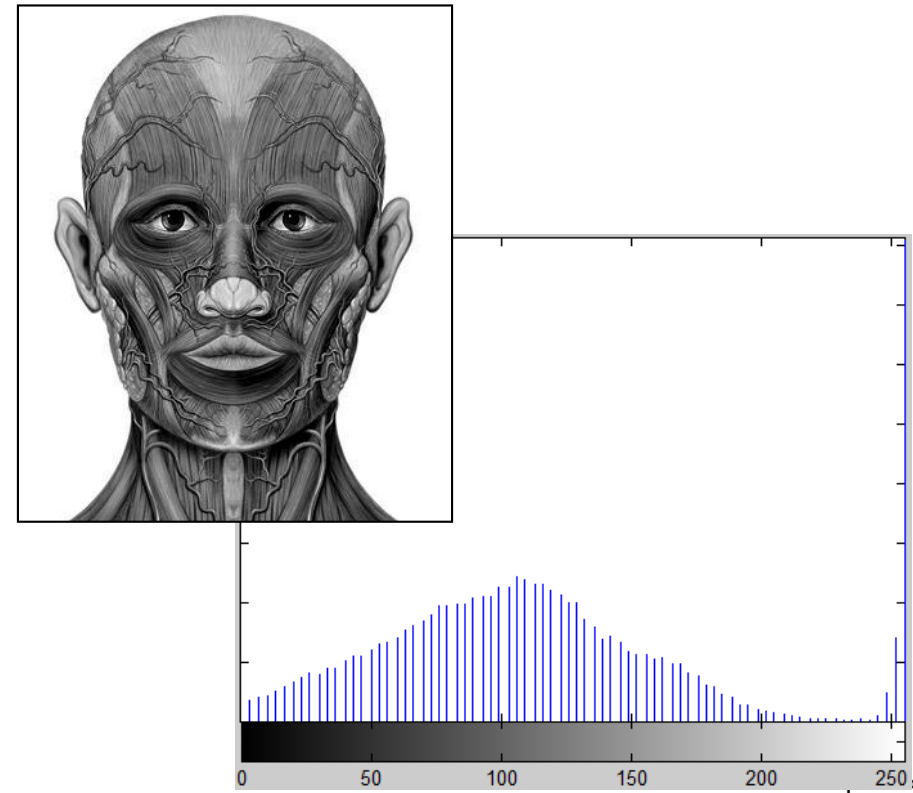
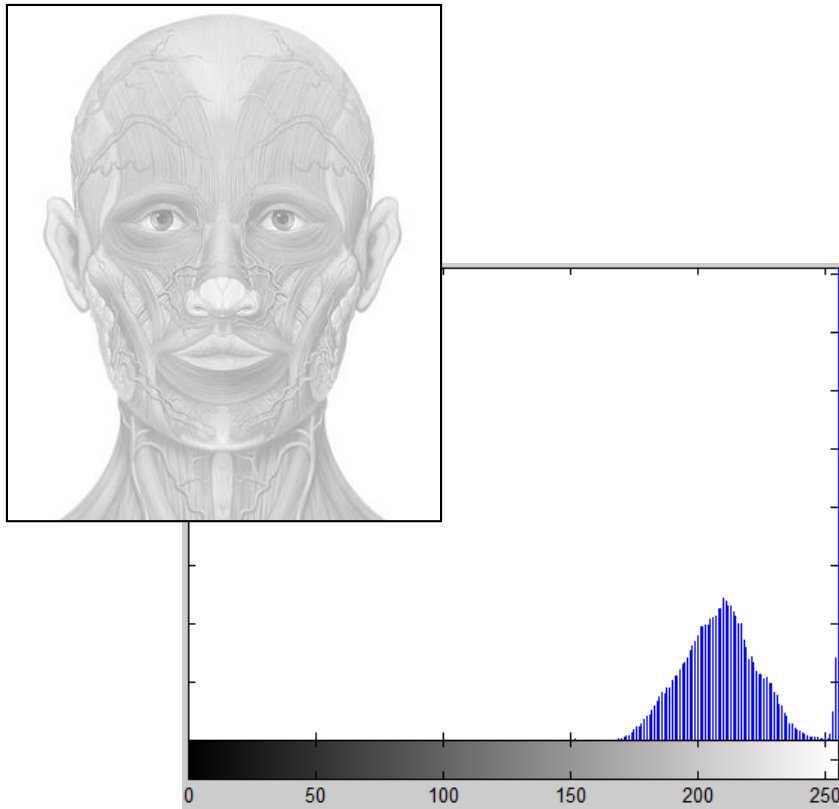
🎯 Ejemplo – Ecualización del Histograma



Pre-procesamiento de Imágenes

🦋 OPERACIONES PUNTUALES – TRANSFORMACIONES LINEALES

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



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>



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA