

# 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)

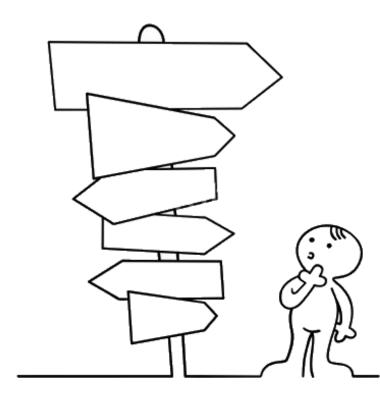




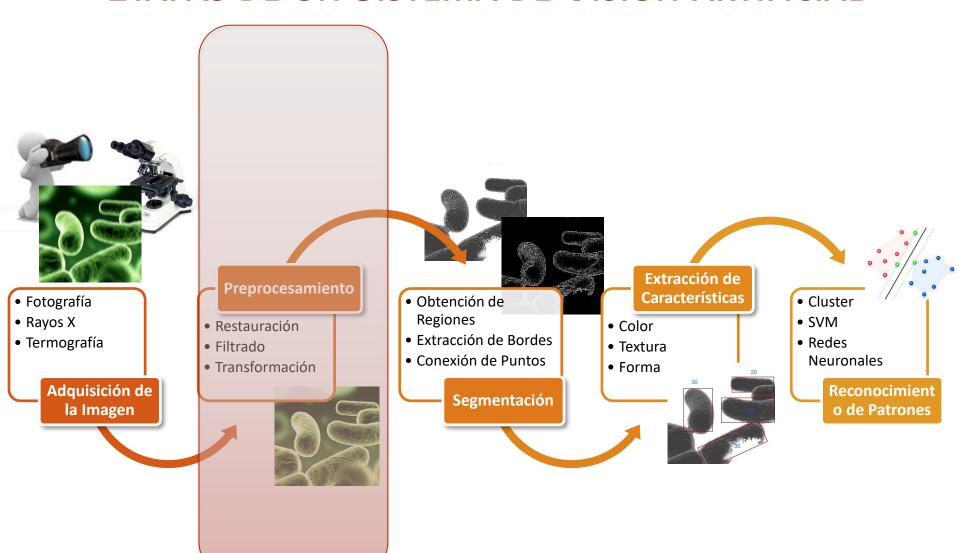
## EN LA CLASE DE HOY ...

### PRE-PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

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

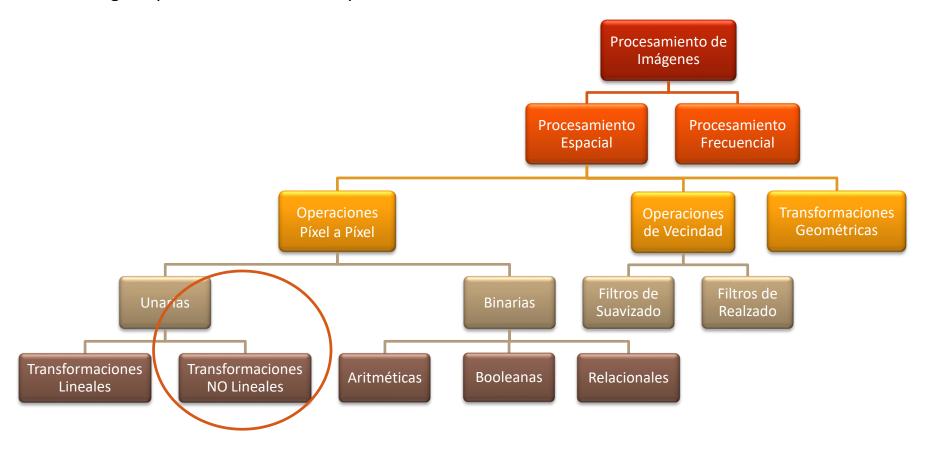


## ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL



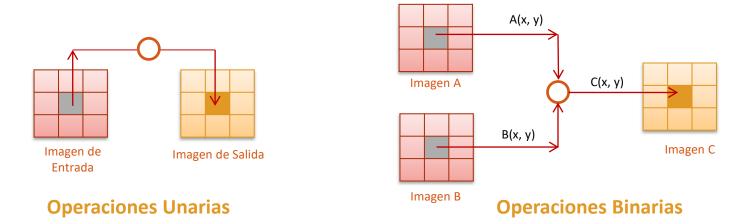
#### **EL PREPROCESAMIENTO**

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

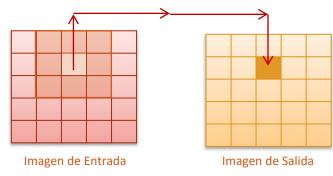


#### **EL PREPROCESAMIENTO**

Alteración píxel a píxel de la imagen (Operaciones Puntuales)



Operaciones basadas en múltiples puntos u Operaciones de Vecindad





TRANSFORMACIONES LINEALES EN

OPERACIONES PUNTUALES UNITARIAS G(x,y) = a \* I(x,y) + b

#### **▼ OPERACIONES PUNTUALES — TRANSFORMACIONES LINEALES**

La forma general de una transformación lineal es la siguiente:

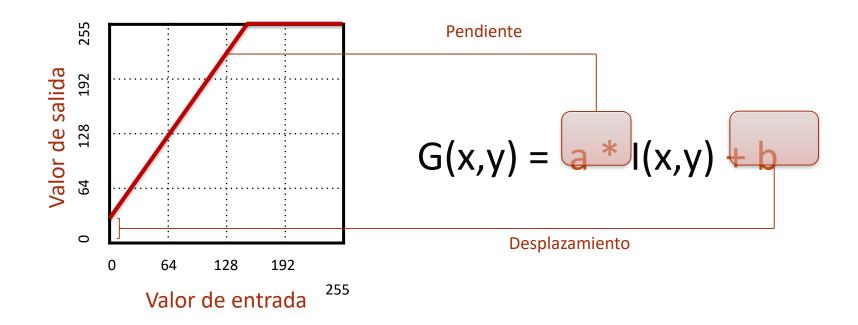
$$G(x,y) = a * I(x,y) + b$$

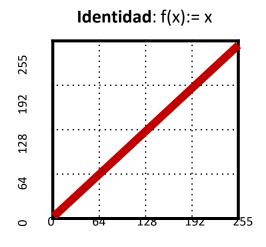
Con base en esta ecuación tenemos que:

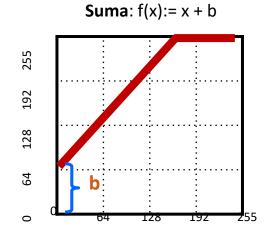
- $\Im$  Si a = 1 y b = 0 entonces g(x, y) = f (x, y) (Identidad)
- Si a = 1 y b > 0, el nivel de gris se aumenta en b unidades (Suma)
- Si a = 1 y b < 0, el nivel de gris se disminuye en b unidades (Resta)</p>
- Si a > 1, se produce un incremento del contraste (Multiplicación)
- Si 0 < a < 1, se reduce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

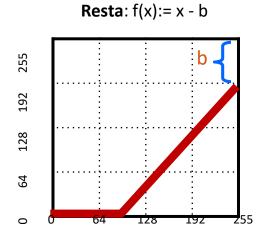
### **OPERACIONES PUNTUALES — TRANSFORMACIONES LINEALES**

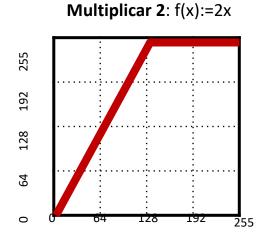
© En general, las transformaciones lineales se pueden representar por la función de una línea recta tal que dicha función va de  $N \to N$ 

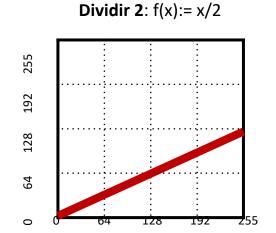


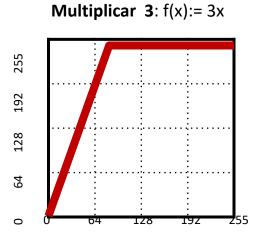












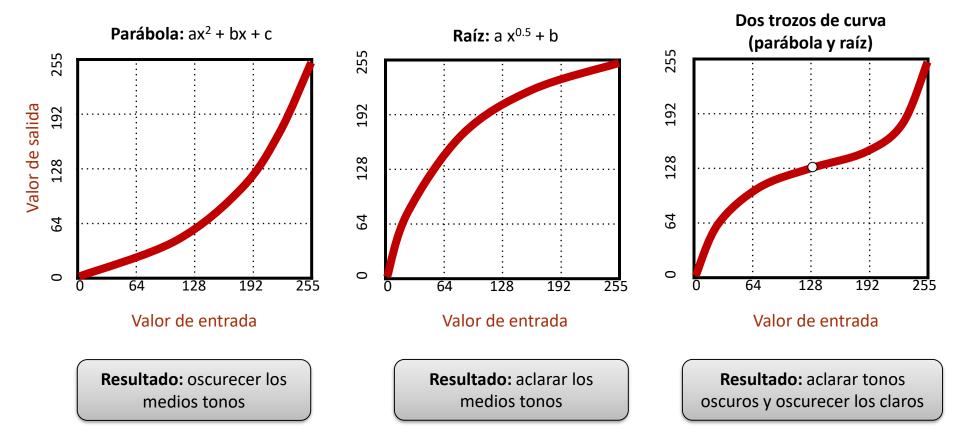


#### OPERACIONES PUNTUALES — TRANSFORMACIONES NO LINEALES

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

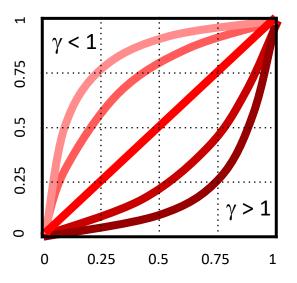


- OPERACIONES PUNTUALES TRANSFORMACIONES NO LINEALES
  - Ejemplos de Transformaciones NO Lineales:



#### 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 ( $\gamma$ ) el exponente de la potencia de x. Para el caso de que a=1 tenemos:



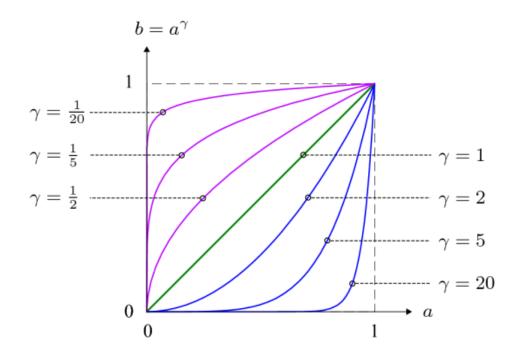
En el caso de que  $\gamma$  > 1 se obtendrán tonos más oscuros

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.

#### OPERACIONES PUNTUALES — TRANSFORMACIONES NO LINEALES

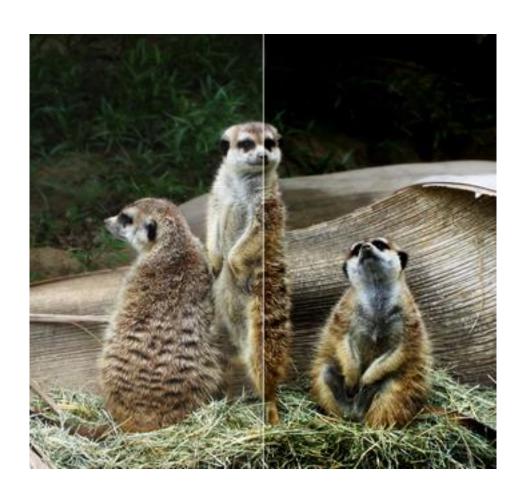
Transformación Gamma (Gamma correction): se usa para manipular el contraste y realzar la imagen. La ecuación general es:  $f(x) := ax^{\gamma}$  siendo gamma (γ) el exponente de la potencia de x.



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

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

- **Ø** OPERACIONES PUNTUALES − TRANSFORMACIONES NO LINEALES
  - Transformación Gamma Ejemplos



- **OPERACIONES PUNTUALES TRANSFORMACIONES NO LINEALES** 
  - Transformación Gamma Ejemplos





- **OPERACIONES PUNTUALES TRANSFORMACIONES NO LINEALES** 
  - Transformación Gamma Ejemplos

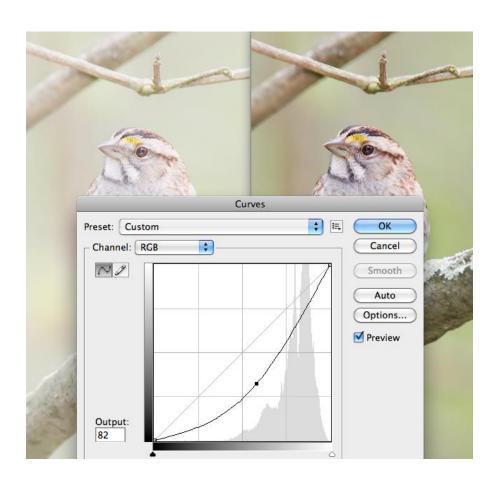




- **OPERACIONES PUNTUALES TRANSFORMACIONES NO LINEALES** 
  - Transformación Gamma Ejemplos



- **OPERACIONES PUNTUALES TRANSFORMACIONES NO LINEALES** 
  - Transformación Gamma Ejemplos

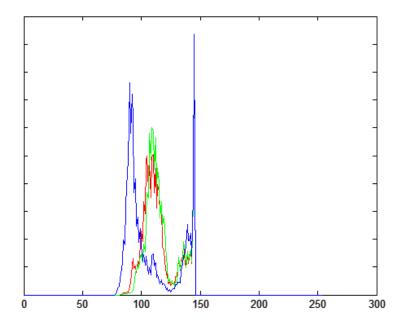




#### **▼ OPERACIONES PUNTUALES — TRANSFORMACIONES LINEALES**

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.





#### 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?

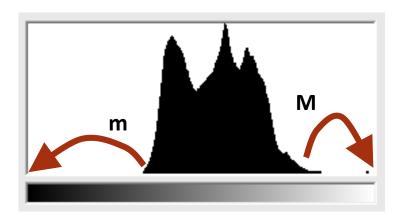
#### Procedimiento:

- 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:

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

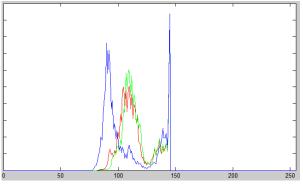




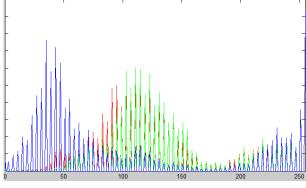
- **OPERACIONES PUNTUALES TRANSFORMACIONES LINEALES** 
  - Expansión del Histograma Ejemplo:

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







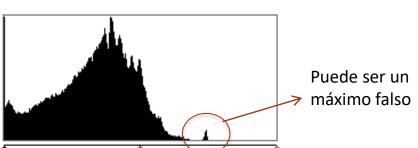


- OPERACIONES PUNTUALES TRANSFORMACIONES LINEALES
  - Expansión del Histograma Ejemplo:

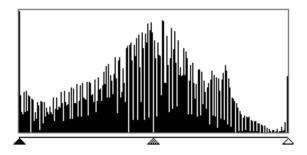
$$f(x):=(x-m)*255/(M-m),$$

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



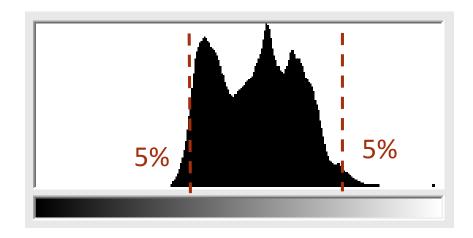






#### **▼ OPERACIONES PUNTUALES — TRANSFORMACIONES LINEALES**

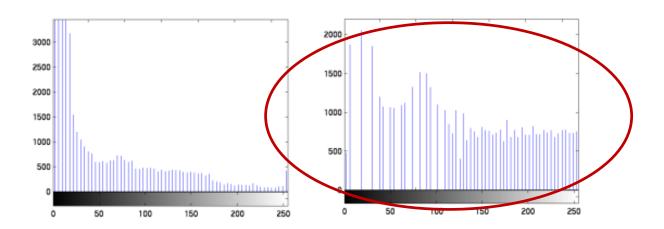
En la Expansión del Histograma se debe tener cuidado al seleccionar mínimo el y el máximo porque valores muy bajos o muy altos con poca frecuencia en el histograma pueden hacer que el ajuste no funcione. Así que generalmente m y M se calculan con el valor del percentil 5 y 95:



### 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.

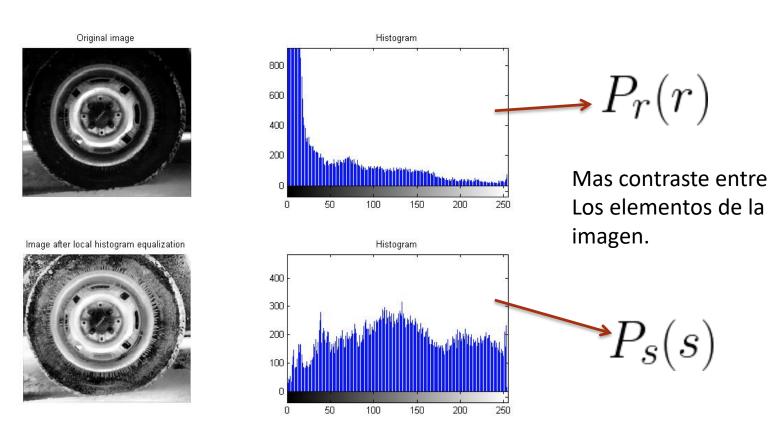
[Wikipedia]



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.

### **▼ OPERACIONES PUNTUALES — TRANSFORMACIONES LINEALES**

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



### **▼ OPERACIONES PUNTUALES — TRANSFORMACIONES LINEALES**

Método formal:

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

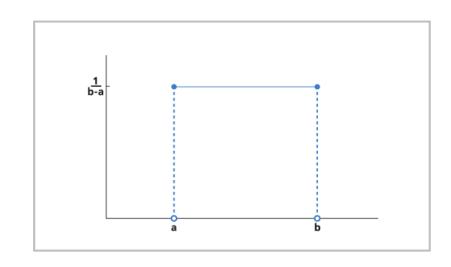
$$P_s(s) = P_r(r) \left| \frac{\delta r}{\delta s} \right|$$

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

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

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

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



#### 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:

donde:

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

- n<sub>k</sub> 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:

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

### **▼ 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:

$$F(k) = round \left\{ \! \left[ k_{\rm max} - k_{\rm min} \right] \! P_k(k) + k_{\rm min} \right\}$$
 Veamos un ejemplo ...

Nivel	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N <sub>k</sub>	2	4	4	4	6	5	0	0	0	0
P(k)										
P <sub>k</sub> (k)										
F(k)										

### **Ø** OPERACIONES PUNTUALES − TRANSFORMACIONES LINEALES

Ejemplo – Ecualización del Histograma

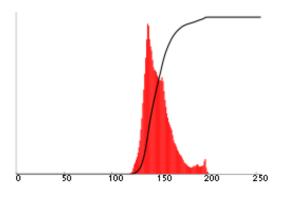
Nivel	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N <sub>k</sub>	2	4	4	4	6	5	0	0	0	0
P(k)	2/25	4/25	4/25	4/25	6/25	5/25	0/25	0/25	0/25	0/25
P <sub>k</sub> (k)	2/25	6/25	10/25	14/25	20/25	25/25	25/25	25/25	25/25	25/25
F(k)	1	2	4	5	7	9	9	9	9	9

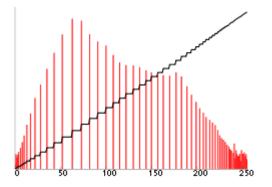
### **OPERACIONES PUNTUALES — TRANSFORMACIONES LINEALES**

Ejemplo – Ecualización del Histograma









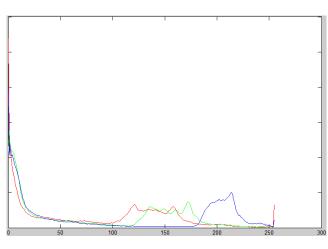
¿Es un histograma plano el mejor histograma? (consultar Histogram Matching).

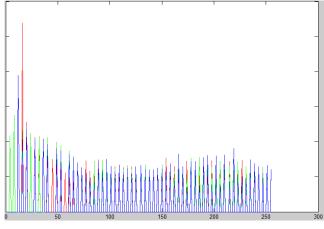
### **OPERACIONES PUNTUALES — TRANSFORMACIONES LINEALES**

Ejemplo – Ecualización del Histograma



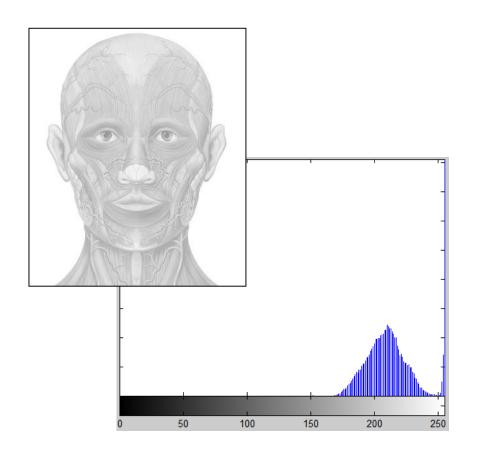


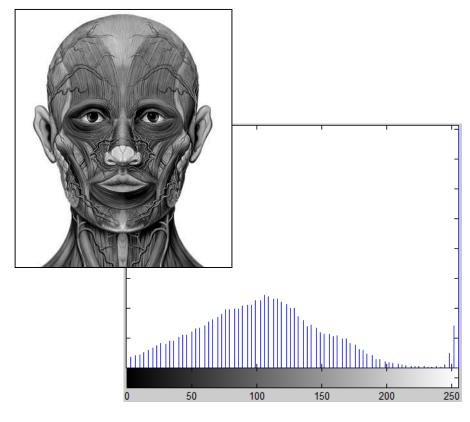




### **♥** OPERACIONES PUNTUALES — TRANSFORMACIONES LINEALES

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





# **PREGUNTAS**



DIEGO PATIÑO CORTÉS, MSC.

CARLOS ANDRÉS MERA BANGUERO, MSC.

ALBEIRO ESPINOSA BEDOYA, PH.D.

