

# MODIFICACIÓN DEL HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

Xavier Felip León, Alfonso M. Moya Catalán, Antonio J. Peña Monferrer, Daniel Segarra Felis

Titulación de Ingeniería Informática,

Universitat Jaume I

[al058599@alumail.uji.es](mailto:al058599@alumail.uji.es), [Alfonso.Moya@alumail.uji.es](mailto:Alfonso.Moya@alumail.uji.es), [Antonio.Penya@alumail.uji.es](mailto:Antonio.Penya@alumail.uji.es),  
[Daniel.Segarra@alumail.uji.es](mailto:Daniel.Segarra@alumail.uji.es)

**Resumen.** La modificación de histogramas consiste en la adaptación del contraste de una imagen al de otra mediante la modificación del histograma de la imagen origen. Se trata de una generalización del método de ecualización de histogramas. La modificación de histogramas resulta de gran utilidad, por ejemplo, en el campo del retoque fotográfico, a la hora de hacer composiciones de distintas imágenes, a fin de que aparenten tener la misma iluminación.

**Palabras clave.** Modificación histogramas, modificación contraste, adaptación contraste.

**Abstract.** Histogram modification consists in contrast adaptation of an image to another image by the modification of the source image's histogram. It is a generalisation of the equalization histogram method. Utility of histogram modification is, for example, in photo editing field, for making compositions from different images, so that they seem to have the same illumination.

**Key words.** Histogram modification, contrast modification, contrast adaptation.

## 1 Introducción

### 1.1 ¿Qué es un Histograma?

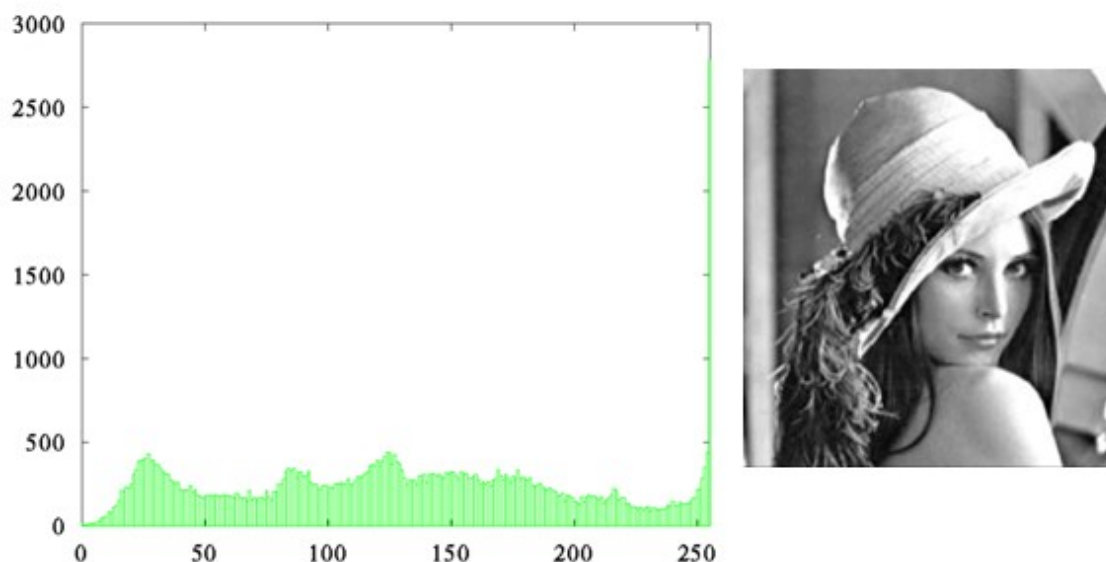
Un histograma es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la altura o eje vertical es proporcional a la frecuencia de los valores producidos, y la anchura o eje horizontal corresponde a los intervalos o valores de la clasificación [2].

Un histograma normalizado es aquél en el que la variable representada ha sido escalada para ajustarse a un rango entre 0 y 1 [2].

En un histograma acumulado, al valor correspondiente a cada una de las barras verticales del mismo se le adiciona el valor de la barra inmediatamente anterior.

Por último, un histograma acumulado normalizado es un histograma acumulado escalado para limitarse al mencionado rango [0, 1].

El histograma de una imagen representa la frecuencia relativa de los niveles de gris de la imagen. Las técnicas de modificación del histograma de una imagen son útiles para aumentar el contraste de imágenes con histogramas muy concentrados, ya sean imágenes oscuras como claras. En la Fig. 1 se puede observar un histograma junto a su imagen.



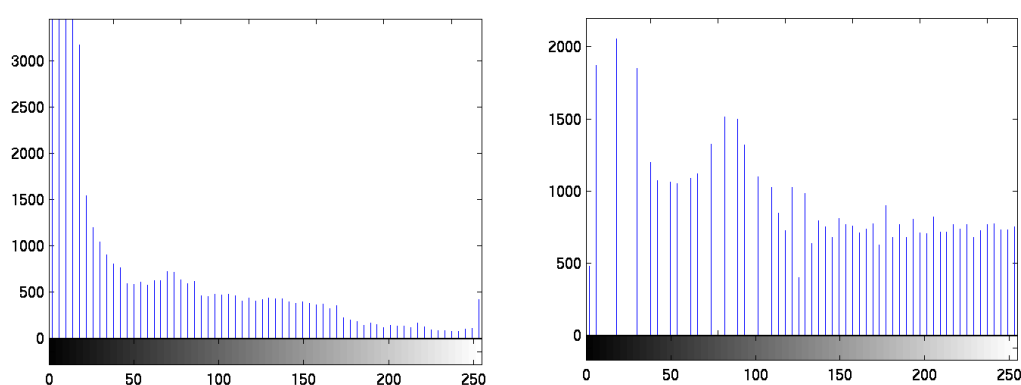
**Figura 1.** Histograma de una imagen

### 1.2 Ecuación de Histogramas

Es una forma de manipulación de histograma que reduce automáticamente el contraste en las áreas muy claras o muy oscuras de una imagen. También expande los niveles de gris a lo largo de todo intervalo. Consiste en una transformación no lineal que considera la distribución acumulativa de la imagen original, para generar una imagen resultante cuyo histograma será aproximadamente uniforme (vea la figura siguiente).

La opción de modificación, parte del principio que dice que el contraste de una imagen sería optimizado si todos los 256 niveles de intensidad posibles fueran igualmente utilizados o, en otras palabras, todas las barras verticales que componen el histograma fueran de la misma altura. Obviamente esto no es posible debido a la naturaleza discreta de los datos digitales de una imagen.

Sin embargo, se consigue una aproximación al dispersar los picos del histograma de la imagen, dejando intactas las partes más bajas. Este proceso se obtiene a través de una función de transferencia que tiene una alta inclinación siempre que el histograma original presenta un pico y una baja inclinación en el resto del histograma (véase la Fig. 2).



**Figura 2.** Ecuación de Histogramas

## 2 Metodología

Consiste en la adaptación del contraste de una imagen (imagen origen) al de otra (imagen destino) mediante modificación de histograma de la imagen origen.

Este procedimiento, es una generalización del método de ecualización del histograma que se basa en un histograma ideal plano [3]. Este método, nos permite adaptar el contraste de una imagen al de otra que consideremos que es la más adecuada, según casos, puede resultar más útil que adaptarlo al histograma plano.

Los pasos a seguir para aplicar este proceso a una imagen son los siguientes:

1) Calcular histograma imagen destino

- 1- Determinar el rango de los datos: RANGO es igual al número de niveles de gris de la imagen.
- 2- Para definir el número de clases, usaremos también el número de niveles de gris, creando una clase para cada nivel de gris.
- 3- Para cada nivel de gris, calculamos su frecuencia, que es exactamente el número de píxeles de la imagen que tienen ese nivel.

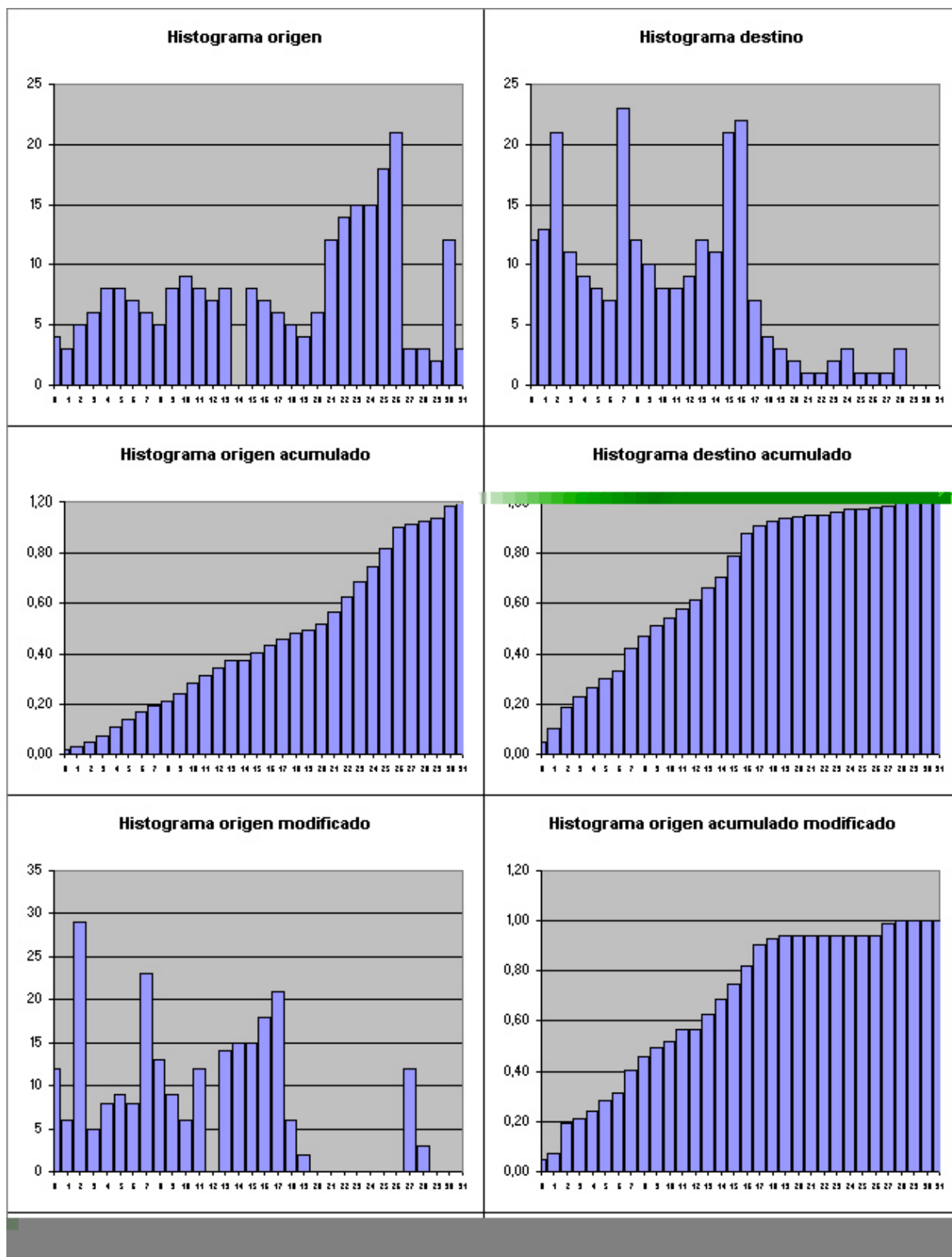
2) Calcular histograma imagen origen

Para calcular este histograma, se siguen exactamente los mismos pasos que en 1) para la imagen destino.

3) Adaptar el histograma de la imagen.

A partir del histograma destino (Fig. 3 sup. dcha.), se calcula el histograma acumulado normalizado (Fig. 3 centro dcha.). Seguidamente se calcula el histograma origen acumulado normalizado (Fig. 3 centro izqda.). Para cada grupo de píxeles de un valor de gris, el nuevo valor de gris al que pertenecerán esos píxeles viene dado por el valor de gris del histograma destino acumulado normalizado (Fig. 3 centro dcha.) con un valor inmediatamente superior o igual al valor de dicho grupo de píxeles, lo que da lugar al histograma modificado (Fig. 3 inf. dcha.).

La consecuencia de esta adaptación es la transformación de la imagen destino de forma que su histograma resulte ecualizado en función del primero. Se podría dar una situación en la que se tuviera una imagen con pocos niveles de gris; si se decidiera ecualizar su histograma conforme al de otra imagen con un mayor rango de niveles de gris, la imagen quedaría transformada de forma que el rango de grises de la segunda imagen se repartiría por el histograma de la primera.



**Figura 3.** Ejemplo de modificación de Histogramas

### 3 Algoritmo

A continuación se muestra el seudo-código del programa implementado para poder experimentar con la modificación del histograma de varias imágenes:

**FUNCION** CalcularHistograma(Imagen, Npíxeles)

```

variable HistogramaFuente
variable HistogramaNorm
// Inicialización del histograma fuente
PARATODO componente EN HistogramaFuente HACER
    HistogramaFuente[componente] ← 0
FIN PARATODO
// Cálculo del histograma origen
// Contamos las apariciones de cada nivel de gris [0,255] en la imagen
PARATODO Pixel EN Imagen HACER
    HistogramaFuente[Imagen.ObtenerValor(Pixel).NivelGris()]++
FIN PARATODO
// Normalización del histograma origen
// Obtenemos el porcentaje de aparición de cada nivel de gris en la imagen
PARATODO RepeticionNivelGris EN HistogramaFuente HACER
    HistogramaNorm[RepeticionNivelGris] ←
        HistogramaFuente[RepeticionNivelGris] / Npíxeles
FIN PARATODO
// Calculamos el histograma normalizado acumulado
// El valor MaxNivelesGris es en nuestro caso 256
PARA i DESDE 1 HASTA MaxNivelesGris HACER
    HistogramaNorm[i] ← HistogramaNorm[i] + HistogramaNorm[i-1]
FIN PARA
// En HistogramaNorm tenemos el histograma normalizado y acumulado
DEVOLVER HistogramaNorm
FIN FUNCION

FUNCION EcualizaHistograma(Imagen, HistNormFuente, HistNormDestino)

    variable indiceFuente
    variable indiecDestino
    variable Transformacion
    // Inicialización de índices
    indiceFuente ← 0
    indiecDestino ← 0
    // Bucle que adapta el histograma destino al origen
    MIENTRAS indiceFuente < 256 HACER

```

```

SI HistNormDestino[indiceDestino] > HistNormFuentes[indiceFuentes] ENTONCES

    Transformacion[indiceFuentes] ← indiceDestino
    indiceFuentes ← indiceFuentes + 1
SI NO

    Transformacion[indiceFuentes] ← Transformacion[indiceFuentes - 1]
    indiceDestino ← indiceDestino + 1
FIN SI

FIN MIENTRAS

// Transformación de la imagen

PARATODO pixel EN Imagen HACER

    Imagen.Valor(Pixel) ← Transformacion[Imagen.Valor(Pixel)]
FIN PARATODO

DEVOLVER Imagen

FIN FUNCION

```

## 4 Cálculo del coste computacional

### 4.1 Coste temporal

Consideramos ambas imágenes de tamaño  $N \times M$  con  $X$  niveles de gris. En primer lugar, calculamos el histograma de la imagen origen, para esto, es necesario recorrer todos los píxeles por lo que el coste es  $N \times M$ .

Para calcular el histograma de una imagen con  $N \times M$  píxeles debemos recorrerlos todos, lo que tiene un coste de  $N \times M$ . Los niveles de gris de cada píxel deben cambiarse de acuerdo al punto 4) por lo que es necesario recorrer la imagen origen de nuevo convirtiendo los niveles de gris antiguos a los nuevos acordes con el histograma ecualizado. Por tanto, al final de la ejecución, se han recorrido las imágenes tres veces, por lo que el coste, suponiendo que ambas imágenes tuvieran  $N \times M$  píxeles, es de  $3 \times N \times M$ .

Si, además, suponemos que estas imágenes son cuadradas, el coste sería  $3n^2$  y, despreciando las constantes, obtenemos que el coste es  $O(n^2)$ , por tanto, una función de coste cuadrático.

### 4.2 Coste espacial

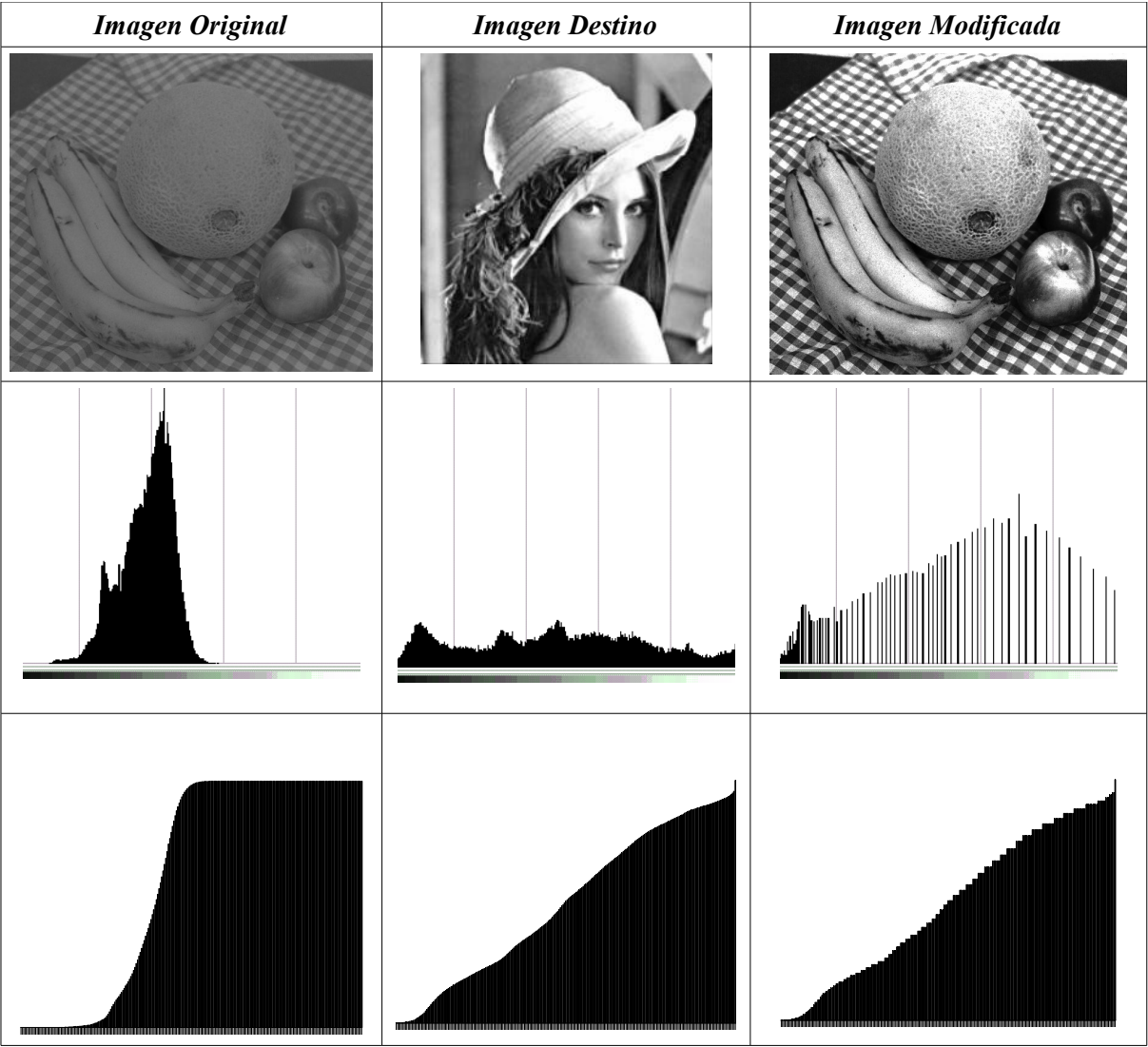
El coste espacial viene determinado por las dos imágenes que deben guardarse en memoria, de tamaño  $N \times M$ . Por tanto el coste espacial es  $2 \times N \times M$ . Teniendo en cuenta que hay un total de  $X$  niveles de gris, se necesita un vector de  $X$  elementos para el cálculo de cada histograma. Por tanto al coste de  $2 \times N \times M$ , hay que añadir el coste de los dos histogramas, que es  $2X$ .

Finalmente el coste espacial queda definido por:  **$2X + 2NM$** .

## 5 Resultados

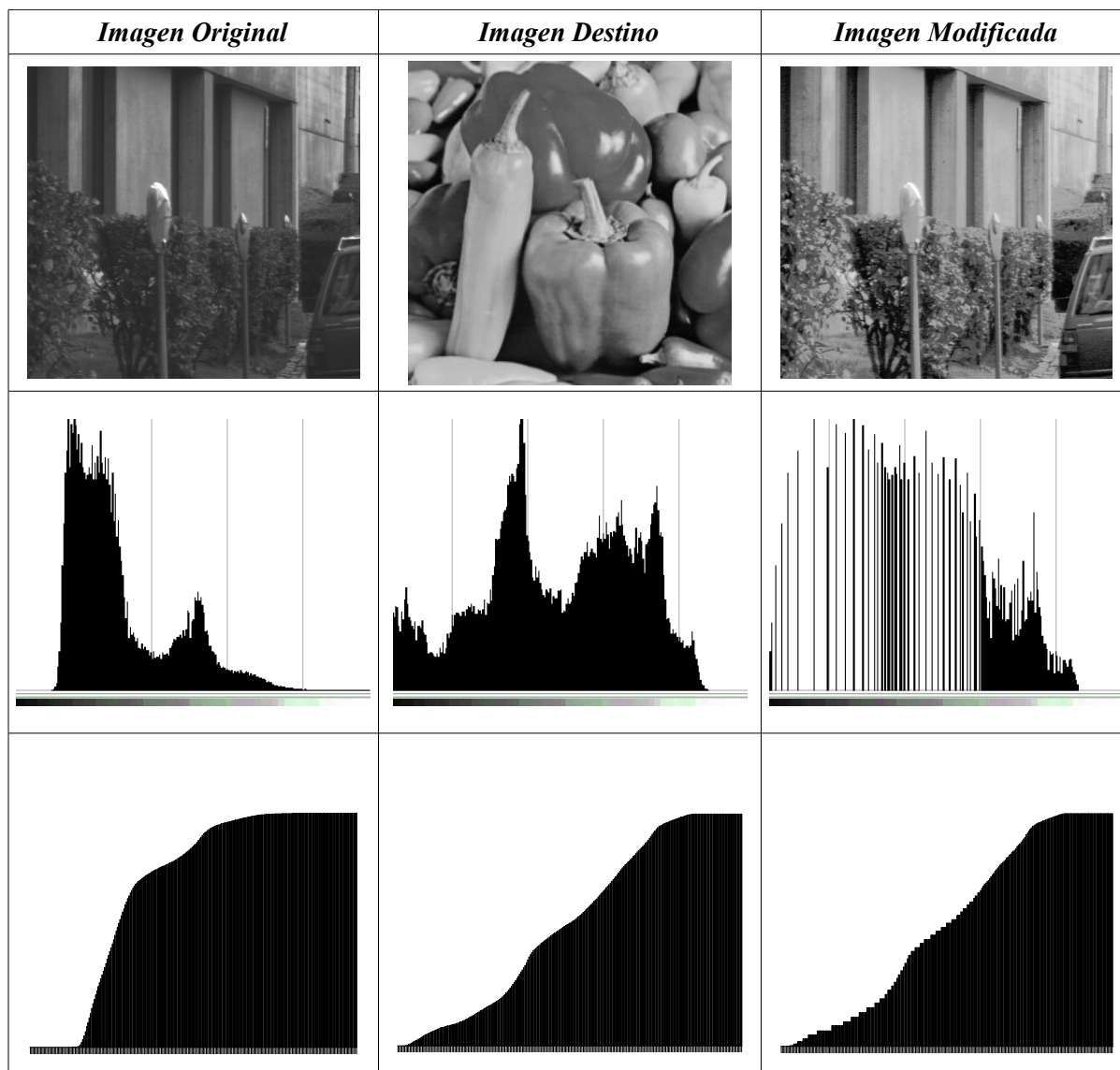
En las Fig. 4 y 5, se muestran los resultados de adaptar un histograma a otro, la primera fila muestra la imagen, la segunda fila muestra el histograma de esa imagen y finalmente la tercera fila muestra el histograma acumulado de la imagen.

En la Fig. 4, como podemos ver, la imagen modificada adopta el contraste de la imagen destino. Para este caso en particular, se ha empleado una imagen destino con un histograma bien ecualizado, para modificar el contraste de una imagen con unos niveles de gris muy concentrados en un rango.



**Figura 4.** Primer ejemplo de modificación de histogramas.

En el ejemplo de la Fig. 5, tenemos una imagen original con un histograma con valores muy oscuros, y deseamos desplazar ese histograma hacia la zona con valores más claros, para eso, usaremos una imagen destino con la mayoría de píxeles en los valores medios de color. La imagen modificada muestra el resultado de desplazar el histograma de la imagen original hacia la zona de tonos más claros, siempre usando el histograma de la imagen destino.



**Figura 5.** Segundo ejemplo de modificación de histogramas.

Las imágenes empleadas para los experimentos, se han obtenido de [4].

## 6 Discusión y Conclusiones

A lo largo de este artículo se ha presentado un método para la adaptación del contraste de una imagen de modo que se asemeje al de otra: la modificación del histograma.

Se trata de un método sencillo y rápido cuya aplicación más inmediata es la de ajustar el contraste de una imagen al de otra, facilitando la tarea de realizar composiciones con ambas imágenes, puesto que una vez ajustado el contraste aparentan estar tomadas en las mismas condiciones de iluminación.

## Bibliografía

- [1] MathWorks. <http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/images/histeq.html>
- [2] Arturo de la Escalera, *Visión por computador, fundamentos y métodos* (Prentice Hall, 2001).
- [3] Nick Efford, *Digital Image Processing, a practical introduction using JAVA* (Addison-Wesley, 2000).
- [4] The Computer Vision Homepage. <http://www.cs.cmu.edu/~cil/vision.html>.