

## **Introducción**

La imagen digital es una de las formas más comunes de contenido multimedia. Para entender su tratamiento desde el punto de vista técnico, es necesario comenzar con la percepción visual humana. Las imágenes y los colores que percibimos son sensaciones generadas en nuestro cerebro a partir de la información captada por los fotorreceptores del ojo. Existen dos tipos principales de fotorreceptores: los bastones, que son sensibles al brillo (alrededor de 120 millones), y los conos, que captan el color (aproximadamente 6 o 7 millones). Estos conos se dividen en tres tipos: S (azul), M (verde) y L (rojo), cada uno sensible a una longitud de onda diferente.

El sistema visual humano es más sensible a la luminancia (brillo) que al color. También percibe mejor las frecuencias espaciales bajas que las altas, y es menos sensible a distorsiones de cuantificación cuando el nivel de luminancia es alto. Además, no todos los colores teóricamente posibles pueden ser percibidos (los llamados “colores imaginarios”), y la sensibilidad al color está influenciada por la intensidad de la luz, siendo el ojo especialmente sensible al verde.

Los dispositivos de imagen, tanto de entrada (como las cámaras o el ojo) como de salida (monitores, proyectores, impresoras), tienen diferentes capacidades para captar o reproducir colores, lo que se denomina gamut. Para corregir estas diferencias, se utilizan dos mecanismos:

- La corrección gamma, que adapta la percepción del brillo humano mediante una función matemática.
- El perfil ICC, que define el espacio de color de un dispositivo mediante un espacio de conexión (Profile Connection Space) como CIELAB o CIEXYZ.

Durante la captura de imágenes, si se guarda en formato RAW, no se aplica corrección alguna. En cambio, si se guarda en formatos comprimidos como JPEG, se codifica ya con corrección gamma. Cada dispositivo de visualización tiene su propio valor de gamma para interpretar correctamente la imagen.

## **Tipos de imágenes digitales**

Las imágenes digitales pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Ráster o bitmap, que representan la imagen como una matriz de píxeles.
- Vectoriales, que utilizan elementos como puntos, líneas (curvas de Bézier), y texto. Las imágenes vectoriales no pierden calidad al escalarse o rotarse y se utilizan tanto en 2D como en 3D. Ejemplos incluyen SVG, MathML o formatos CAD.

Algunos formatos permiten la mezcla de gráficos ráster y vectoriales, como SVG, PDF, WMF, EPS, entre otros.

## **Aplicaciones de las imágenes**

Las imágenes digitales se utilizan en múltiples contextos:

- Iconos: en formatos como PNG, BMP y SVG.
- Web: imágenes ráster (JPG, PNG, GIF) y vectoriales (SVG).

- Cámaras: formatos como RAW y EXIF.
- Edición gráfica: con formatos sin pérdida de calidad.
- Impresión: formatos de alta calidad como TIFF y PDF.

### **Resoluciones y dispositivos**

Existen diferentes tipos de resolución en las imágenes:

- Resolución de píxeles: usada en dispositivos de superficie como cámaras y pantallas. Se mide como el número de píxeles en ancho y alto.
- Resolución espacial: típica de dispositivos de línea como escáneres e impresoras. Se mide en ppi (píxeles por pulgada) o dpi (puntos por pulgada).

La resolución espacial suele estar presente como metadatos en los archivos de imagen, pero no afecta directamente al número de píxeles almacenados.

### **Estándares de resolución**

Entre los estándares de resolución más comunes están CIF, VGA, XGA, SDTV, HDTV (1080p, 720p), 4K y 8K. Estas resoluciones afectan a la calidad visual y al tamaño del archivo final.

### **Relación de aspecto (Aspect Ratio)**

La relación de aspecto es la proporción entre el ancho y el alto de una imagen. Se distingue entre:

- DAR (Display Aspect Ratio): relación visible en el dispositivo.
- SAR (Storage Aspect Ratio): relación basada en los píxeles del archivo.
- PAR (Pixel Aspect Ratio): proporción de los píxeles mismos.

Se pueden aplicar técnicas como escalado, recorte o bandas negras para adaptar diferentes relaciones entre pantalla y archivo.

### **Color**

El color se representa mediante modelos matemáticos como RGB, CMYK, YUV, HSV, LAB, etc. A partir de ellos se definen espacios de color específicos, como sRGB o Adobe RGB, con el objetivo de representar los colores de forma precisa según la percepción humana.

Algunos modelos comunes incluyen:

- RGB: modelo aditivo, dependiente del dispositivo, usado en pantallas. Añade el canal A (alfa) para transparencia.
- CMY/CMYK: modelo sustractivo, usado en impresión. Añade el negro (K) para mejorar el contraste.
- YUV / Y'CbCr / YPbPr: separan luminancia y crominancia. Muy útiles en vídeo, permiten eliminar información de color sin afectar demasiado la percepción.

- HSV, HSL: representan color de forma más intuitiva para los humanos (tono, saturación y brillo).
- LAB: modelo perceptual, independiente del dispositivo. Tiene un gamut más amplio que RGB o CMYK.

### **Profundidad de color y transparencia**

La profundidad de color indica cuántos bits se usan por cada píxel o componente (rojo, verde, azul, alfa, etc.). Va desde 8 bits hasta colores profundos de 30 o 48 bits por píxel. La transparencia se codifica mediante el canal alfa, que puede representar opacidad binaria (como en GIF) o semitransparencia (como en PNG).

### **Compresión de imágenes**

Existen dos grandes categorías de compresión:

- Sin pérdida: conserva toda la información. Métodos: RLE, LZW, Deflate (LZ77 + Huffman), etc. Usado en PNG, GIF, TIFF.
- Con pérdida: elimina información visualmente menos relevante. Basada en la sensibilidad del ojo humano a ciertos tonos, colores o frecuencias espaciales.

Una técnica común es la submuestreo de crominancia, donde se almacenan menos datos de color (Cb y Cr) que de brillo (Y), dado que el ojo es menos sensible a las variaciones cromáticas.

### **Formatos de imagen**

Los formatos de imagen más comunes en Internet son:

- GIF: sin pérdida, con paleta indexada, soporta animación y transparencia binaria.
- JPEG: con pérdida, usa compresión progresiva, no soporta transparencia ni animación.
- PNG: sin pérdida, soporta transparencia alfa, sin animación.
- SVG: formato vectorial escalable.

### **Proceso de compresión JPEG**

El proceso de compresión JPEG con pérdida incluye:

1. Conversión RGB a Y'CbCr y submuestreo de croma.
2. División en bloques de 8x8, aplicación de DCT, cuantización y descarte de altas frecuencias.
3. Codificación entropía con zigzag (Huffman u otro método sin pérdida).

El formato JPEG también tiene variantes como JPEG 2000 (usa wavelets), JPEG XR, etc.

### **Formato TIFF**

TIFF es un formato contenedor muy versátil, capaz de almacenar imágenes con distintos tipos de compresión (LZW, JPEG), modelos de color (RGB, CMYK, YCbCr), y metadatos. Se usa mucho en edición profesional y fotografía.

### **Metadatos en imágenes**

Los archivos de imagen pueden incluir metadatos como fecha, ubicación geográfica, orientación, etc. Los estándares más comunes son:

- EXIF: usado en cámaras digitales.
- XMP
- IPTC IIM

MARIA BOGAJO