

\* CIE Lab. A tongue that rocks

El color a mi alrededor  
Modelos de color

**Javier Juaristi Guerra**  
Grado en diseño y creación digital

**Javier Juaristi Guerra**

El color a mi alrededor. Modelos de color

Grado en diseño y creación digital

2018-2019

7 de abril de 2019

Creative Commons BY-NC-ND 4.0

### **Portada**

Juaristi, J., (2019), *CIE Lab. A tongue that rocks*.

La representación del espacio de color CIE Lab, llamada por su forma *The Tongue*, La Lengua, colocada en el conocido icono del mítico grupo de rock *The Rolling Stones*.

He disfrutado mucho haciendo este ejercicio. Los formatos de archivos gráficos y la gestión de color es algo a lo que, desde finales de los 90 y hasta 2006, dedique mucho tiempo de estudio y recursos económicos invertidos en un espectrofotómetro, colorímetro, densitómetro, monitor y escáner profesional, luminarias y lámparas específicas, impresora de cera, y alguna cosa más.

Experimenté durante un tiempo el trabajar con un entorno lineal, con gamma 1,0, en lugar de las típicas 1,8 y 2,2 de Macintosh y Windows, y en el espacio CIE Lab en lugar del RGB y CMYK. Los resultados internos eran muy buenos, pero a la hora de salir al exterior el dialogo con la fotomecánica o la imprenta no era muy fluido que digamos, así que lo abandoné y me plegué a "lo normal" como solían decirme.

Me habría gustado extenderme mucho mas en este trabajo y explicar con mas detenimiento y profundidad muchos temas.

Hay datos que me habría gustado buscar y verificar en viejas revistas de la época, como lo que significa TIFF. Yo recuerdo nombrarlo cómo Target Independent File Format, o Formato de Archivo Independiente de Destino ya que no estaba vinculado a ningún software o hardware específico. Sin embargo veo que la información actual le da otra definición y no se si es una mala pasada de mi memoria o un cambio conveniente sufrido con la evolución del formato.

También habría hablado de los formatos gráficos basados en compresión fractal, con los que también experimenté, pero veo que las patentes que tienen no han ayudado a popularizarlos y han quedado restringidos a ámbitos muy concretos.

En fin, que habría podido escribir diez veces mas sobre el tema pero la espada de Damocles del límite de páginas, que he superado ampliamente, pesaba mucho sobre mi.

Javier Juaristi Guerra

## contenido

- 4** primera parte
- tiff
- 5** 7,9" x 5,3"
- 6** cie lab
- 8** paso a paso
- 9** muestras de color
- 12** avanzamos
- 13** segunda parte
- 14** comparando
- 18** 300/72 dpi
- 21** jpg
- 23** gif
- 26** formatos gráficos
- 28** pfd
- 31** conclusión
- 32** webgrafía
- 33** índice

### primera parte

La primera parte de este ejercicio consiste en completar una imagen RGB con distintos parches de color tomados de muestras de la misma imagen para posteriormente convertirla en CMYK de modo que al final tengamos una versión RGB y una CMYK de la misma imagen.

Antes de comenzar vamos a comprobar los valores de la imagen que vamos a usar para conocer de donde partimos.

Imagen original para usar en el ejercicio



### tiff

Lo primero que vemos es que se trata de una imagen con extensión de archivo tif.

TIFF, Tagged Image File Format (Formato de Archivo de Imagen Etiquetado), también conocido como TIF es un formato lanzado por **Aldus** en su versión 3.0 en 1986 como intento de crear un formato estándar para los escáneres. Originalmente era un formato en blanco y negro (un solo bit de información por píxel, no escala de grises) y en las siguientes versiones, hasta llegar a la última, la 6.0 de 1992, ha ido añadiendo compatibilidad para imágenes en escala de gris, con paleta de color, RGB y por último CMYK e YCbCr.

El formato carecía de compresión hasta su versión 5.0 donde se le incorporó la **compresión sin pérdida** LZW. La versión 6.0 dispone de compresión ZIP (sin pérdida) y JPG (con pérdida).

TIFF ha sido durante muchos años el **formato estándar** para el almacenamiento e intercambio de imágenes a color de alta resolución en la industria gráfica.

Aunque las dimensiones (201 x 135 mm aprox.) sean algo mas pequeñas que un DIN A5 (210 x 148 mm), la resolución de 300 dpi y el espacio de color **Adobe RGB 1998** nos indica que se preveía que el destino final de la imagen podría ser el CMYK.

Una resolución de 72 dpi o el uso del espacio de color **sRGB**, nos indicaría que estaba destinada a mostrarse en pantallas.

El espacio de color Adobe RGB 1998, como su propio nombre indica, fue lanzado por Adobe en 1998 para tratar de acomodar la mayor parte del espectro de colores CMYK. Este espacio de color recoge aproximadamente el 50% de los colores visibles en el espacio CIE Lab bajo un iluminante **D65**.

Por su parte, el espacio de color sRGB o estándar RGB, fue creado por Hewlett-Packard y Microsoft y aprobado por el W3C y gran parte de la industria gráfica digital. Es un espacio de color que pretendía representar la gama de colores estándar, del espacio CIE Lab (iluminante D65), mostrada por lo monitores **CRT** (Tubo de Rayos Catódicos) de forma que la industria dispusiera de un espacio de color común con el que trabajar.

Los monitores actuales carecen de la curva de gamma propia de los antiguos CRT pero el hardware actual simula y compensa estas curvas para seguir utilizando este espacio de color.

**7,9" x 5,3"**  
**2362 x 1575 px**  
**@300 dpi**  
**24 bits**  
**adobe rgb 1998**

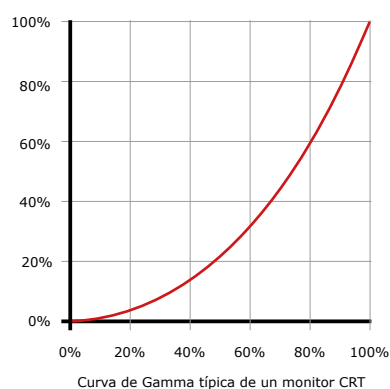
Algunos espacios RGB y su cobertura CIE Lab:

- ProPhoto RGB (90%)
- Wide-Gamut RGB (75%)
- Adobe RGB (50%)
- sRGB (35%)

En el origen de la televisión a color, los tubos de rayos catódicos (CRT) con que se fabricaban no tenían una respuesta lineal, es decir, cuando entraba un nivel de señal 1.0, en pantalla mostraban una señal de salida de 0.2, y si el nivel de entrada era 2.0, una señal de salida de 0.3, por poner unos valores ficticios. La respuesta no era 1.0 de entrada 1.0 de salida, lo que trasladado a una representación gráfica nos da una línea de respuesta curva. Esa curva es lo que se conoce como curva de gamma. Como en esos momentos del nacimiento de la televisión a color el introducir un compensador de señal en los televisores hacía encarecer aun mas el nuevo invento, se tomo la decisión de incorporar la compensación de señal en las cámaras de televisión, enviando así a los hogares una señal con una curva inversa a la producida por los televisores, de este modo ambas curvas se anulaban y podíamos ver el color correctamente en nuestras casas.

Con el comienzo de las computadoras personales, los televisores se convirtieron en monitores y mientras

IBM y otras empresas obviaron el tema del color ya que su objetivo eran las aplicaciones ofimáticas y de gestión, Apple incorporó un compensador de señal a sus equipos, haciendo que el color se viese mejor en un Apple e impulsándolo la firma al liderazgo de la naciente industria gráfica digital.



**cie** Comprender, al menos de forma básica, el espacio de color CIE Lab  
**lab** es importante puesto que todas las transformaciones que vamos a realizar en el ejercicio van a hacer uso de el.

Para empezar hay que saber que Lab a secas no es mas que una forma coloquial de llamar a uno de los 2 espacios de color que hacen uso de estas coordenadas, el CIE Lab y el Hunter Lab. A nosotros nos interesa, porque es el que usamos y al que hacen referencia las aplicaciones que manejamos, el CIE Lab.

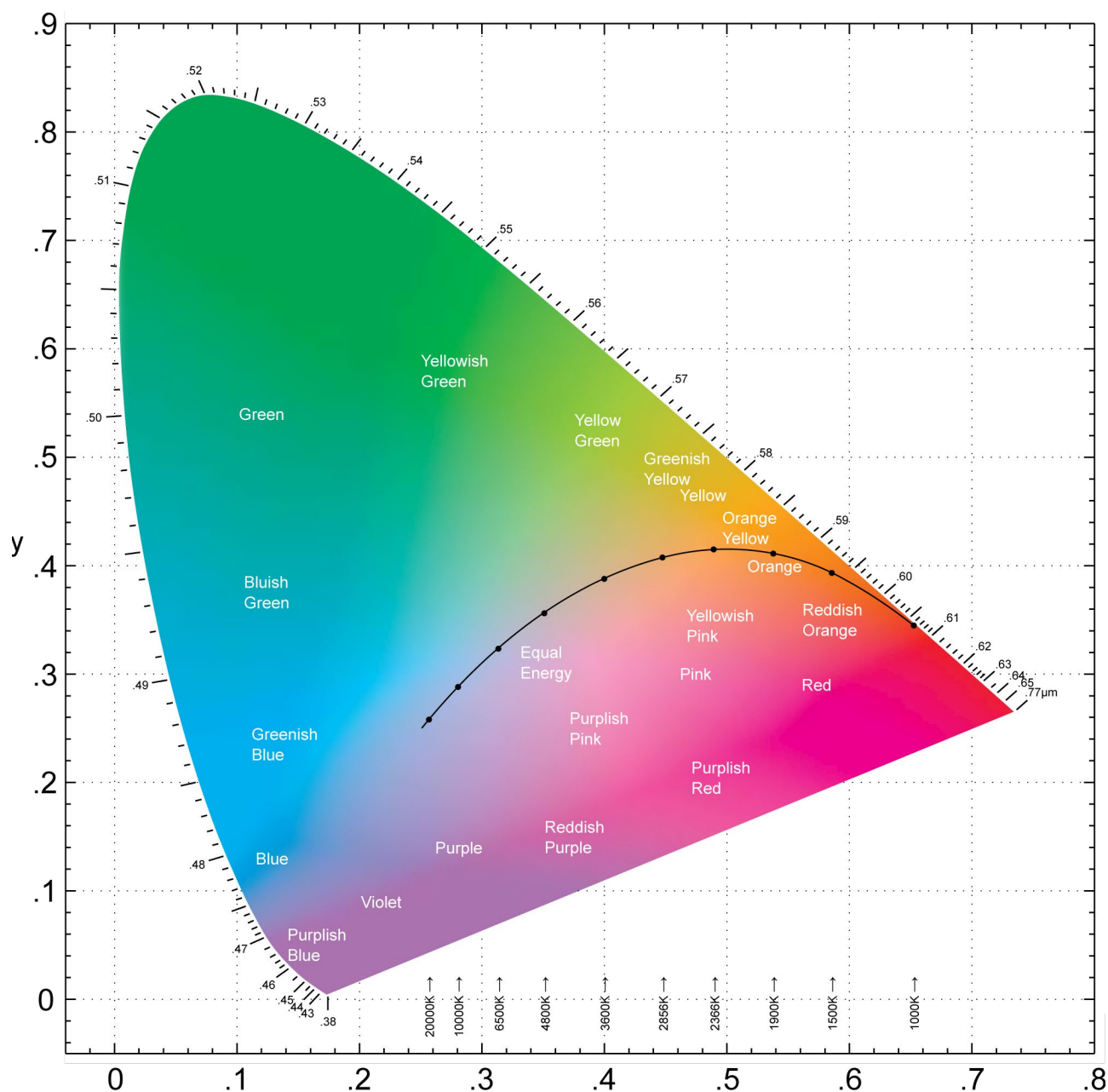
La CIE, Commission Internationale d'Eclairage, o en español Comisión Internacional de la Iluminación, definió en 1931 el modelo CIE XYZ, uno de los primeros modelos de color definidos matemáticamente y que engloba todos los colores que puede percibir una persona con una visión promedia. Partiendo de este modelo definió posteriormente el espacio CIE 1976  $L^*a^*b^*$  con el propósito de crear un espacio de color con una percepción lineal, es decir, que un cambio de valor en un color produzca un cambio visual equivalente. Esto lo hace especialmente útil en las transformaciones entre espacios de color.

Hay que tener en cuenta que un espacio CIE Lab no representa valores absolutos, si no que los colores que codifica tienen su origen de coordenadas en el iluminante definido previamente. Esto es muy importante ya que como hemos visto los espacios sRGB y Adobe RGB están definidos bajo un iluminante D65 mientras que Photoshop y los perfiles ICC usan por defecto un iluminante D50 que es el utilizado en la industria de la impresión.

Los iluminantes tipo D (definidos por la CIE) representan de forma teórica la luz natural disponible en el Noroeste de Europa en distintos momentos del día. D65 (unos 6500° K) representa la luz disponible a medio día mientras que D50 representa la luz disponible con el sol en el horizonte (amanecer).

Las coordenadas Lab se sitúan sobre un sistema de coordenadas donde  $L^*$  es el eje vertical que va de 0 a 100 y representa la luminosidad, el eje  $a^*$  va desde -100 (verde) hasta +100 (rojo) y el eje  $b^*$  va desde -100 (azul) hasta +100 (amarillo).

Normalmente en el software gráfico los ejes  $a^*$  y  $b^*$  se representan con valores que van desde -127 hasta +127 (256 niveles) en lugar de en porcentaje como la luminosidad  $L^*$  que se representa con valores que va desde el 0% al 100%.



▲  
Diagrama de cromaticidad del espacio de color CIE 1931 representando los colores, en términos de saturación y valor más bajos, que pueden reproducirse mediante pigmentos como los que se utilizan en la impresión. Los nombres de los colores son del sistema de colores Munsell. La curva sólida con puntos en ella, es el locus planckiano, con los puntos correspondientes a unas pocas temperaturas seleccionadas del cuerpo negro que se indican justo encima del eje x.

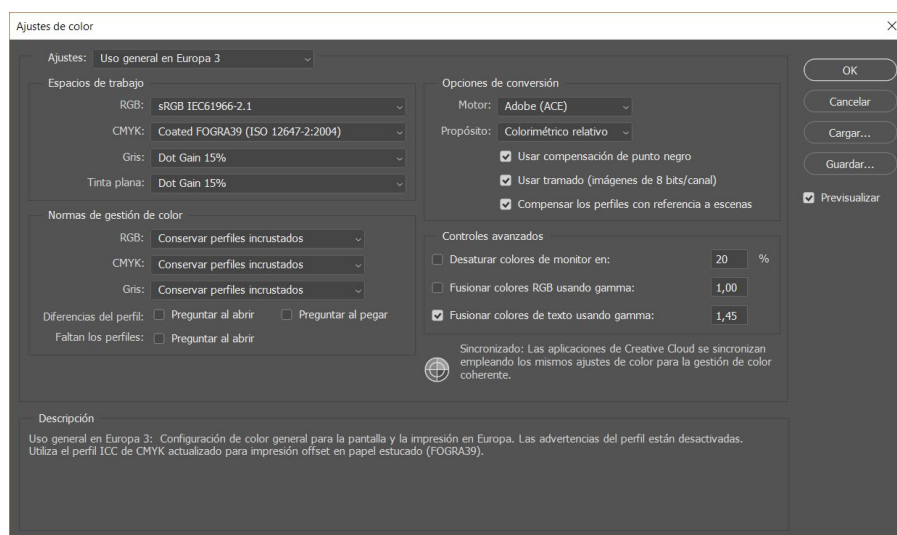
Recuperado de Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/CIE\\_1931\\_color\\_space](https://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space)  
Autor: Paulschou  
Creación: 9 de diciembre de 2009  
Licencia: CC BY-SA 3.0



**paso**  
**a paso**

Ahora si, comenzamos el paso a paso del proceso, para lo cual vamos a fijar según el enunciado nuestras preferencias de administración de color en Photoshop como **Uso General en Europa 3**.

Ventana de selección de  
ajustes de color en Adobe  
Photoshop CC 2019



De esta selección nos interesa tomar nota de algunas cuestiones. En primer lugar vemos que en las normas de gestión de color tenemos por defecto la opción de **conservar los perfiles incrustados**, lo que en nuestro caso significa que cuando abramos nuestra imagen que como vimos tiene incrustado el perfil de color Adobe RGB 1998, este no será reemplazado por el sRGB que tenemos definido como espacio de trabajo. A su vez esto implica que mientras no cambiemos el perfil de color de nuestra imagen vamos a modificar los colores en el espacio de color Adobe RGB y no en el sRGB que hemos seleccionado. Esto es importante ya que en el momento que cambiemos el perfil, la paleta de colores sRGB es menor que la de Adobe RGB, por lo que en ese momento perderemos información importante de la imagen original. Empezaremos a trabajar con una “fotocopia” del original.

Otro dato importante a tomar nota es las opciones de conversión seleccionadas. Por un lado el motor, que en nuestro caso es el motor de Adobe (AEC), y por otro y mas importante, el modo de conversión, que en la selección que hemos hecho se trata de una conversión **colorimétrica relativa**. Con este modo de conversión, cuando tratamos de introducir una paleta de color origen en una paleta de color receptora mas reducida, todos los colores son



modificados y sus coordenadas recalculadas de modo que la distancia relativa entre los colores permanezca constante. Es el modo de conversión de color más práctico para usar con fotografías o imágenes con multitud de colores. Para una conversión de imágenes planas, donde queremos conservar sus valores al máximo, como en el caso de colores corporativos o logotipos, sería mejor usar la conversión colorimétrica absoluta que solo modificará los valores de los colores situados fuera de la nueva paleta de colores.

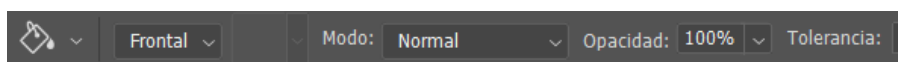
El siguiente paso en el ejercicio es la toma de muestras de color que realizaremos con la herramienta **cuentagotas**.

**muestras  
de color**



En principio, ya que la imagen que tenemos está en una sola capa y la selección en si misma nos da un poco igual, podemos dejar las opciones por defecto. Siguiendo el enunciado comenzaremos con una muestra de un color naranja próximo a los parches blancos que tenemos en el bol.

A continuación seleccionamos la herramienta **bote de pintura**.



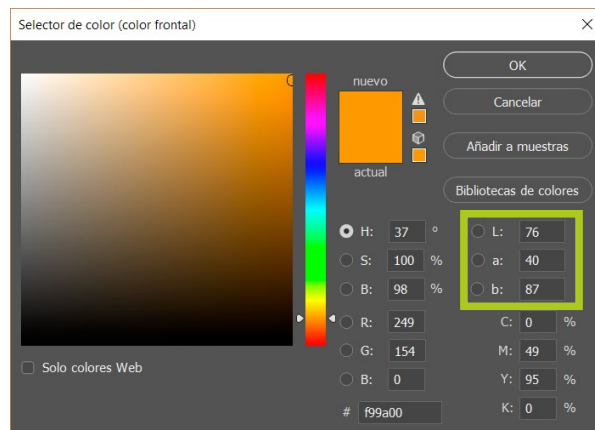
Con el bote de pintura debemos fijarnos que la opacidad esté al 100% para colorear con la misma muestra que tomamos y no con un matiz de esta, y la tolerancia en un valor no muy alto para evitar que el color se desborde en zonas como el cuenco con chocolate. Como los parches son blanco liso, se puede dejar a 0 sin problema.



Si la tolerancia del bote de pintura es muy alta, el color rebasará el recuadro y se esparcirá por el cuenco

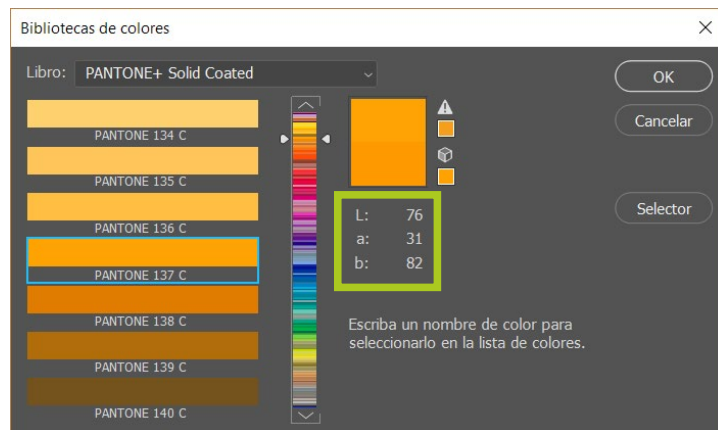
Con el bote de pintura bien ajustado, hacemos clic en el parche cuadrado correspondiente y lo rellenamos de color. Hacemos clic en la muestra de color frontal y tomamos nota de los valores.

Ventana de selección de color



Ahora abrimos la biblioteca de colores y seleccionamos la paleta de colores Pantone + Solid Coated.

En la biblioteca de colores tenemos diversas cartas a nuestra disposición



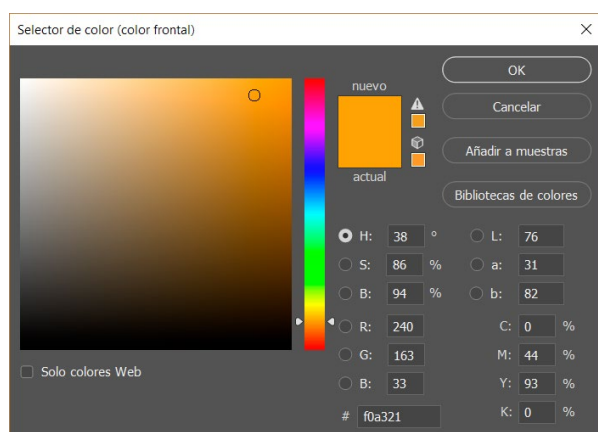
Si observamos las coordenadas Lab (es el espacio de color que Photoshop usará para la conversión entre modos), podemos ver como se ha seleccionado un color Pantone próximo a nuestra muestra. Este tiene una luminosidad (L) igual o similar a nuestro RGB (somos más sensibles a cambios de luminancia) y unas coordenadas ab con un componente rojo menos saturado (menos valor en el eje a) y lo mismo en el componente amarillo (menos valor en el eje b). El Pantone color más próximo ha resultado estar mas cerca del eje cero de coordenadas ab, lo que nos da un tono menos saturado.

Hay que tener presente que el sistema RGB se almacena como 3 bytes de 8 bits (24 bits), lo que le permite codificar 16.777.216 colores, mientras que Pantone Solid Coated cuenta actualmente (2019) con 1.867 colores. Haciendo una división a lo bruto podemos ver que cada color Pantone debe cubrir a unos 10.000 colores RGB.

Esto no es realmente así. Es tan solo una forma de señalar la diferencia de volumen entre la paleta de color Pantone y una paleta RGB.

*También tenemos que fijarnos que desde el primer momento tenemos activado el icono de aviso de fuera de gama. Esto es debido a que como vimos antes, el espacio Adobe RGB (el nativo de nuestra imagen) es mayor que el Coated FOGRA39 que hemos asignado como espacio de trabajo, así que muchos colores de nuestra imagen, como el naranja que hemos seleccionado, se encuentran fuera de el.*

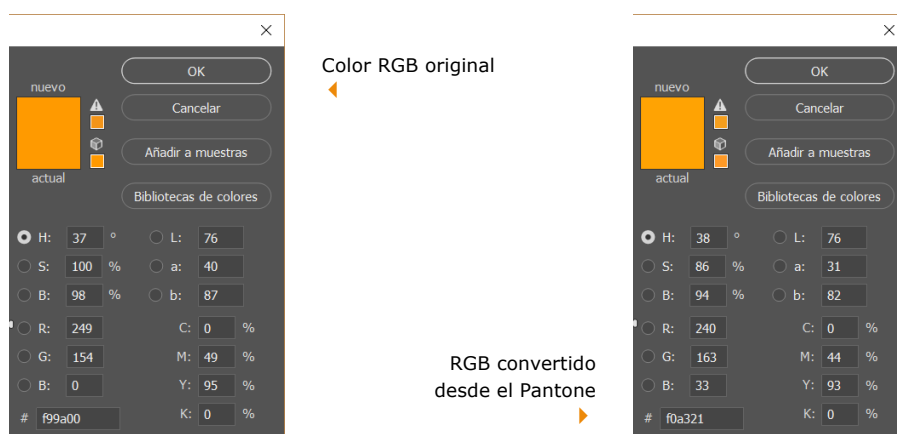
Ahora que tenemos seleccionado el Pantone mas próximo a nuestro naranja original, volvemos a tomar el bote de pintura y rellenamos el parche circular que se encuentra al lado. Hecho esto, volvemos a seleccionar el color frontal, que nos llevará a la biblioteca de colores, y cambiamos al selector de color.



Color RGB derivado del Pantone anterior

Lo primero que veremos es que la fórmula RGB ha cambiado. Ya no es la que teníamos al principio. La única manera de que esto no hubiera ocurrido habría sido si nuestro color RGB hubiera coincidido exactamente con un color Pantone, y esto es casi imposible. Si que podemos ver en el modelo HSB, que como era previsible por el cambio de coordenadas  $a^*b^*$  en el modelo Lab, nuestro color ahora es menos saturado. También podemos observar que el valor apenas ha variado ya que la luminosidad (L) se ha mantenido.

Si siguiendo con las observaciones, si tenemos en cuenta que el eje  $a^*$  de coordenadas Lab va de -100 (verde) a +100 (rojo), la disminución en su valor quiere decir que en la fórmula RGB el componente R (rojo) disminuirá y el G (verde) aumentará. Igualmente, como el eje  $b^*$  va de -100 (azul) a +100 (amarillo) y su valor también ha disminuido, el componente B (azul) aumentará su valor y dado que en RGB el amarillo se compone de rojo y verde, estos dos componentes también verán sus valores afectados de forma inversa. Así vemos como la fórmula RGB se ha visto mas afectada en el componente azul que inicialmente no formaba parte de su formulación.



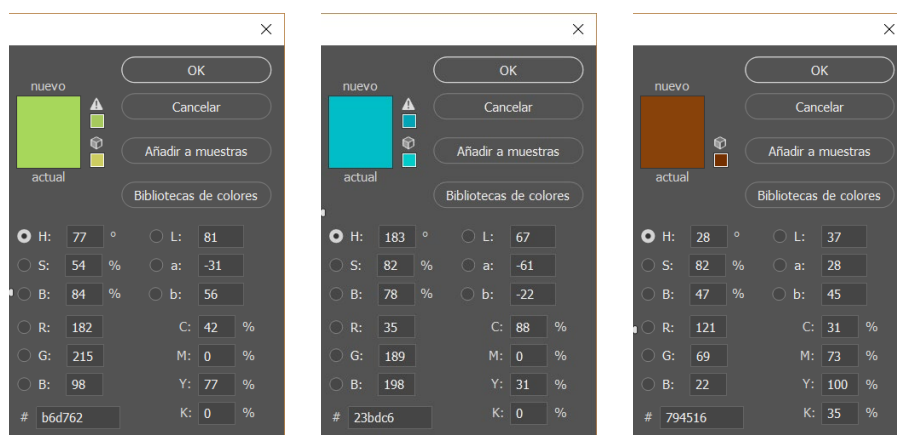
Lo que realmente ocurre con el CMYK lo veremos un poco mas adelante

La fórmula CMYK sigue el mismo razonamiento. Tan solo hay que tener en cuenta que se trata de un sistema complementario al RGB.

## avanzamos

Ahora es el momento de repetir el proceso con los tres colores restantes y continuar con el ejercicio.

Con las muestras de verde, azul y marrón seguimos el mismo procedimiento



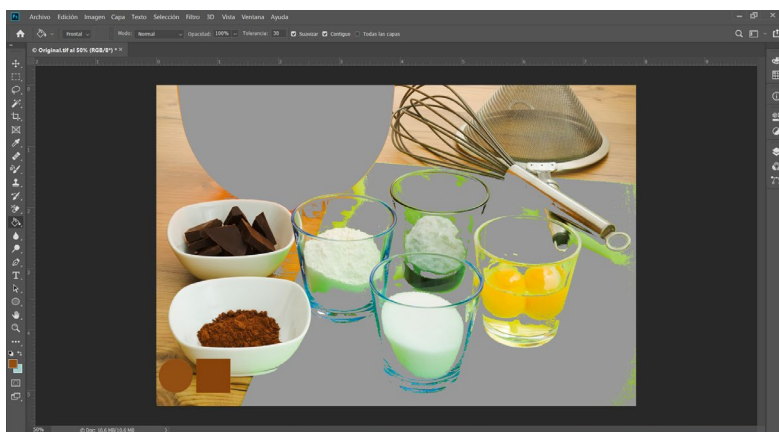
Una vez tenemos los parches y hemos comparado y analizado los cambios en las formulaciones de los mismos, procedemos a guardar el archivo en el formato de origen, TIFF (RGB) sin compresión.



Archivo original completo con todos los parches

El siguiente paso es convertir nuestra imagen de RGB a CMYK, pero antes activaremos el aviso de gama para ver que colores tiene nuestra imagen fuera del espacio CMYK seleccionado en nuestros ajustes de color; en este caso el Coated FOGRA39.

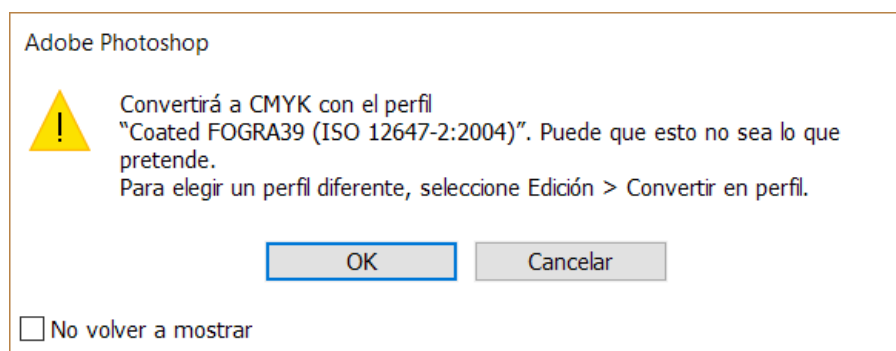
## segunda parte



Los colores cubiertos de gris se encuentran fuera del espectro de color de destino

Todos los colores que vemos cubiertos de gris se encuentran fuera del espectro CMYK de destino. Puesto que tenemos seleccionado un modo de conversión colorimétrico relativo, todos los colores de la imagen verán modificadas sus coordenadas Lab de forma proporcional para poder ser introducidos en el espacio CMYK. Si usásemos un modo colorimétrico absoluto, solo los colores fuera de gama verían cambiados sus valores.

Desactivamos el aviso de gama y cambiamos el modo de color de la imagen a CMYK. Photoshop nos avisará con un mensaje del perfil que vamos a usar en la conversión por si nos hemos equivocado.

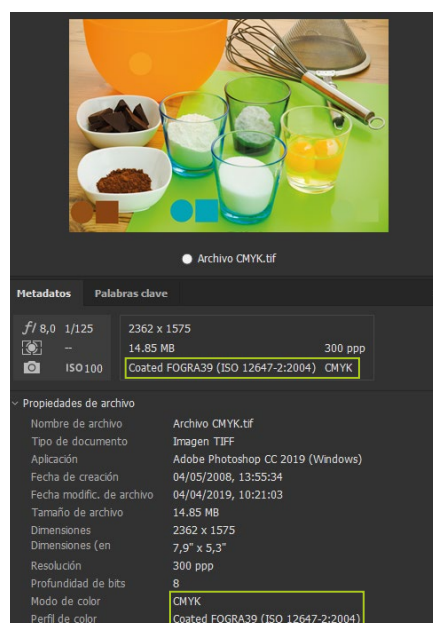
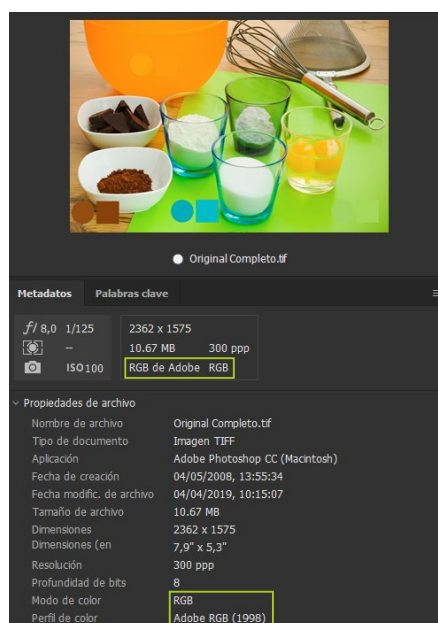


Como esto es precisamente lo que queremos hacer, damos el OK y ya tenemos nuestra imagen en CMYK. Antes de seguir la guardamos cómo "Archivo CMYK.tif".

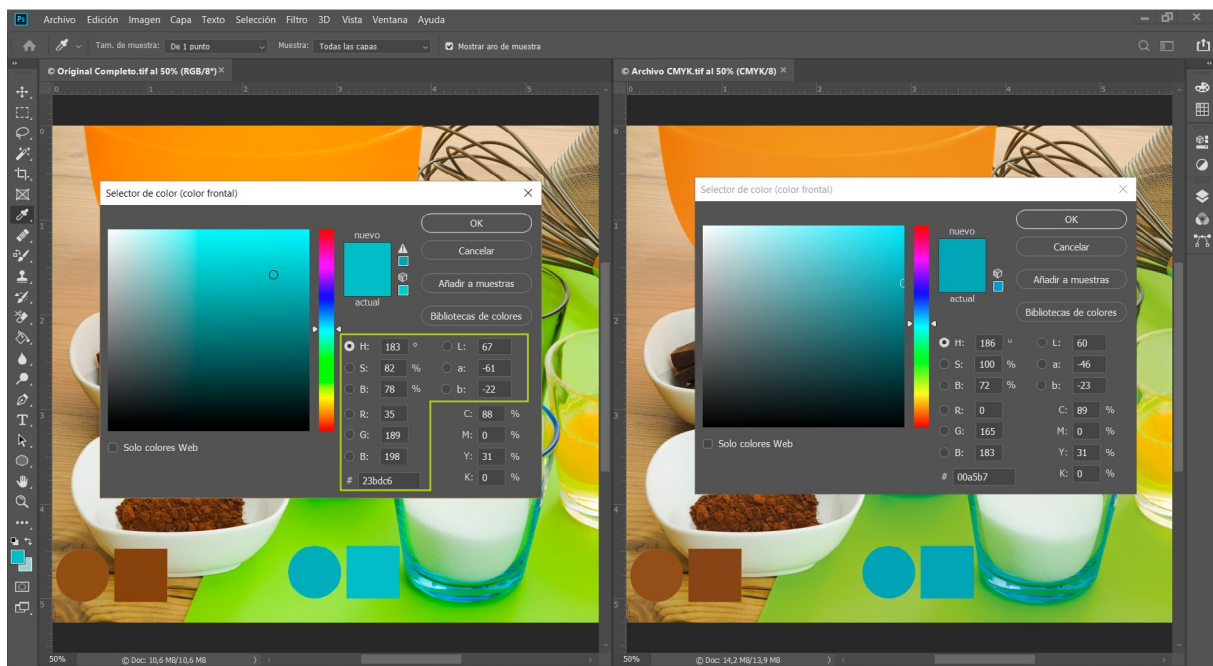
### comparando

Ahora debemos abrir "Original Completo.tif" y "Archivo CMYK.tif" para comparar ambas imágenes y fórmulas de color. Si antes echamos un vistazo rápido con Adobe Bridge vemos que ha variado el modo de color y el perfil incrustado. También el tamaño del archivo ya que el modo CMYK se almacena en 4 Bytes (uno por color) en lugar de 3.

Datos básicos de las dos imágenes visualizados con Adobe Bridge CC 2019







Si seleccionamos una de las muestras de color que tomamos antes, podemos ver que visualmente han cambiado y el ejercicio nos invita a comprobar que la fórmula CMYK no ha cambiado. Esto es cierto en parte y para comprenderlo primero hay que entender que es lo que estamos viendo.

Si nos fijamos en la imagen izquierda, la versión RGB, en el selector de color tenemos 4 fórmulas, 5 si contamos la codificación hexadecimal para HTML. De las cinco una de ellas no es "real".

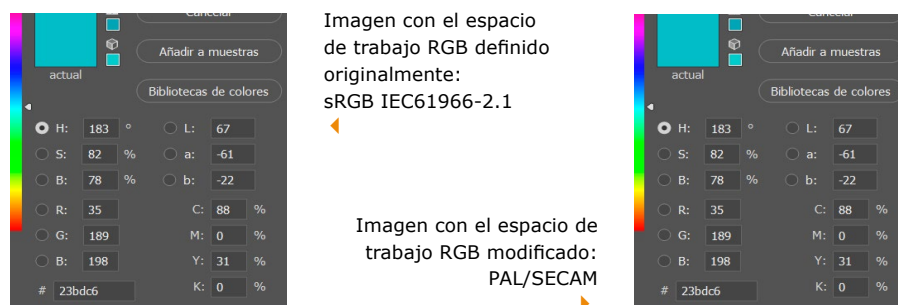
La primera y fundamental es la RGB. Cómo nuestro archivo es RGB lo que nos muestra el selector es el valor almacenado en forma de 3 bytes en nuestro archivo. Luego tenemos esos mismo valores convertidos a hexadecimal (base 16) para HTML, la traducción al modelo HSB y las coordenadas Lab.

Ya tenemos 4 fórmulas, así que la que nos queda es la que no era "real", la fórmula CMYK. ¿Y por qué digo que no es real? Porque no nos está mostrando un dato almacenado en nuestro archivo. Lo que nos muestra es una previsualización de la conversión al espacio CMYK con el perfil de destino que seleccionamos al principio del ejercicio, el Coated FOGRA39, y con el motor (ACE) y las condiciones de conversión seleccionadas; en nuestro caso una conversión colorimétrica relativa.

▲  
Montaje para comparar la selección de color de las dos imágenes creadas

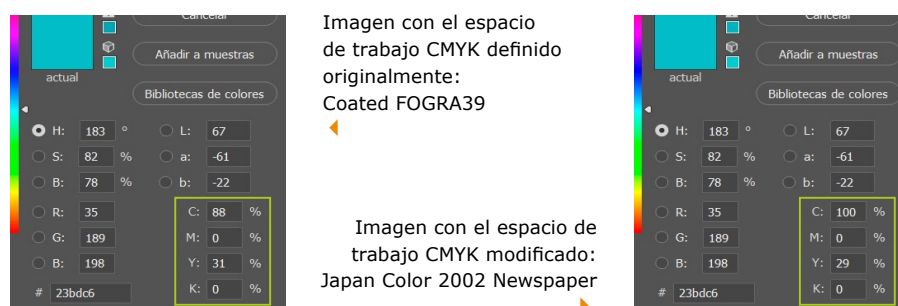


Todo esto podemos comprobarlo fácilmente seleccionando distintos perfiles de color y viendo los resultados.



A pesar de haber seleccionado un espacio de trabajo RGB tan dispar como el PAL/SECAM no vemos ningún cambio en las fórmulas puesto que si recordamos en nuestras opciones de color tenemos seleccionada la opción de conservar perfiles incrustados. Nuestra selección de espacio de color RGB solo se usará cuando realicemos una conversión de un espacio CMYK (o desde escala de grises) a otro RGB. Mientras tanto, los cambios que realicemos en nuestra imagen se harán en el espacio del perfil incrustado, Adobe RGB 1998.

Ahora vamos a ver que pasa cuando cambiamos nuestra selección de espacio de trabajo CMYK.

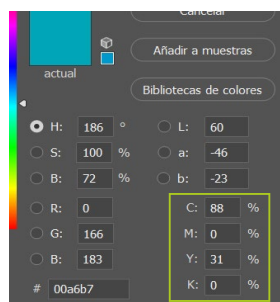


En cuanto cambiamos nuestro espacio de trabajo CMYK podemos observar un cambio en las fórmulas CMYK. Esto se debe a que lo que nos muestra no es un dato almacenado en nuestro archivo, que es RGB, si no la previsualización de color CMYK que obtendríamos si convirtiésemos la imagen a CMYK. Este cambio no ha supuesto realmente ninguna modificación en nuestro archivo, con volver a seleccionar el espacio de trabajo anterior volveremos a ver las fórmulas que teníamos antes.

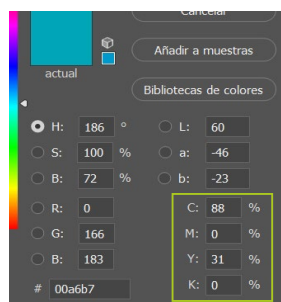
Ahora podemos hacer lo mismo con la imagen en CMYK y obtendremos los mismos resultados con algunos matices.

Lo primero es que cómo trabajamos con un archivo CMYK, esta vez el dato real es el CMYK, que es lo que está almacenado en el archivo. Lab nos muestra las coordenadas del color CMYK en el espacio de color CIE Lab. Hay que recordar que es el espacio que usamos para la conversión entre modos de color. El valor RGB y sus traducciones hexadecimal y HSB nos mostrarán una previsualización de la conversión al espacio de trabajo RGB seleccionado al inicio del ejercicio, el sRGB IEC61966-2.1.

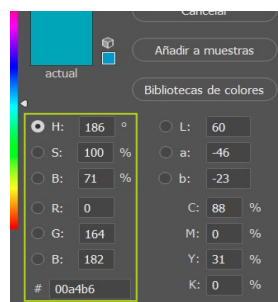
En esta ocasión si cambiamos el espacio de trabajo CMYK no observaremos cambios de color en la fórmula CMYK, mientras que si cambiamos el espacio de trabajo RGB observaremos cambios en la fórmula RGB y sus traducciones, que nos muestran una previsualización de la conversión y no un valor almacenado en el archivo CMYK.



▲ Espacio de trabajo CMYK definido originalmente: Coated FOGRA39



▲ Espacio de trabajo CMYK modificado: Japan Color 2002 News



▲ Espacio de trabajo RGB modificado: PAL/SECAM

No hay que perder de vista que el espacio RGB es mayor que el CMYK por lo que los cambios apreciados en la previsualización de la conversión serán mucho menores que en el paso de RGB a CMYK

*La conclusión final respecto de la pregunta del ejercicio es que no vemos cambios en las fórmulas CMYK de ambos archivos porque el archivo CMYK ha sido convertido al mismo espacio de color que tenemos seleccionado como destino CMYK en el archivo RGB. De este modo la previsualización y el resultado final son obviamente el mismo.*

NOTA: En el ejercicio se dice que no habrá cambios en las fórmulas RGB y CMYK. Esto es claramente un error en la redacción del mismo.

### 300/72 dpi

El próximo paso del ejercicio consiste en reducir la resolución de la imagen original completa (RGB) desde 300 dpi, dots per inch o puntos por pulgada (ppp) en español, hasta 72 dpi. Una resolución de 300 dpi puede considerarse un "estándar" para reproducir la imagen a tamaño original en, por ejemplo, un sistema de impresión como el offset a 150 lpi (lines per inch).

*La resolución que realmente necesitamos en un archivo depende de las características de nuestro archivo y del sistema de impresión al que va destinado.*

A pesar que en el ejercicio se dice que 72 dpi es la resolución adecuada para subir una imagen a una página web, considero que realmente este valor no tiene ninguna utilidad práctica hoy en día.

Aunque en Internet hay algunas explicaciones sobre la aparición del término 72 dpi relacionándolo con el intento de Apple de casar la resolución de la pantalla con la de sus impresoras matriciales y la consecución del WYSIWYG (What You See Is What You Get, lo que ves es lo que obtienes) esto no es cierto y solo es otra leyenda urbana en torno al mundo Apple.

El origen se sitúa en 1973 cuando Xerox lanzó el ordenador personal Xerox Alto y el software Bravo. El Xerox Alto costaba unos 30.000 \$ en el año 1979 lo que equivale a unos 100.000 € actuales (2019). Lo de ordenador personal se refería a que lo usaba una sola persona y no al concepto de ordenador personal que manejamos hoy en día.

Por su parte Bravo fue el primer software WYSIWYG que mostraba en pantalla un entorno gráfico, aun poco desarrollado, y que ya hacía uso del ratón.

En 1979 Steve Jobs (cofundador de Apple) y un equipo de personal de Apple, consiguieron una visita Xerox a cambio de opciones de acciones de Apple. En esa visita Jobs y su equipo conocieron entre otras cosas la interfaz gráfica WYSIWYG. En 1983, 10 años después de la aparición del Xerox Alto, lanzaron el Apple Lisa con una interfaz gráfica y un año mas tarde el Apple Macintosh.

El Xerox Alto disponía de una pantalla de 14 pulgadas con una resolución de 606x808 píxeles y como se puede deducir de estas medidas, el monitor tenía una orientación vertical.

Computador personal  
Xerox Alto, lanzado en 1973  
por Xerox y desarrollado  
por Xerox PARC (Palo Alto  
Research Center)  
»»





#### Xerox Alto

Xerox Palo Alto Research Center,  
Palo Alto (Kalifornien, USA), 1973-1979

Der Xerox-Entwickler Xerox gründete 1970 ein  
Forschungszentrum in Palo Alto, PA.

Hier entstand das Xerox Alto, eine Vision für viele  
heute selbstverständliche PC-Schneidungen.

Das Alto hatte eine grafische Oberfläche und Maus, die  
typisch war für den Macintosh, dann für Windows etc.

Es war voll funktionsfähig. Das System war ebenfalls  
eine Schöpfung von Xerox PARC.

Viele Alto-Entwickler arbeiteten am Apple Macintosh.  
Vom Alto selbst gibt es nur eine kleine Zahl, die  
es war ein Prototyp und kein kommerzielles Produkt.

Hersteller: Xerox Corporation  
Modellnummer: Xerox Alto  
Jahr: 1973-1979

Mod. No. 7-10000000

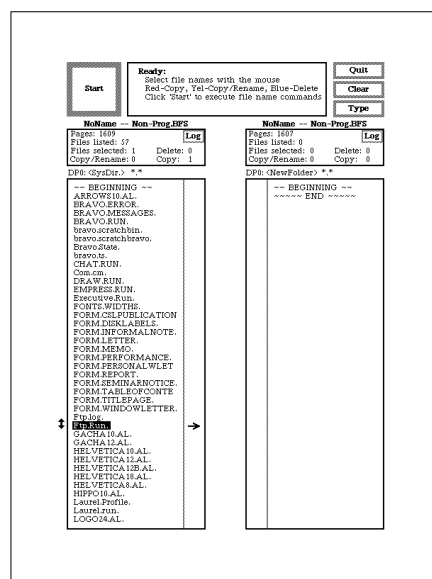
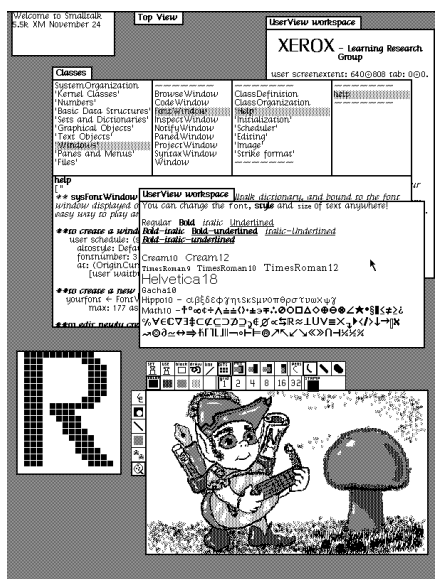
La medida de un monitor se toma en su diagonal de modo que para calcular la densidad de puntos por pulgada, los dpi (ppp) debemos calcular primero su diagonal en píxeles. Tiramos de las clases de mates y tenemos que el cuadrado de la hipotenusa de un triángulo es igual a la suma de los cuadrados de sus catetos. Despejamos la hipotenusa y tenemos el resultado.

$$H = \sqrt{(606^2 + 808^2)} = 1.010 \text{ px}$$

Si dividimos esos 1.010 píxeles entre las 14 pulgadas que medía el monitor obtendremos un resultado de 72,14 o redondeando 72 dpi. En esa época se consideraba que en una pulgada había 72,27 pt (punto tipográfico) y con esa resolución de pantalla, los ingenieros de Xerox conseguían equiparar un píxel de la pantalla con aproximadamente un punto tipográfico. Hoy en día definimos el punto como 1/72 de pulgada.

Dynabook OS, creado por Alan Kay con el lenguaje de programación orientada a objetos Smalltalk-76 en un Xerox Alto

Neptune, el administrador de archivos del Xerox Alto



Con la llegada de los ordenadores personales y las primeras tarjetas gráficas esta densidad de 72 dpi no se conservó, aunque durante un tiempo con una tarjeta SVGA (800x600 px) y un monitor de 14 pulgadas, o con una tarjeta XGA (1024x768 px) y un monitor de 17 pulgadas, la resolución aun era próxima a 72 dpi. Sin embargo hoy en día podemos encontrar pantallas de móvil con resolución Full HD (1920x1080 px) y tan solo 6 pulgadas, lo que



nos da una resolución de mas de 300 dpi, o televisores igualmente Full HD pero con un tamaño de 50 pulgadas, lo que nos da una resolución de poco mas de 40 dpi. Eso sin mencionar resoluciones 2K, 4K, 8K y lo que venga después.

A la hora de la verdad, lo que tendremos que considerar de una imagen que vamos a destinar a ser mostrada en pantalla es el tamaño máximo en píxeles al que se mostrará la misma.

Con todo esto, considero que el uso de una resolución de 72 dpi para imágenes que se van a mostrar en pantalla es solo un vestigio del pasado con poca o ninguna utilidad hoy en día.

Ahora si, cambiamos la resolución de nuestra imagen a 72 dpi y la guardamos con el formato JPG. Para poder observar cambios mayores he guardado dos versiones JPG, una en máxima calidad y otra en baja calidad.



▲  
TIF original a 300 dpi sin compresión



▲  
JPG a 72 dpi y máxima calidad



▲  
JPG a 72 dpi y baja calidad

Ampliando un poco la imagen, enseguida observamos claras variaciones de color sobre todo en las áreas fronterizas entre colores. En la versión de baja calidad los cambios son mucho mas evidentes.

Estos cambios son debidos al sistema de compresión que utiliza el formato de archivo JPG, un algoritmo de compresión con pérdidas que explota las propiedades de la visión humana.

Nuestra visión es mas sensible a los cambios de luminancia (brillo) que a los de color. En cada ojo tenemos unos 6 millones de receptores del color (conos) y unos 100 millones de bastones encargados de la visión en bajas condiciones de luminosidad y altamente sensibles a la luz. Además estos cambios de brillo se perciben con

mas facilidad en zonas con un color homogéneo que en zonas con grandes variaciones de color, cómo el borde del bol, del mantel o de los vasos.

Para entender como funciona la compresión JPG vamos coger una imagen de 1.000x1.000 píxeles. Con 3 bytes por píxel tenemos una imagen sin comprimir de 3.000.000 de bytes o 3 MB (mega bytes).

Lo primero que haremos es pasar nuestra imagen de codificación RGB a codificación YUV, donde Y representa la luminancia y UV las coordenadas de color, de una forma similar al modelo Lab. Con esto seguimos teniendo una imagen de 3 MB, no hemos comprimido nada aun.

Como sabemos que el ojo humano es mas sensible a los cambios de luminosidad que de color, dejaremos la luminosidad (Y) tal como está y reduciremos la resolución de los 2 canales de color (UV).

Para reducir la resolución de los canales de color dividiremos la imagen en bloques de 4 píxeles (2x2 px) y calcularemos el promedio de color de los 4 para convertirlos en uno solo. De esta forma conseguiremos en los canales U y V sendas imágenes de 500x500 px. Si ahora hacemos un cálculo rápido veremos que tenemos una imagen de 1.000x1.000 px en el canal Y con toda la información de la luminancia (1 MB), una imagen de 500x500 px (0,25 MB) en el canal U y otra igual (0,25 MB) en el canal V. Sumando los tres canales, ahora nuestro archivo ha pasado de 3 MB a 1,5 MB, sin perder resolución en la imagen.

La segunda parte consiste en la compresión del componente de brillo de la imagen. Para ello se divide la imagen en secciones de 8x8 píxeles (los cuadrados con cambios de color que vemos en las imágenes JPG) que se procesan por separado, primero mediante una función matemática llamada transformada discreta del coseno y después con una cuantificación digital. El efecto de este paso es un desenfoque y remuestreo de cada uno de esos bloques de 8x8 px. Cuanto mayor es el grado de compresión este desenfoque y remuestreo es mas evidente, sobre todo en las zonas con mayor variación de color como los bordes del bol y el mantel que mencionábamos.

Este detalle hay que tenerlo muy presente sobre todo si en nuestra imagen hay texto u objetos con pequeños detalles muy definidos. Conviene entender el funcionamiento del formato JPG para saber que podemos y no podemos hacer con él.



Es el turno del formato GIF y para obtener mejores resultados en lugar de partir del archivo JPG en baja resolución, voy a volver a resamplear el TIF original.

gif

Empezaré con una paleta de 256 colores, el máximo permitido por el formato. Con 256 colores podemos optar por una paleta de color uniforme, web, sistema Windows, sistema Macintosh o perceptual. Las paletas uniforme, web y sistemas Windows y Macintosh ofrecen unos colores ya definidos a los que se debe adaptar nuestra imagen. La paleta perceptual se adapta a los colores de la imagen ofreciendo un mejor resultado visual. Para mejorar el resultado podemos añadir un tramado de difusión, de motivo o de ruido. Las tramas de difusión y ruido serían tramas FM (frecuencia modulada) mientras que la de motivo sería una trama AM (amplitud modulada). Añadir una trama mejorará el aspecto de los degradados pero aumentará el tamaño del archivo.



▲  
256 colores  
Paleta uniforme  
49.131 bytes (47,9 KB)



▲  
256 colores  
Paleta perceptual  
81.974 bytes (80.0 KB)



▲  
256 colores  
Paleta perceptual + difusión  
113.439 bytes (110 KB)

Se puede ver que el archivo de menor tamaño es el que utiliza la paleta uniforme. Esto se debe a que de los 256 colores disponibles en la paleta, nuestra imagen solo hace uso de una parte de ellos porque no tiene zonas de color rojo, violeta, rosa, etc. que si están en la paleta de color uniforme. Como consecuencia se forman grandes áreas de color plano que son fácilmente comprimibles. Si tengo 40 píxeles (uno detrás de otro) que son de color naranja, no necesito almacenar 40 píxeles naranjas (40 bytes de información), puedo almacenar un píxel naranja (1 byte) y con un par más indicar que se repite 40 veces.

Esto es solo una forma simple de explicar como comprimir grandes cantidades de píxeles idénticos. En la webgrafía hay un enlace al algoritmo real utilizado en el formato de archivo GIF

Cuando seleccionamos una paleta de color perceptual, el software selecciona los 256 colores que mejor se adaptan a nuestra imagen, consiguiendo un resultado visual mejor. Como ahora si usamos los 256 colores ya no se generan superficies planas tan grandes como en el primer ejemplo, y la compresión se ve afectada.

Cuando añadimos una trama, en nuestro caso hemos recurrido a una trama de difusión, estamos haciendo uso de una mezcla de color partitiva. A la distancia suficiente dejaremos de ver los puntos y nuestro sistema visual realizará la mezcla con lo que con menos colores conseguimos la apariencia de tener más.

Para completar la comparativa vamos a guardar el archivo con una paleta perceptual con difusión de 32, 64 y 128 colores.



▲  
32 colores  
Paleta perceptual + difusión  
58.542 bytes (57,1 KB)



▲  
64 colores  
Paleta perceptual + difusión  
76.389 bytes (74,5 KB)



▲  
128 colores  
Paleta perceptual + difusión  
94.515 bytes (92.2 KB)



▲  
256 colores  
Paleta perceptual + difusión  
113.439 bytes (110 KB)



Está claro que el GIF no es un formato válido para destinarlo a fotografías de alta calidad o para impresión, aunque con imágenes de colores planos, cómo logotipos, destinadas a ser visualizadas en pantalla, el formato es muy práctico por la alta compresión sin pérdidas que conseguirá.



## LAST NIGHT, COMPUSEVE TURNED THIS COMPUTER INTO A TRAVEL AGENT FOR JENNIE, A STOCK ANALYST FOR RALPH, AND NOW, IT'S SENDING HERBIE TO ANOTHER GALAXY.

NO MATTER WHICH COMPUTER YOU OWN, WE'LL HELP YOU GET THE MOST OUT OF IT.

If you've got places to go, CompuServe can save you time and money getting there. Just access the Official Airline Guide Electronic Edition—for current flight schedules and fares. Make reservations through our on-line travel service. Even charter a yacht through "Worldwide Exchange." If your money's in the market, CompuServe offers a wealth of

prestigious financial data bases. Access Value Line, or Standard and Poor's. Get the latest information on 40,000 stocks, bonds or commodities. Then, consult experts like IDS or Heindol Commodities. All on line with CompuServe.

Or if, like Herbie, intergalactic gamesmanship is your thing, enjoy the best in fantasy, adventure, and space games. Like MegaWars, the ultimate computer conflict.

To get all this and more, you'll

need a computer, a modem and CompuServe. CompuServe connects with almost any personal computer, terminal, or communicating word processor. To receive an illustrated guide to CompuServe and learn how you can subscribe, contact or call:

**CompuServe**

Consumer Information Service  
2180 Wilson Road, Columbus, Ohio 43228  
**800-848-8199**  
In Ohio, call 614-457-8650

An H&R Block Company

BYTE May 1983 257

CompuServe Information Service (CIS), fundada en 1969, fue la primera gran compañía proveedora de servicios online. Es conocida entre otras cosas por haber creado el formato de archivo gráfico GIF.

En 1987 lanzó la primera versión GIF87a para proporcionar gráficos con color a sus espacios de descargas de archivos y en 1989 lanzó la versión GIF89a que añadía demora a las animaciones de imágenes múltiples.

El formato soporta 256 colores porque en 1989 las tarjetas gráficas de los ordenadores personales solo soportaban 256 colores (SVGA).

El formato no evolucionó más por varios motivos. Por un lado estaba sujeto a patentes y al pago de regalías por su uso. Esto quiere decir que cualquier software gráfico o navegador web que quisiera darle soporte, debía pagar a CompuServe una cantidad de dinero. Además el formato nació con un problema al incluir la compresión LZW, mas eficiente que el algoritmo Runlength que usaban los formatos PCX y MacPaint, pero que había sido patentado por Unisys en 1985.

Finalmente, en 1998, America On Line (AOL) compró CompuServe, acabando con ella y quedando las patentes en el olvido. Ese mismo año Netscape Navigator, el navegador mas popular de la época, incorporó el formato GIF salvándolo quizás de su muerte.

Irónicamente, hoy en día, con las patentes caducadas el formato se ha hecho muy popular por su sencilla implementación, el bajo peso de sus archivos y los GIFs animados que llenan por millones nuestros dispositivos móviles.

Anuncio publicado en la revista BYTE en Mayo de 1983 (pag. 257)

## formatos gráficos

Con todo lo visto hasta ahora podemos discernir que formato gráfico es el mas adecuado para nuestras imágenes dependiendo del destino de salida y de las características de la imagen.

Para imágenes fotográficas destinadas a ser impresas, el formato TIFF sin pérdida es la opción ideal. Hoy en día se usa con demasiada ligereza y desconocimiento el formato JPG ya sea para impresión o para pantalla.

También hemos visto que el formato JPG es el que mejor rendimiento tiene en imágenes fotográficas para pantalla. Aprovechándose del funcionamiento de la visión humana consigue grandes ratios de compresión a cambio de una determinada pérdida de información. Hay que prestar atención a los parámetros usados y a las características de la imagen para no encontrarnos con efectos indeseados.

TIFF RGB sin compresión  
3,47 MB

PNG Archivo grande  
2,94 MB



El formato GIF, el mas limitado de todos, puede también ser un gran aliado con imágenes de colores planos, consiguiendo un ratio de compresión muy elevado sin pérdida de información.

Para terminar he incluido una selección de imágenes a 1920 px de ancho, como para cubrir la *landing page* de un sitio web a Full HD, en formatos (en orden de peso) TIFF, PNG, GIF y JPG, a fin de comparar la calidad ofrecida por estos formatos.

He incluido el formato PNG, lanzado en 1996 y que no está sujeto a patentes. Es un formato muy popular hoy en día, junto al JPG y el SVG, para el desarrollo web. Soporta 24 bits (RGB) más un canal alfa de transparencia y también admite paletas de colores indexadas de 1, 2, 4 u 8 bits. Podríamos decir, a muy groso modo, que el PNG reúne algunas características del TIF y el GIF. ■

GIF Perceptual con difusión  
1,08 MB

JPG Máxima calidad  
571 KB



pdf El último punto del ejercicio dice lo siguiente:

*"5. Abrid de nuevo los 4 archivos. De cada uno de ellos haced un GUARDAR COMO en formato "Photoshop pdf". Haced una impresión de calidad de estos cuatro archivos pdf. Comparad entre sí los colores obtenidos en cada impresión. Comparadlos también con las imágenes que veis en pantalla. Tomad nota también de lo que observéis en este último paso (para que la impresión sea de calidad, mejor acudir a cualquier local de impresión digital. El resultado será más adecuado que el que obtendréis con una impresora doméstica de chorro de tinta)"*

Esta parte del ejercicio me ha planteado varias dudas y le he dado vueltas durante unos días antes de decidirme a realizarlo.

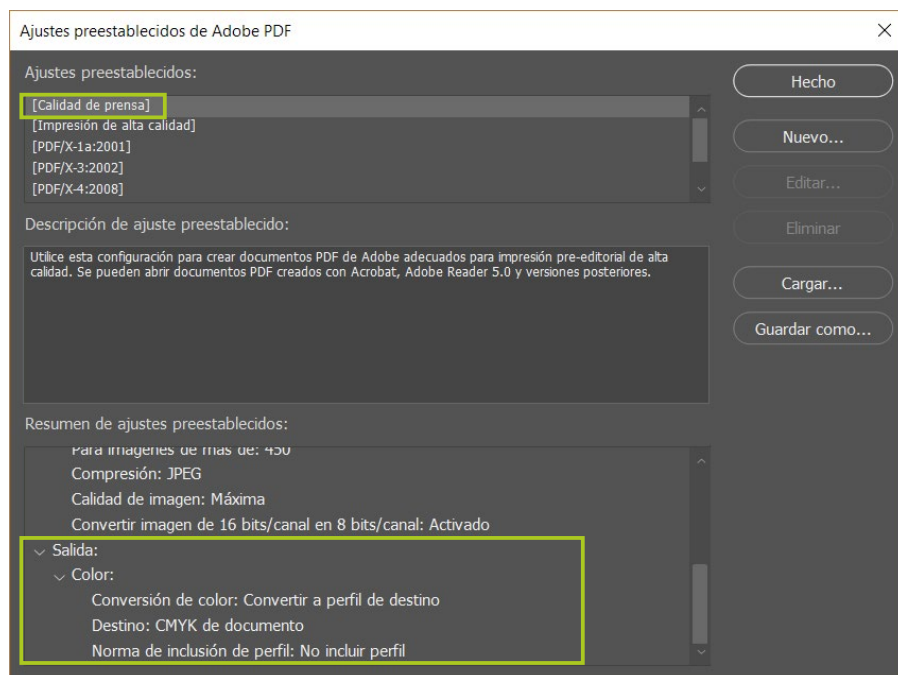
En primer lugar se nos pide hacer un GUARDAR COMO en formato Photoshop PDF sin especificar ningún tipo de ajuste. La siguiente frase dice que hagamos "una impresión de calidad", lo que me ha llevado a pensar que quizás se refería a usar los ajustes predefinidos de IMPRESIÓN DE CALIDAD, sin embargo al final se nos dice que "para que la impresión sea de calidad" sería mejor acudir a un local de impresión digital. Esto ya me ha hecho dudar si la "impresión de calidad" se refería a los ajustes del PDF o a donde imprimirlo.

Por otra parte no estoy totalmente de acuerdo con que en un local de impresión digital consigamos mejor calidad que en casa. Normalmente en estos lugares utilizan fotocopiadoras/impresoras láser a color, que normalmente deberían estar bien perfiladas, pero esto no siempre es así, y en realidad las impresiones de chorro de tinta tienen un espectro de color más amplio que las láser. De hecho las pruebas de color que antiguamente se realizaban mediante métodos analógicos como el Cromalin de Dupont, hoy en día se realizan con plóteres e impresoras de chorro de tinta, incluyendo el sistema Cromalin actual. Ciertamente es que si en nuestra impresora de chorro de tinta no usamos tintas originales, el papel adecuado y no la tenemos perfilada, no obtendremos los buenos resultados que se pueden obtener.

En mi caso además disponía de una impresora de cera fundida que reproduce un espectro de color aún más amplio que las impresoras de chorro de tinta.



La cuestión es que echando un vistazo a los ajustes predefinidos de Photoshop PDF veo que la primera opción, y la que supongo será elegida por defecto si antes no habíamos usado este modo de guardado en Photoshop, es el ajuste CALIDAD DE PRENSA.



Lo que veo en estos ajustes es lo siguiente: en el momento de la impresión Acrobat convertirá los archivos al perfil CMYK de destino, que en nuestro caso era el FOGRA39. De este modo la imagen TIFF original (Adobe RGB) quedará igual que la TIFF CMYK (FOGRA39). Ambas habrán sufrido la misma conversión de color aunque una la hicimos nosotros manualmente y la otra la hará Acrobat en el momento de enviarla a imprimir.

En el caso de la imagen JPG (Adobe RGB) el resultado será idéntico. La escasa pérdida de resolución de color (que no de profundidad de color) y de luminosidad, apenas es perceptible ya que se le aplicó poca compresión.

Solo en el caso del GIF podría llegar a apreciarse algún pequeño cambio de color, pero más debido a la posterización de la imagen al usar tan solo 256 colores, que a la conversión en si.

Con esto deduzco que si hago como el resto de compañeros de clase y realizo la impresión en un dispositivo láser a color, con los



ajustes de CALIDAD DE PRENSA no podré observar diferencias de color perceptibles en las impresiones.

Sabiendo ya esto de antemano y para seguir el enunciado lo más fielmente posible, una vez exportados los documentos a PDF he realizado la impresión en una Xerox Workcenter 7232, una impresora láser DIN A3 PostScript 3 en papel HP *Premium Choice Laser* de 120 g/m<sup>2</sup> dejando los ajustes de color en automático.

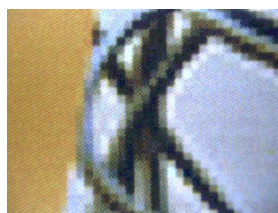
Observando las imágenes a la luz del sol, tal y como esperaba no hay diferencias en cuanto a color entre ellas, al menos no lo suficientemente sustanciales como para detectarlas a simple vista. Observando las imágenes de cerca, si que se puede apreciar la pixelación en las imágenes a 72 dpi y el *dithering* en el GIF.



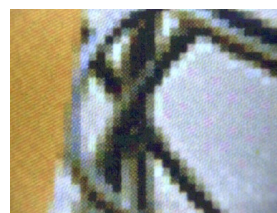
▲  
TIFF RGB @300 dpi  
Sin compresión



▲  
TIFF CMYK @300 dpi  
Sin compresión



▲  
JPG RGB @72 dpi  
Calidad 10



▲  
GIF RGB @72 dpi  
Perceptual con difusión

▲  
Los cambios de color que parecen apreciarse en las muestras solo se deben a la mala calidad del microscopio de juguete con el que las he tomado.

El último paso es la comparación entre las imágenes impresas y las imágenes en el monitor, y aquí si es donde vamos a poder notar diferencias obvias.

Para empezar creo que la mayoría de estudiantes no disponemos de presupuesto para un monitor Adobe RGB y un espectrofotómetro para calibrarlo y perfilarlo, ni de condiciones lumínicas controladas, ni, probablemente la mayoría, sepa como influyen todos estos factores en la gestión de color. Imagino que muchos disponemos de un monitor estándar que solo puede mostrar la gama sRGB, con lo que de entrada no podemos apreciar el color de la imagen original que se encuentra en Adobe RGB, y el primer punto de todo sistema de gestión de color es ver en pantalla lo que tenemos en el archivo.

Como en realidad solo hemos visto una imagen sRGB, que tiene espacios de color no comunes con el CMYK, podremos ver como las imágenes impresas son menos saturadas que las de pantalla, cosa que vimos al hacer la conversión a CMYK observando las coordenadas en el espacio CIE Lab.

## conclusión

A pesar de repetirme, tengo que decir que he disfrutado muchísimo con este ejercicio. Me ha permitido volver a trabajar sobre un campo que me atrajo mucho en su momento.

La gestión del color y el conocimiento de los formatos de archivo de imágenes es algo a lo que muchos “diseñadores” no prestan la atención adecuada utilizando los formatos, los espacios y los modos de color sin control alguno, con los consiguientes sustos a la hora de trabajar profesionalmente. Estudiar y trabajar en esta disciplina, sujeta hoy en día a los avances tecnológicos, requiere aprendizaje continuo y flexibilidad para adaptarse a unos cambios que no van a parar a esperarnos. En este contexto considero el ejercicio muy interesante y necesario para orientarnos en esa dirección.

Igualmente pienso que algunos puntos podrían plantearse de forma ligeramente distinta, como partir de una imagen sRGB con patrones específicos para destacar los cambios de color en los distintos modos, pero en general sirve muy bien para introducirnos en los conceptos básicos de la gestión de color y la selección del formato adecuado para almacenar nuestros archivos. ■

## webgrafía

### Formatos gráficos

- TIFF ▶ <http://www.fileformat.info/format/tiff/egff.htm>
- TIFF ▶ <https://www.loc.gov/preservation/digital/formats/fdd/fdd000022.shtml#useful>
- JPEG ▶ [https://es.wikipedia.org/wiki/Joint\\_Photographic\\_Experts\\_Group](https://es.wikipedia.org/wiki/Joint_Photographic_Experts_Group)
- GIF ▶ <https://en.wikipedia.org/wiki/GIF>
- GIF ▶ <https://www.w3.org/Graphics/GIF/spec-gif89a.txt>
- PNG ▶ [https://es.wikipedia.org/wiki/Portable\\_Network\\_Graphics](https://es.wikipedia.org/wiki/Portable_Network_Graphics)
- FIF ▶ [https://es.wikipedia.org/wiki/Compresi%C3%B3n\\_fractal](https://es.wikipedia.org/wiki/Compresi%C3%B3n_fractal)

### Modelos y espacios de color

- Adobe RGB ▶ [https://es.wikipedia.org/wiki/Adobe\\_RGB](https://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_RGB)
- Adobe RGB ▶ <https://www.adobe.com/digitalimag/pdfs/AdobeRGB1998.pdf>
- sRGB ▶ [https://es.wikipedia.org/wiki/Espacio\\_de\\_color\\_sRGB](https://es.wikipedia.org/wiki/Espacio_de_color_sRGB)
- Wide-Gamut RGB ▶ [https://en.wikipedia.org/wiki/Wide-gamut\\_RGB\\_color\\_space](https://en.wikipedia.org/wiki/Wide-gamut_RGB_color_space)
- ProPhoto RGB ▶ [https://en.wikipedia.org/wiki/ProPhoto\\_RGB\\_color\\_space](https://en.wikipedia.org/wiki/ProPhoto_RGB_color_space)
- FOGRA39 ▶ <http://color.org/fogra39.xalter>
- CIE 1931 ▶ [https://en.wikipedia.org/wiki/CIE\\_1931\\_color\\_space](https://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space)
- YUV ▶ <https://en.wikipedia.org/wiki/YUV>

### Información adicional

- Xerox Alto ▶ [https://en.wikipedia.org/wiki/Xerox\\_Alto](https://en.wikipedia.org/wiki/Xerox_Alto)
- Bravo ▶ [https://en.wikipedia.org/wiki/Bravo\\_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Bravo_(software))
- Xerox PARC ▶ [https://en.wikipedia.org/wiki/PARC\\_\(company\)](https://en.wikipedia.org/wiki/PARC_(company))
- Apple ▶ [https://en.wikipedia.org/wiki/Apple\\_Inc.](https://en.wikipedia.org/wiki/Apple_Inc.)
- Apple Lisa ▶ [https://en.wikipedia.org/wiki/Apple\\_Lisa](https://en.wikipedia.org/wiki/Apple_Lisa)
- Apple Macintosh ▶ <https://en.wikipedia.org/wiki/Macintosh>
- Punto tipográfico ▶ [https://en.wikipedia.org/wiki/Point\\_\(typography\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Point_(typography))
- Tarjetas gráficas ▶ [https://es.wikipedia.org/wiki/Tarjeta\\_gr%C3%A1fica#Rese%C3%B1a\\_hist%C3%B3rica](https://es.wikipedia.org/wiki/Tarjeta_gr%C3%A1fica#Rese%C3%B1a_hist%C3%B3rica)
- WYSIWYG ▶ <https://en.wikipedia.org/wiki/WYSIWYG>
- CompuServe ▶ <https://en.wikipedia.org/wiki/CompuServe>
- Pantone ▶ <https://store.pantone.com/es/es/sistemas-color-graficos>

**0-9**

2K, 4K y 8K 21  
 72 dpi 3, 5, 18, 20, 21  
 300 dpi 5, 18, 21

**A**

Adobe 5-28  
 Adobe RGB 5, 8, 16  
 AEC 8  
 Alan Kay 20  
 Aldus 4  
 America On Line 25  
 AOL 25  
 Apple 5, 18, 28  
 Apple Lisa 18  
 Apple Macintosh 18

**B**

Bravo 18, 28

**C**

CIE 1, 2, 5, 6, 7, 17, 28  
 CIE Lab 5  
 CIS 25  
 CMYK 4-17  
 CompuServe 25, 28  
 CRT 5

**D**

D50 6  
 D65 5, 6  
 dpi 3, 5, 18, 20, 21  
 Dynabook OS 20

**F**

FOGRA39 11-17  
 Full HD 20, 21, 27

**G**

GIF 23, 25, 27, 28  
 GIF87a 25  
 GIF89a 25

**H**

Hewlett-Packard 5  
 HSB 11, 15, 17  
 HTML 15  
 Hunter Lab 6

**I**

IBM 5  
 ICC 6

**J**

JPG 4, 21, 22, 23, 26, 27

**L**

lpi 18  
 LZW 4, 25

**M**

Macintosh 18, 23, 28  
 MacPaint 25  
 Microsoft 5  
 Munsell 7

**N**

Netscape Navigator 25

**P**

PAL/SECAM 16, 17

Pantone 10, 11, 12

PCX 25

Photoshop 6, 8, 10, 14

PNG 26, 27

ppp 18, 20

**S**

Smalltalk-76 20  
 sRGB 5, 6, 8, 16, 17, 28  
 Steve Jobs 18  
 SVG 27  
 SVGA 20, 25

**T**

TIF 4, 21, 23, 27  
 TIFF 4, 4-30, 13, 26, 27

**U**

Unisys 25

**W**

Windows 23  
 WYSIWYG 18, 28

**X**

Xerox 18, 20, 28  
 Xerox Alto 18, 20  
 Xerox PARC 18  
 XGA 20

**Y**

YUV 22, 28

**Z**

ZIP 4

**índice**

El color a mi alrededor  
Modelos de color

**Javier Juaristi Guerra**  
Grado en diseño y creación digital