



CONCLUSIONES FINALES

La gestió de color actual és possible gràcies a l'existència de models de color que proporcionen un espai de color independent del dispositiu, com el sistema XYZ de CIE, de l'any 1931, o el CIELAB, del 1976. Ambdós permeten relacionar el perfil espectral d'un color (mesurat amb instruments electrònics) amb la nostra percepció visual d'aquest.

Una bona gestió de color comença amb el calibratge del monitor en què treballem i continua amb la caracterització de tots els dispositius que intervenen en el procés, mitjançant perfils ICC. No totes les aplicacions de Windows incorporen gestió de color, en aquest cas el més recomanable és treballar exclusivament amb imatges sRGB.

Si desitgem optimitzar els resultats de color d'un sistema que tracti imatges, hem d'invertir en programes i dispositius que ens permetin generar perfils ICC, o bé utilitzar serveis de tercers parts.

La gestió de color, un cop entesa, és senzilla; però són molts els components que poden afectar el color al llarg del processat d'una imatge, i cada un d'ells no sempre està sincronitzat amb la resta.

La gestión del color

Una buena gestión del color mediante procedimientos informáticos es cada vez más imprescindible para los conservadores-restauradores cuando tienen que documentar gráficamente los bienes culturales que intervienen. Con este objetivo, primeramente se describen las bases sobre las que se sustenta la teoría científica del color, hasta llegar al modelo CIELAB de 1931. Después, se analizan brevemente los componentes necesarios para gestionar el color en los sistemas actuales de tratamiento y procesado de imágenes digitales, en particular las recomendaciones del International Colour Consortium (ICC). Y, por último, se explica cómo se distribuyen correctamente estos flujos en una aplicación de retoque de imágenes.

Ignacio Ruiz de Conejo y Martí Maria. Ingenieros del Grupo de Color e Imagen, Hewlett-Packard Española. Ignacio.Ruiz-de-Conejo@hp.com, Marti.Maria@hp.com

DESCRIPCIÓN DEL COLOR

El color es muy complejo. Se puede describir de diferentes maneras. Podemos, por ejemplo, describir las propiedades físicas que determinan cierto color, como la concentración de un colorante; o bien, sus propiedades fisiológicas. Incluso la percepción de dicho color, usando nombres como *rojo* y *rosa*. Cada método de especificación tiene sus ventajas si va acompañado de un sistema de clasificación. Veamos cómo podemos diferenciar entre sí estos sistemas de colores.

Un primer grupo lo forman aquellos sistemas basados en la mezcla de ciertos *colores primarios*. Por ejemplo, en una prensa los colores a menudo se consiguen a base de cuatro tintas: cian, magenta, amarillo y negro. Para indicar un color, se suelen usar catálogos impresos bajo ciertas condiciones, como por ejemplo el de *Pantone*. Pero estos sistemas definen los componentes primarios, no el color resultante, que puede variar mucho en función de las tintas, el papel, el proceso utilizado, etc. (véase la figura 1).

Un segundo grupo de sistemas de color se basa en la definición de un conjunto de *percepciones* visuales. Para ello, se intentan tomar muestras *equidistantes* de estas percepciones y ordenarlo. El ejemplo más conocido es el Atlas de Color, desarrollado por Munsell en 1905, como herramienta para los estudiantes de arte. Munsell dividió el espacio de color según las dimensiones de *tinte*, *valor* y *croma*. Su deseo de una clasificación numérica le llevó a determinar 10 tintes principales, ordenados alrededor de un círculo, y diez escalas de valor. Posteriormente, el sistema fue refinado con abundante experimentación visual. Sin embargo, éste y otros sistemas perceptuales tienen una dependencia muy fuerte de las condiciones de iluminación y de visualización en que se seleccionan las muestras (véase la figura 2).

Para simplificar la especificación del color, se intentó relacionar la percepción subjetiva del color con algún tipo de medida objetiva del estímulo. Si se logra clasificar colores mediante números, el problema de especificar un color se reduce a compararlo con los colores cuantificados, hasta encontrar una coincidencia.

Colorimetría y observador estándar

Los primeros experimentos de coincidencias de color se remontan a principios del siglo XVIII. Imaginemos un aparato portátil que genera luz de color con una amplia gama de colores. Si le dotamos de controles (rojo, verde y azul, por ejemplo), tendremos un sistema que permite variar el color de la luz que genera y buscar la coincidencia entre el color de un objeto cualquiera y el color generado por el aparato. A este proceso se le denomina *colorimetría visual* (véase la figura 3).

Sin embargo, las coincidencias de color así obtenidas (los valores RGB del aparato) pueden variar según la persona que las juzga. Realizando las estimaciones de color con varios individuos, se consigue que las respuestas sean consistentes e independientes de las propiedades visuales de un

BIBLIOGRAFIA I REFERÈNCIES

Joshua B. WEISBERG, *The GATF practical guide to color Management*, GATFPress, 2000.

Roy S. BERNS, *Principles of color technology*, John Wiley & Sons, 2000.

Bruce FRASER, Chris MURPHY, Fred BUNTING, *Uso y administración del color*, Anaya Multimedia, 2003.

Mauro Boscarol (www.boscarol.com). Pàgina web amb teoria i gestió del color assequibles, en anglès i italià.

Web de l'ICC: www.color.org.

NOTA

¹ Aquest article ha estat traduït del castellà al català per Maria Monferrer Ventura, alumna de 2n Curs de l'especialitat de Conservació i Restauració de Pintura de l'ESCRBCC.



observador particular. La percepción del color (la respuesta de los conos) queda asociada matemáticamente a la mezcla de "luces primarias", llamando *triestímulos* a las cantidades de los primarios necesarias para especificar las coincidencias de color.

Este concepto evolucionó rápidamente en los años 20, dando lugar a un sistema que relacionaba medidas espectrales y estímulos visuales. Con base experimental, se definió el *observador estándar de 2°*, fijando sus sensibilidades espectrales. Cuando el estímulo visual y el color generado por el aparato coinciden a juicio del observador estándar, se dice que hay *coincidencia colorimétrica*.

Sistema XYZ de triestímulos

El sistema fue estandarizado por la CIE (*Comisión Internationale de l'Éclairage*) en 1931, utilizando 17 observadores, fijando unos iluminantes y proporcionando las funciones de coincidencia de color del observador estándar (tabuladas para cada 5 nm de longitud de onda). Se consolidaba así la *colorimetría* propiamente dicha, que permite especificar la percepción del color mediante la medida de perfiles espectrales con aparatos electrónicos. El conjunto de primarios usado en los colorímetros visuales tuvo que cambiarse (véase la figura 4), para que las funciones fuesen siempre positivas y los espectrofotómetros se pudiesen construir con sólo tres canales. El sistema modificado se denominó sistema XYZ, y x_i , y_i , z_i , a las funciones. Normalmente se refiere a él como el CIE 1931.

En 1964 se realizaron experimentos, con 49 observadores, con diferentes geometrías de visualización, que dieron lugar a un segundo observador estándar y unas nuevas funciones de sensibilidad, muy semejantes a las primeras. Aun siendo válido sólo para dos condiciones de visualización e iluminación específicas, el sistema XYZ es la base de todas las medidas de color modernas.

Triestímulo y cromaticidad

Los triestímulos pueden considerarse como un espacio tridimensional en el que cada eje representa uno de los primarios, y un triestímulo es un punto en este espacio. Si se realizan dos proyecciones, se obtiene un mapa de color en dos dimensiones, llamado *diagrama de cromaticidad* (véase la figura 5).

Las cromaticidades x, y, z (ratio de los triestímulos por su suma, $X+Y+Z$) se hallan relacionadas con el tinte y el croma (saturación), y la información que se ha perdido corresponde a la luminosidad. El diagrama es útil para describir el *locus* del espectro de colores de un sistema o un periférico, como pueden ser un monitor o una impresora.

Cálculo del triestímulo para un material

Para un estímulo, la respuesta de los conos (o sea, los triestímulos X,Y,Z) puede calcularse integrando el producto de la distribución espectral de potencia del iluminante por la sensibilidad espectral de los conos (del observador estándar). Si el estímulo proviene de un objeto, también interviene su reflectancia (proporción de luz que refleja). En lugar de integrales, se suelen realizar los cálculos con sumas de valores tabulados cada 10 ó 20 nm, entre 370 y 830 nm de longitud de onda.

La figura 6 puede leerse como: la representación numérica del color de un objeto puede obtenerse a partir de de las sensibilidades de un observador humano, del iluminante empleado y de la reflectancia del objeto.

Espacio de color más uniforme: CIE L*a*b*

Una de las grandes desventajas del sistema XYZ de triestímulos de la CIE es que no es visualmente uniforme: una misma variación en diferentes puntos del espacio XYZ no se corresponde con variaciones similares en las percepciones visuales producidas. Esta uniformidad es importante para poder describir las diferencias y tolerancias de color de modo absoluto. A raíz del análisis del sistema de color de Munsell, surgieron todo tipo de mejoras.

En 1976, la CIE recomendó dos sistemas, el CIELAB y el CIELUV, siendo ambas transformaciones no lineales (con raíces cúbicas) de los triestímulos X,Y,Z, para un iluminante D50. En el primero de ellos, las tres variables obtenidas, L^* , a^* , b^* , representan la luminosidad, y los opuestos rojo-verde

y amarillo-azul, respectivamente. Es un modelo sencillo, que ha sido suficiente para permitir avances importantes en la gestión de los flujos de color. El sistema es mucho más intuitivo, usando su forma polar: Lch (luminosidad, cromaticidad y tinte).

Otros aspectos que afectan la percepción, como son el brillo, los reflejos metálicos, fluorescencia, textura... han sido incluidos, para dar lugar a los nuevos *modelos de apariencia de color*, pero aún no han sido incorporados a los sistemas estándares para el tratamiento de imágenes (véase la figura 7).

GESTIÓN DEL COLOR

Una vez hemos visto los principios de la tecnología del color, estamos en situación de poder entender cómo se aplica en sistemas de tratamiento de imagen, o incluso en procesos a los que nos encontramos más cercanos: la preparación de un informe, con fotos escaneadas o tomadas con cámaras digitales, o la impresión de esta revista. Las imágenes reproducidas en el papel rara vez se parecen a las originales, o a las que vemos en la pantalla. Veámos cómo se soluciona (véase la figura 8).

Imaginemos un sistema que abarca una serie de dispositivos de entrada de datos y otros de salida o reproducción. Cada uno de ellos reproduce el color de forma distinta, lo que implica que el color proporcionado por un dispositivo casi nunca será igual al reproducido por otro. El objetivo de la *gestión del color* es mantener una "apariencia" coherente y precisa de los colores a lo largo de la cadena de tratamiento y reproducción de una imagen (véase la figura 9).

La búsqueda de una "reproducción óptima del color" motivó la existencia de *sistemas cerrados*, en los que los aparatos de entrada y salida eran invariables: todas las imágenes se introducían en el sistema a través de un único escáner, y se imprimían en la misma prensa. Si el sistema se mantiene calibrado, los resultados obtenidos son óptimos (véase la figura 10).

La adición de un nuevo elemento al sistema implica la adición de una nueva conversión de color... para cada pareja de dispositivos (véase la figura 11).

Este es el modo de funcionamiento adoptado por preimpresores y grandes imprentas. Con la proliferación de los ordenadores personales, las cámaras digitales, etc., el panorama cambia radicalmente. Se hace imprescindible que las imágenes puedan intercambiarse entre programas y sistemas operativos, manteniendo la fidelidad de sus colores. Un cambio es necesario. En 1993 ocho importantes empresas crean el *Internacional Color Consortium* (ICC), para promover y estandarizar la gestión del color dentro de una *arquitectura abierta* (véase la figura 12).

Para el ICC, un sistema de gestión del color necesita los siguientes componentes básicos:

- Un espacio de color que sea independiente de los dispositivos, al que generalmente se hace referencia como "espacio de trabajo", o PCS.
- Perfiles ICC para cada dispositivo, que caracterizan el comportamiento de color de cada aparato concreto.
- Un *módulo de gestión de color* (CMM), que será quien interprete la información proporcionada por cada perfil y realizará las transformaciones de color entre dispositivos.

En la figura 12, cada aparato tendría su perfil, que ayudaría a describir correctamente el color de las imágenes que genera o reproduce.

El color digital

Pero, ¿cómo se describe una imagen? Una imagen digital consiste en una serie de *píxeles*. Cada píxel se representa por un número. Este número describe su color (normalmente según el esquema RGB). Sin embargo, la *apariencia* del color de cada píxel varía según el dispositivo que la muestra, pues cada aparato tiene su manera particular de interpretar ese valor abstracto y convertirlo en color, en *percepción visual*. Así, un mismo valor RGB = (225,52,128) muy probablemente produce un color diferente en dos monitores diferentes (basta recordar las televisiones de los aviones).



Para minimizar esas amplias discrepancias utilizamos los *perfiles de dispositivo*, que informan al CMM de cuál debe ser la apariencia real que debe mostrar dicho dispositivo para cada uno de los valores de la imagen. Es decir, es el perfil el que dota de *significado* y apariencia concreta a los números abstractos asociados a cada píxel.

Imaginemos por un momento que disponemos de un sistema de coordenadas XYZ que define un espacio tridimensional, y cada punto de este espacio se halla asociado a un color absoluto (una percepción visual) diferente, que no depende del aparato que lo genera. Entonces, de una manera simplista, un perfil de una impresora sería una tabla que relacionaría coordenadas de tintas CMYK con colores absolutos, XYZ. De igual modo, los colores reproducibles por un monitor y su relación con las coordenadas absolutas (XYZ) de ese color, constituiría el perfil de ese monitor (véase la figura 13).

En la práctica, los perfiles son algo más complejos. Pueden consistir en una tabla, o un método para construir dicha tabla. Pueden contener la tabla y su inversa (dada una mezcla de tintas, ¿qué color produce?; y viceversa, dado un color, ¿qué mezcla de tintas necesita?). Por último, un perfil puede contener varias tablas, en función de cómo se vayan a tratar los colores que no pueden ser reproducidos por el dispositivo. En definitiva, con mayor o menor esfuerzo, un perfil de un dispositivo nos permite definir la apariencia de cada color de dicho dispositivo de manera inequívoca.

En cuanto al sistema de coordenadas y el espacio de color independiente del dispositivo (¡lo adivinasteis!), podemos usar tanto el CIELAB como el sistema XYZ de 1931.

Perfiles ICC de dispositivo

Muchos dispositivos suelen basarse en el espacio de color sRGB (o últimamente en Adobe RGB). sRGB es un espacio de color que, aunque algo reducido, resulta muy conveniente: la mayoría de los monitores son capaces de mostrar todo el rango de colores sRGB. Además, muchas aplicaciones de Windows suponen que las imágenes se hallan definidas en sRGB.

Algunos escáneres e impresoras avanzados proporcionan sus propios perfiles ICC, pero suelen ser genéricos. Aunque son "usables", rara vez son exactos. En el caso de una impresora, para un ajuste de color verdaderamente preciso es necesario plantearse la adquisición de perfiles de color personalizados, sobre todo si queremos utilizar tipos de papel que no están "soportados". Un perfil sólo sirve para una combinación papel/ tinta/modo de impresión.

Bien sea con perfiles estándar, genéricos o personalizados, todos los dispositivos que forman parte de un sistema con gestión de color tienen que estar caracterizados, tal y como refleja la figura 14.

Propósito de conversión de color

Dada la diferencia de *gamut* (rango de colores reproducibles por un dispositivo) entre dos aparatos, las conversiones de color obligan a realizar compresiones y mapeados de sus *gamuts*. Por ello, los perfiles suelen contener más de una tabla, según sea el propósito de la conversión: las tablas *colorimétricas* respetarán los colores comunes entre ambos dispositivos, aplanando aquellos colores fuera de rango, mientras que en las tablas *perceptuales* se sacrifica la exactitud de los colores individuales, para obtener conversiones más consistentes (dos colores diferentes lo siguen siendo tras la conversión).

La figura 15 ayuda a visualizar la diferencia de rangos de color reproducibles (*gama*) por dos monitores distintos y una impresora. Queda patente, asimismo, la necesidad de comprimir ciertas zonas, cuando se desea reproducir en papel los colores de la pantalla.

Módulo de gestión de color

Los perfiles de impresora suelen utilizar tablas. Estas tablas, por motivos de tamaño, no contienen todas las posibles combinaciones de valores CMYK, sino que incorporan los valores de ciertos nodos, y se calculan las restantes combinaciones mediante interpolación. El encargado de aplicar las conversiones de color con los valores almacenados en los perfiles de los dispositivos, así como de realizar las interpolaciones necesarias, es el

Módulo de Gestión de Color (en inglés, CMM), o motor de color. Este módulo, aunque invisible, es el verdadero motor del sistema de gestión del color. Diseñados para poder intercambiarse, hay varios en uso, siendo los más nombrados Colorsync, de Apple, e ICM, de Microsoft Windows. Pero un programa de gestión de imágenes, como Quark Xpress o Adobe Photoshop, también puede incorporar su propio motor de color. De hecho, el motor de color de Adobe (ACE) se ha convertido en el motor de referencia, debido a su extendido uso. Las diferencias suelen radicar en su precisión, en los resultados de sus cálculos y en alguna que otra característica particular.

FUNCIONAMIENTO DE UN FLUJO DE COLOR

Una vez hemos visto cuáles son los elementos presentes en un sistema de gestión de color, veamos cómo funciona en la práctica y qué problemas podemos encontrarnos. Empecemos con algo sencillo: capturar una fotografía con un escáner de sobremesa, e imprimirla con una impresora HP.

Primer problema: la gran mayoría de la gente trabaja con monitores que no están calibrados. No tenemos manera de verificar que el color que vemos es el color real. Sólo trabajando con monitores calibrados conseguiremos que una misma imagen se vea igual en dos monitores diferentes. Adobe proporciona un programa que nos puede ayudar, Adobe Gamma. Dado que es una calibración visual, no podemos esperar exactitud total (bien raro sería si pudiésemos repetir dos veces seguidas la misma estimación visual), pero sí es un gran paso adelante. Nos ayuda a obtener una mínima consistencia en el color que observamos.

Ajustes de color en Adobe Photoshop

Dado que hay muy buenas referencias sobre el tema, no vamos a explicar aquí en detalle cómo se ha de configurar Photoshop para gestionar el color de manera adecuada. Pero sí debemos hacer hincapié en que hemos de comprobar los "Ajustes de Color". Hemos de especificar los espacios de trabajo, así como las políticas de gestión de color cuando un documento no tiene un perfil embebido. Cada espacio de trabajo viene caracterizado por un perfil de color. Lo normal es trabajar en sRGB; o en Adobe RGB, los profesionales de la fotografía (véase la figura 16).

Escaneamos la fotografía, o bien la obtenemos con nuestra cámara digital. Al abrir el fichero que contiene la imagen nos encontramos el segundo problema: la mayoría de imágenes no tienen perfil incrustado, por lo que no sabemos cómo interpretar los valores RGB que contiene. Por defecto, Photoshop le asignará el perfil del espacio de trabajo, pero lo debemos cambiar y asignarle el perfil del escáner con el que escaneamos la fotografía.

Para ver cómo varía una imagen según el perfil que tiene asignado, podemos marcar la opción de previsualización en la caja de diálogo que aparece al asignar perfil, y seleccionar el perfil del escáner, o de la cámara (véase la figura 17).

Para ilustrar cuán importante es este paso, hemos creado una imagen RGB con un único color, el valor RGB = (225,52,128) y la hemos visualizado bajo dos perfiles diferentes: AdobeRGB y sRGB (véase la figura 18).

Si desconocemos el origen de la imagen, la opción más segura es asignarle el perfil sRGB.

Tenemos el monitor calibrado y la imagen tiene ya asignado el perfil adecuado, por lo que el monitor debería mostrar los colores "correctos" de la fotografía original. Correctos, y no idénticos, puesto que seguramente habrá colores en la fotografía que el escáner no ha podido capturar, pero coherentes.

El último paso es el de imprimir la imagen, proceso en el cual interviene el controlador de la impresora (*driver*). Los ajustes disponibles no varían excesivamente según el modelo, pero aún así podemos optar por diferentes maneras de imprimir. Veámoslas.

Gestión de color en la impresora (1)

Hay impresoras con las que no se proporciona perfiles ICC, porque el fabricante ha decidido incluir las tablas de conversión de color (el perfil) en la impresora misma. En este caso, hay que asegurarse que en la caja de diálogo de Photoshop



"imprimir" seleccionamos "documento" como espacio de origen y "gestión de color de impresora" como espacio de impresión (véase la figura 19).

Al escoger "Gestión de color de impresora", se está incluyendo el perfil de origen junto con la imagen y Photoshop está diciendo a Windows que aún hay que realizar ciertas conversiones de color antes de imprimir. Este proceso puede ser automático, y el usuario sólo tiene que escoger el tipo de papel y la calidad (véase la figura 20).

Es la impresora quién se encarga de escoger la tabla adecuada al papel y convertir el color, siempre y cuando hayamos respetado las opciones de color, dentro de las propiedades del controlador (véase la figura 21).

Si los resultados obtenidos no son los deseados, es que la conversión de color seleccionada no es la adecuada al papel que estamos usando.

Conversión de color en Windows (2)

Si deseamos obtener el color correcto y estamos imprimiendo en un papel que no está en la lista, tenemos que obtener un perfil ICC que indique cómo se ha de convertir el color para la combinación impresora/tinta/papel. Existen servicios profesionales que se encargan de generar tales perfiles. O bien, si se trata de papeles muy utilizados, podemos buscar dicho perfil en la red. Una vez hayamos conseguido el perfil, lo tenemos que guardar en el directorio adecuado del sistema operativo, que depende de la versión de Windows (por ejemplo, `\Windows\system32\spool\drivers\color`). Hecho esto, volvemos a imprimir, pero con ajustes diferentes en el controlador de la impresora (véase la figura 22).

En las opciones de color, seleccionar "manual" y luego cambiar el método de gestión de color a "ICM". Ello nos permitirá escoger un perfil diferente del que el sistema estaba aplicando automáticamente.

Conversión de color en Photoshop (3)

Esta última conversión de color podemos realizarla dentro de Photoshop, puesto que ya hemos dicho que tiene su propio motor de color. Para ello, hemos de seleccionar el perfil adecuado a nuestro papel dentro del recuadro "espacio de impresión" (véase la figura 23).

Dada la diferencia de gama de colores entre un monitor y una impresora, lo más normal es que escojamos "perceptual" como propósito, para que los colores no resulten aplanados. Un último detalle muy importante: hemos de ir a las opciones de color del controlador de la impresora y decirle que no cambie los colores, que ya se ha encargado Photoshop de hacerlo. En "Opciones de Color", seleccionar "manual" y luego "Gestionado por aplicación" en el método de gestión de color (véase la figura 24).

¡De no hacerlo así, aplicaríamos dos veces la conversión de color, dando un resultado igualmente incorrecto!

Este proceso, que hemos ilustrado para una impresora HP, es muy semejante para impresoras de otras marcas o modelos, pues la funcionalidad de los controladores suele mantenerse, y es tan sólo la nomenclatura la que varía (véase la figura 25).

Esta forma de trabajo es la más normal cuando la impresión final es en una prensa, pues sólo así se puede controlar la conversión final de los colores. Para ello, sin embargo, se ha de disponer de un perfil ICC de dicha prensa. Es muy común realizar *pruebas de color*, en las que el color que saldrá en la prensa se intenta emular en una impresora más accesible al diseñador. Pero éste ya es un tema avanzado de la gestión de color.

CONCLUSIONES FINALES

La gestión de color actual es posible gracias a la existencia de modelos de color que proporcionan un espacio de color independiente del dispositivo, como el sistema XYZ de CIE, de 1931, o el CIELAB, de 1976. Ambos permiten relacionar el perfil espectral de un color (medido con instrumentos electrónicos) con nuestra percepción visual del mismo.

Una buena gestión de color comienza con la calibración del monitor en el que trabajamos y continúa con la caracterización de todos los dispositivos que intervienen en el proceso, mediante perfiles ICC. No todas las aplicaciones de Windows incorporan gestión de color, en cuyo caso lo más recomendable es trabajar exclusivamente con imágenes sRGB.

Si deseamos optimizar los resultados de color de un sistema que trate imágenes, hemos de invertir en programas y dispositivos que nos permitan generar perfiles ICC, o bien utilizar servicios de terceras partes.

La gestión de color, una vez entendida, es sencilla; pero son muchos los componentes que pueden afectar el color a lo largo del procesado de una imagen, y cada uno de ellos no siempre se halla sincronizado con el resto.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Richard M. ADAMS II, Joshua B. WEISBERG, *The GATF practical guide to color Management*, GATFPRESS, 2000.

Roy S. BERNS. *Principles of color technology*, John Wiley & Sons, 2000.

Bruce FRASER, Chris MURPHY, Fred BUNTING, *Uso y administración del color*, Anaya Multimedia, 2003.

Mauro Boscarol (www.boscarol.com). Página web con teoría y gestión del color asequibles, en inglés e italiano.

Web del ICC: www.color.org

FIGURAS

1. Colores definidos con tintas Pantone.
2. Arbol de color de Munsell.
3. Experimento de coincidencia de colores.
4. Funciones de sensibilidad espectral.
5. Diagrama de cromaticidad CIE.
6. Cálculo del triestímulo XYZ de un color.
7. Modelo CIELAB 1976 de color.
8. Resultados de una gestión incorrecta del color.
9. Sistema de procesado de imagen.
10. Conversión de color optimizada.
11. Sistema cerrado de gestión del color.
12. Gestión abierta del color.
13. Tabla de conversión de color.
14. Flujo de color con dispositivos ICC.
15. Gammas de color de diferentes dispositivos, y diferentes propósitos de conversión.
16. Ajustes de color en Photoshop.
17. Asignación de perfil en Photoshop.
18. RGB "interpretado" con dos perfiles.
19. La impresora convierte el RGB a CMYK.
20. Tipo de papel y calidad afectan al color.
21. La impresora selecciona la conversión.
22. Selección de perfil según el papel.
23. Photoshop hace la conversión.
24. Desactivación del CMM en la impresora.
25. Controlador de impresión de Epson.