

La gestió del color¹

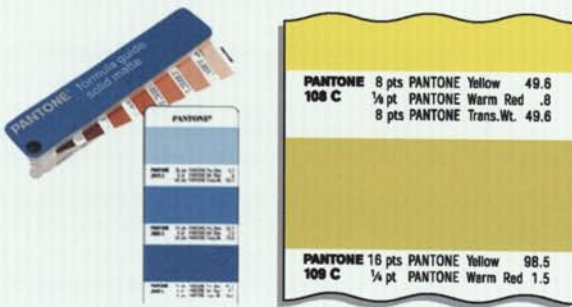
Una bona gestió del color mitjançant procediments informàtics és cada vegada més imprescindible per als conservadors-restauradors quan han de documentar gràficament els béns culturals en els quals intervenen. Amb aquest objectiu, primerament es descriuen les bases sobre les quals se sustenta la teoria científica del color, fins a arribar al model CIELAB de l'any 1931. Després, s'analitzen breument els components necessaris per gestionar el color en els sistemes actuals de tractament i processat d'imatges digitals, particularment les recomanacions de l'International Colour Consortium (ICC). I, per acabar, s'explica com es distribueixen correctament aquests fluxos en una aplicació de retoc d'imatges.

Ignacio Ruiz de Conejo i Martí Maria. *Enginyers del Grup de Color i Imatge, Hewlett-Packard Espanyola.*
 Ignacio.Ruiz-de-Conejo@hp.com, Marti.Maria@hp.com

DESCRIPCIÓ DEL COLOR

El color és molt complex. Es pot descriure de maneres diferents. Podem, per exemple, descriure les propietats físiques que determinen un cert color, així com la concentració d'un colorant; o bé, les seves propietats fisiològiques. Fins i tot la percepció d'aquest mateix color, utilitzant noms com *vermell i rosa*. Cada mètode d'especificació té els seus avantatges si va acompanyat d'un sistema de classificació. Vegem com podem diferenciar entre si aquests sistemes de colors.

Un primer grup el formen aquells sistemes basats en la mescla de certs colors primaris. Per exemple, en una premsa els colors s'aconsegueixen sovint a base de quatre tintes: cian, magenta, groc i negre. Per indicar un color, se solen utilitzar catàlegs impresos sota certes condicions, com ara el de *Pantone*. Però aquests sistemes defineixen els components primaris, no el color resultant, que pot variar molt en funció de les tintes, el paper, el procés utilitzat, etc.



1. Colors definits amb tintes Pantone.

Un segon grup de sistemes de color es basa en la definició d'un conjunt de percepcions visuals. Per això, hom intenta agafar mostres equidistants d'aquestes percepcions i ordenar-les. L'exemple més conegut és l'Atlas de Color, desenvolupat per Munsell l'any 1905, com a eina per als estudiants d'art. Munsell va dividir l'espai de color segons les dimensions de *tint, valor i croma*. El seu disseny d'una classificació numèrica el va portar a determinar 10 tints principals, ordenats al voltant d'un cercle, i deu escales de valor. Posteriorment, el sistema va ser refinat amb abundant experimentació visual. No obstant, aquest i altres sistemes perceptuals tenen una dependència

molt forta de les condicions d'il·luminació i de visualització en què se seleccionen les mostres.

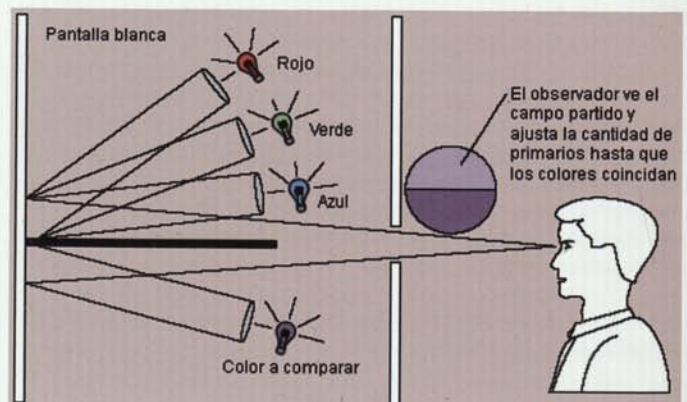


2. Arbre de color de Munsell.

Per simplificar l'especificació del color, es va intentar relacionar la percepció subjectiva del color amb algun tipus de mesura objectiva de l'estímul. Si s'aconsegueix classificar colors mitjançant nombres, el problema d'especificar un color es redueix a compar-lo amb els colors quantificats, fins a trobar una coincidència.

Colorimetria i observador estàndard

Els primers experiments de coincidències de color es remunten a principis del segle XVIII. Imaginem un aparell portàtil que genera llum de color amb una àmplia gamma de colors. Si el dotem de controls (vermell, verd i blau, per exemple), tindrem un sistema que permet variar el color de la llum que genera i buscar la coincidència entre el color d'un objecte qualsevol i el color generat per l'aparell. Aquest procés s'anomena *colorimetria visual*.

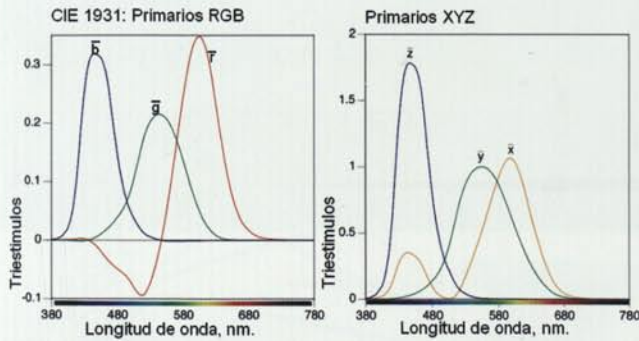


3. Experiment de coincidència de colors.



No obstant, les coincidències de color així obtingudes (els valors RGB de l'aparell) poden variar segons la persona que les jutja. Realitzant les estimacions de color amb diversos individus, s'aconsegueix que les respostes siguin consistents i independents de les propietats visuals d'un observador particular. La percepció del color (la resposta dels cons) queda associada matemàticament a la mescla de "llums primàries"; anomenem *triestímuls* les quantitats dels primaris necessaris per especificar les coincidències de color.

Aquest concepte va evolucionar ràpidament en els anys 20, i va donar lloc a un sistema que relacionava mesures espectrals i estímuls visuals. Amb base experimental, es va definir l'*observador estàndard de 2°*, fixant les seves sensibilitats espectrals. Quan l'estímul visual i el color generat per l'aparell coincideixen a judici de l'observador estàndard, es diu que hi ha *coincidència colorimètrica*.



4. Funcions de sensibilitat espectral.

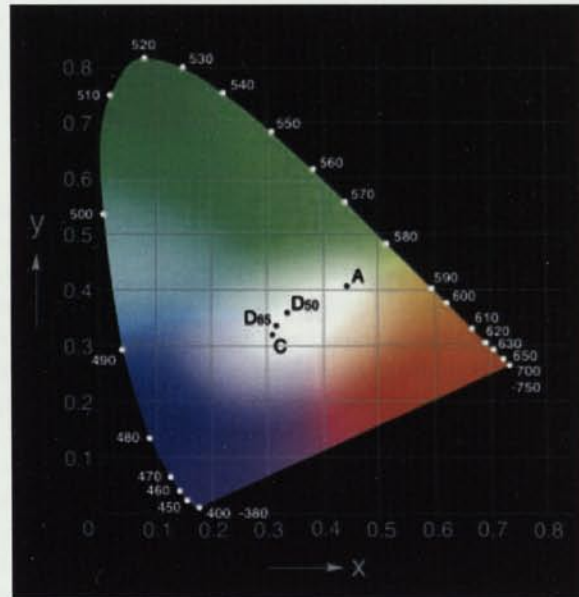
Sistema XYZ de triestímuls

El sistema va ser estandaritzat per la CIE (*Commission Internationale de l'Éclairage*) l'any 1931, utilitzant 17 observadors, fixant uns il·luminants i proporcionant les funcions de coincidència de color de l'observador estàndard (tabulades per cada 5 nm de longitud d'ona). Es consolidava així la *colorimetria* pròpiament dita, que permet especificar la percepció del color mitjançant la mesura de perfils espectrals amb aparells electrònics. El conjunt de primaris utilitzat en els colorímetres visuals es va haver de canviar (figura 4), perquè les funcions fossin sempre positives, i els espectrofotòmetres es poguessin construir només amb tres canals. El sistema modificat es va denominar sistema XYZ, i x_λ , y_λ , z_λ , les funcions. Normalment es coneix com a CIE 1931.

L'any 1964 es van realitzar experiments amb 49 observadors, amb diferents geometries de visualització, que van desembocar en un segon observador estàndard i unes noves funcions de sensibilitat, molt semblants a les primeres. Tot i sent vàlid només per a dues condicions de visualització i il·luminació específiques, el sistema XYZ és la base de totes les mesures de color modernes.

Triestímul i cromaticitat

Els triestímuls es poden considerar com un espai tridimensional en què cada eix representa un dels primaris, i un triestímul és un punt en aquest espai. Si es realitzen dues projeccions, s'obté un mapa de color en dues dimensions, anomenat *diagrama de cromaticitat*.

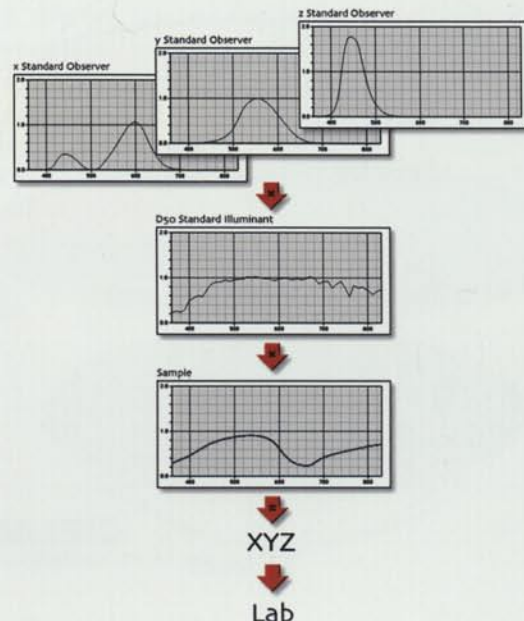


5. Diagrama de cromaticitat CIE.

Les cromaticitats x, y, z (ratio dels triestímuls per la seva suma, $X+Y+Z$) estan relacionades amb el tint i el cromà (saturació), i la informació que s'ha perdut correspon a la lluminositat. El diagrama és útil per descriure el *locus* de l'espectre de colors d'un sistema o un perifèric, com poden ser un monitor o una impressora.

Càlcul del triestímul per a un material

Per a un estímul, la resposta dels cons (o sigui, els triestímuls X, Y, Z) es pot calcular integrant el producte de la distribució espectral de potència de l'il·luminant per la sensibilitat espectral dels cons (de l'observador estàndard). Si l'estímul prové d'un objecte, també hi intervé la seva reflectància (proporció de llum que reflecteix). En comptes d'integrals, se solen realitzar els càlculs amb sumes de valors tabulats cada 10 o 20 nm, entre 370 i 830 nm de longitud d'ona.



6. Càlcul del triestímul XYZ d'un color.

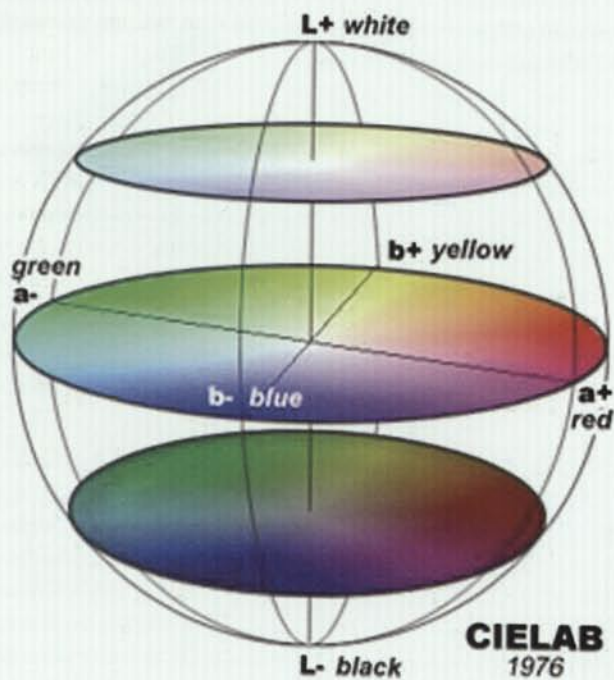
La figura 6 es pot llegir així: la representació numèrica del color d'un objecte es pot obtenir a partir de les sensibilitats d'un observador humà, de l'il·luminant utilitzat i de la reflectància de l'objecte.

Espai de color més uniforme: CIE $L^*a^*b^*$

Un dels grans desavantatges del sistema XYZ de triestímuls de la CIE és que no és visualment uniforme: una mateixa variació en diferents punts de l'espai XYZ no es correspon amb variacions similars en les percepcions visuals produïdes. Aquesta uniformitat és important per poder descriure les diferències i toleràncies de color de manera absoluta. A partir de l'anàlisi del sistema de color de Munsell, van sorgir tot tipus de millores.

L'any 1976 la CIE va recomanar dos sistemes, el CIELAB i el CIELUV, sent tots dos transformacions no lineals (amb arrels cúbiques) dels triestímuls X,Y,Z, per a un il·luminant D50. En el primer d'aquests, les tres variables obtingudes, L^* , a^* , b^* , representen la lluminositat, i els oposats vermell-verd i groc-blau, respectivament. És un model senzill, que ha estat suficient per permetre avenços importants en la gestió dels fluxos de color. El sistema és molt més intuïtiu, utilitzant la seva forma polar: Lch (lluminositat, cromaticitat i tint).

Altres aspectes que afecten la percepció, com ara la brillantor, els reflexos metàl·lics, fluorescència, textura... han estat inclosos, per donar lloc als nous models d'aparença de color, però encara no han estat incorporats als sistemes estàndards per al tractament d'imatges.



7. Model CIELAB 1976 de color.

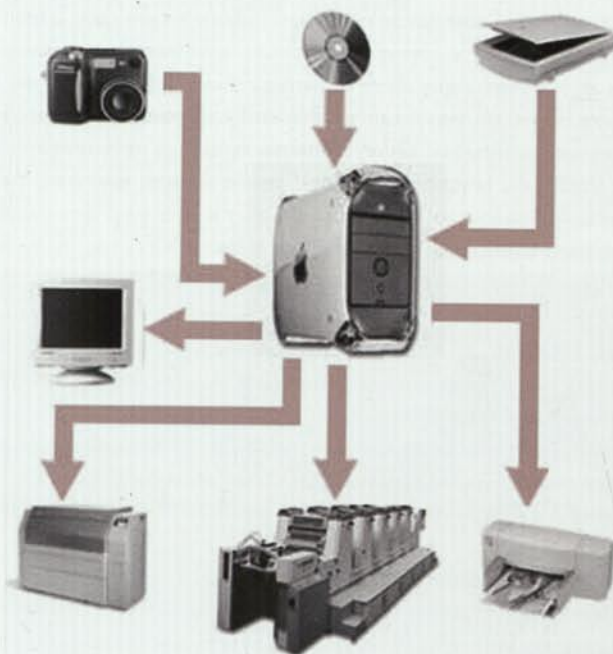
GESTIÓ DEL COLOR

Tant bon punt hem vist els principis de la tecnologia del color, estem en situació de poder entendre com s'aplica en sistemes de tractament d'imatge, o fins i tot en processos més propers a nosaltres: la preparació d'un informe, amb fotografies escanejades o fetes amb càmeres digitals, o la impressió d'aquesta revista. Les imatges reproduïdes en el paper no s'assemblen quasi mai a les originals, o a les que veiem a la pantalla. Vegem com se soluciona.



8. Resultats d'una gestió incorrecta del color

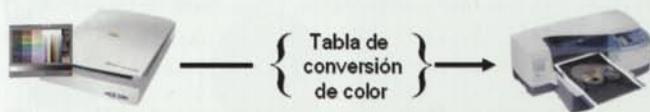
Imaginem un sistema que abasta una sèrie de dispositius d'entrada de dades i uns altres de sortida o reproducció. Cada un d'aquests reproduceix el color de manera diferent, la qual cosa implica que el color proporcionat per un dispositiu quasi mai serà igual al reproduït per un altre. L'objectiu de la gestió del color és la de mantenir una "aparença" coherent i precisa dels colors al llarg de la cadena de tractament i reproducció d'una imatge.



9. Sistema de processat d'una imatge.

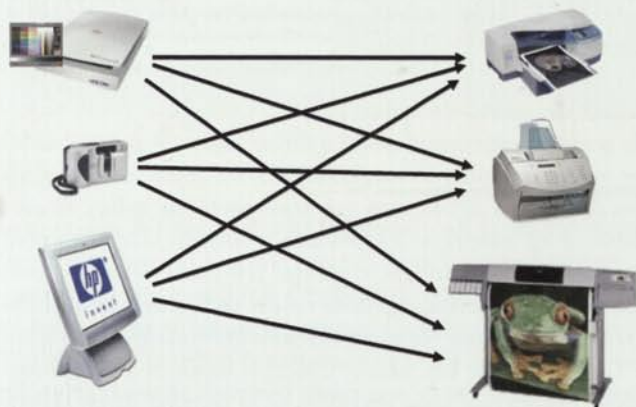


La recerca d'una "reproducció òptima del color" va motivar l'existència de *sistemes tancats*, en què els aparells d'entrada i sortida eren invariables: totes les imatges s'introdueixen dins del sistema a través d'un únic escàner, i s'imprimien en la mateixa premsa. Si el sistema es manté calibrat, els resultats obtinguts són òptims.



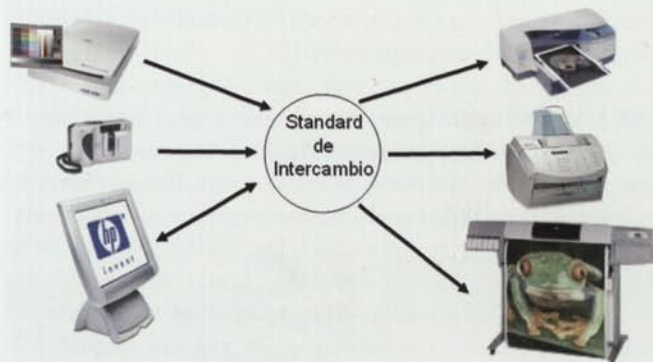
10. Conversió de color optimitzada.

L'addició d'un nou element al sistema implica l'addició d'una nova conversió de color... per cada parella de dispositius.



11. Sistema tancat de gestió del color.

Aquest és el tipus de funcionament adoptat per preimpresors i grans impremtes. Amb la proliferació dels ordinadors personals, les càmeres digitals, etc., el panorama canvia radicalment. Resulta imprescindible que les imatges puguin intercanviar-se entre programes i sistemes operatius, mantenint la fidelitat dels seus colors. És necessari un canvi. L'any 1993 vuit empreses importants van crear l'*International Color Consortium* (ICC), per promoure i estandarditzar la gestió del color dins d'una *arquitectura oberta*.



12. Gestió oberta del color.

Per l'ICC, un sistema de gestió del color necessita els següents components bàsics:

- Un espai de color que sigui independent dels dispositius, al que generalment es fa referència com a "espai d'intercanvi", o PCS.
- Perfils ICC per a cada dispositiu, que caracteritzen el comportament de color de cada aparell concret.
- Un mòdul de gestió de color (CMM), que serà qui interpreti la informació proporcionada per cada perfil i realitzarà les transformacions de color entre dispositius.

En la figura 12, cada aparell tindria el seu perfil, que ajudaria a descriure correctament el color de les imatges que genera o reproduceix.

El color digital

Però, com es descriu una imatge? Una imatge digital consisteix en una sèrie de *píxels*. Cada píxel es representa amb un número. Aquest número descriu el seu color (normalment segons l'esquema RGB). No obstant, *l'aparença* del color de cada píxel varia segons el dispositiu que la mostri, perquè cada aparell té la seva manera particular d'interpretar aquest valor abstracte i convertir-lo en color, en *percepció visual*. Així, un mateix valor RGB = (225,52,128) molt probablement produeix un color diferent en dos monitors diferents (n'hi ha prou de recordar les televisions dels avions). Per minimitzar aquestes àmplies discrepàncies utilitzem els *perfils de dispositiu*, que informen al CMM de quina ha de ser l'aparença real que ha de mostrar el mateix dispositiu per cada un dels valors de la imatge. És a dir, és el perfil el que dota de *significat* i aparença concreta els números abstractes associats a cada píxel.

Imaginem per un moment que disposem d'un sistema de coordenades XYZ que defineix un espai tridimensional, i cada punt d'aquest espai es troba associat a un color absolut (una percepció visual) diferent, que no depèn de l'aparell que el genera. Aleshores, d'una manera simplista, un perfil d'una impressora seria una taula que relacionaria coordenades de tintes CMYK amb colors absoluts, XYZ. De la mateixa manera, els colors reproduïbles per un monitor i la seva relació amb les coordenades absolutes (XYZ) d'aquest color, constituïria el perfil d'aquest monitor.

R	G	B	L	a*	b*
255	255	255	100	0	0
255	255	254	100	0	1
...
225	52	128	32	10	-47
...
0	0	1	0	0	-1
0	0	0	0	0	0

13. Taula de conversió de color.

A la pràctica, els perfils són un xic més complexos. Poden consistir en una taula, o un mètode per construir la mateixa taula.

Poden contenir la taula i la seva inversa (donada una barreja de tintes, quin color produeix?; i a l'inrevés, donat un color, quina mescla de tintes necessita?). Per acabar, un perfil pot contenir diverses taules, en funció de com es vagin a tractar els colors que no poden ser reproduïts pel dispositiu. En definitiva, amb major o menor esforç, un perfil d'un dispositiu ens permet definir l'aparència de cada color del mateix dispositiu de manera inequívoca.

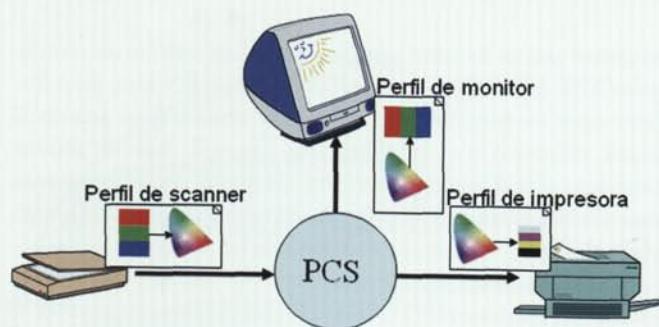
A propòsit del sistema de coordenades i l'espai de color independent del dispositiu (ho heu endevinat!), podem utilitzar tant el CIELAB com el sistema XYZ del 1931.

Perfils ICC de dispositiu

Molts dispositius solen basar-se en l'espai de color sRGB (o últimament en Adobe RGB). sRGB és un espai de color que, tot i que una mica reduït, resulta molt convenient: la majoria dels monitors són capaços de mostrar tot el rang de colors sRGB. A més a més, moltes aplicacions de Windows suposen que les imatges es troben definides en sRGB.

Alguns escàners i impressores avançades proporcionen els seus propis perfils ICC, però solen ser genèrics. Tot i que són "utilitzables", quasi mai són exactes. En el cas d'una impressora, per a un ajustament de color realment precís és necessari plantejar-se l'adquisició de perfils de color personalitzats, sobretot si volem utilitzar tipus de paper que no estan "suportats". Un perfil només serveix per a una combinació paper/tinta/mode d'impressió.

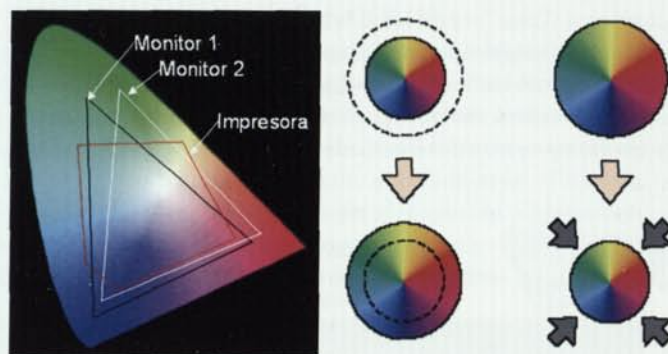
Ja sigui amb perfils estàndard, genèrics o personalitzats, tots els dispositius que formen part d'un sistema amb gestió de color han d'estar caracteritzats, tal i com reflecteix la figura 14.



14. Flux de color amb dispositius ICC.

Propòsit de conversió de color

A causa de la diferència de *gamut* (rang de colors reproduïbles per un dispositiu) entre dos aparells, les conversions de color obliguen a realitzar compressions i mapejats dels seus *gamuts*. Per això, els perfils solen contenir més d'una taula, segons sigui el propòsit de la conversió: les taules *colorimètriques* respectaran els colors comuns entre ambdós dispositius, acomodant aquells colors fora de rang, mentre que en les taules *perceptuals* se sacrifica l'exactitud dels colors individuals per bé d'obtenir conversions més consistents (dos colors diferents ho segueixen sent després de la conversió).



15. Gammes de color de diferents dispositius, i diferents propòsits de conversió.

La figura 15 ajuda a visualitzar la diferència de rangs de color reproduïbles (*gamut*) per dos monitors diferents i una impressora. Queda palesa, així, la necessitat de comprimir certes zones, quan es desitgi reproduir en paper els colors de la pantalla.

Mòdul de gestió de color

Els perfils d'impressora solen utilitzar taules. Aquestes taules, per motius de mida, no contenen totes les combinacions possibles de valors CMYK, sinó que incorporen els valors de certs nodes, i es calculen les restants combinacions mitjançant interpolació. L'encarregat d'aplicar les conversions de color amb els valors emmagatzemats en els perfils dels dispositius, així com de realitzar les interpolacions necessàries, és el *Mòdul de Gestió de Color* (en anglès, CMM), o motor de color. Aquest mòdul, encara que sigui invisible, és el vertader motor del sistema de gestió del color. Dissenyats per poder-se intercanviar, n'hi ha diversos en ús, sent els més anomenats Colorsync, d'Apple, i ICM, de Microsoft Windows. Però un programa de gestió d'imatges, com Quark Xpress o Adobe Photoshop, també pot incorporar el seu propi motor de color. De fet, el motor de color d'Adobe (ACE) s'ha convertit en el motor de referència, a causa del seu ús estès. Les diferències solen radicar en la seva precisió, en els resultats del seus càlculs i en alguna altra característica particular.

FUNCIONAMENT D'UN FLUX DE COLOR

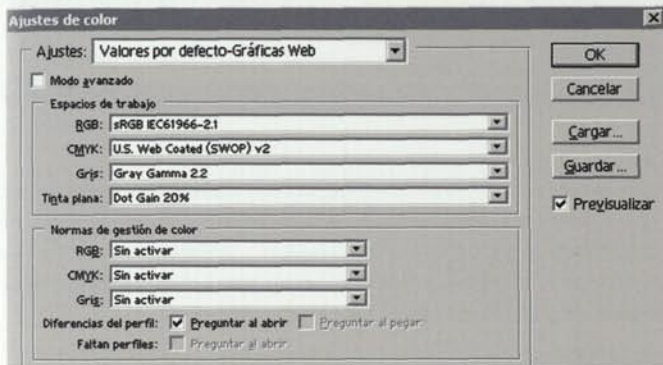
Un cop ja hem vist quins són els elements presents en un sistema de gestió de color, vegem com funciona a la pràctica i amb quins problemes ens podem trobar. Comencem amb quelcom de senzill: capturar una fotografia amb un escàner de sobretaula, i imprimir-la amb una impressora HP.

Primer problema: la gran majoria de la gent treballa amb monitors que no estan calibrats. No tenim cap manera de verificar que el color que veiem és el color real. Només treballant amb monitors calibrats aconseguirem que una mateixa imatge es vegi igual en dos monitors diferents. Adobe proporciona un programa que ens pot ajudar, Adobe Gamma. Atès que és una calibració visual, no podem esperar exactitud total (seria ben estrany que poguéssim repetir dues vegades seguides la mateixa estimació visual), però sí que és un gran pas endavant. Ens ajuda a obtenir una mínima consistència en el color que observem.



Ajustaments de color en Adobe Photoshop

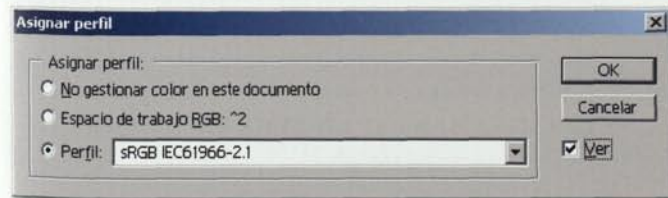
Atès que hi ha molt bones referències sobre el tema, no explicarem aquí en detall com s'ha de configurar Photoshop per gestionar el color de manera adequada. Però sí que insistirem que hem de comprovar els "Ajustaments de Color". Hem d'especificar els espais de treball, així com les polítiques de gestió de color quan un document no té un perfil incorporat. Cada espai de treball ve caracteritzat per un perfil de color. El normal és treballar en sRGB; o en Adobe RGB, els professionals de la fotografia.



16. Ajustaments de color en Photoshop.

Escanegem la fotografia, o bé l'obtenim amb la nostra càmera digital. En obrir el fitxer que conté la imatge ens trobem amb el segon problema: la majoria d'imatges no tenen perfil incrustat, per la qual cosa no sabem interpretar els valors RGB que conté. Per defecte, Photoshop li assignarà el perfil de l'espai de treball, però l'hem de canviar i assignar-li el perfil de l'escàner amb què escanegem la fotografia.

Per veure com varia una imatge segons el perfil que té assignat, podem marcar l'opció de previsualització en la caixa de diàleg que apareix en assignar el perfil, i seleccionar el perfil de l'escàner, o de la càmera.



17. Assignació de perfil en Photoshop.

Per il·lustrar com n'és d'important aquest pas, hem creat una imatge RGB amb un únic color, el valor RGB = (225,52,128) i l'hem visualitzat sota dos perfils diferents: AdobeRGB i sRGB.



18. RGB "interpretat" amb dos perfils.

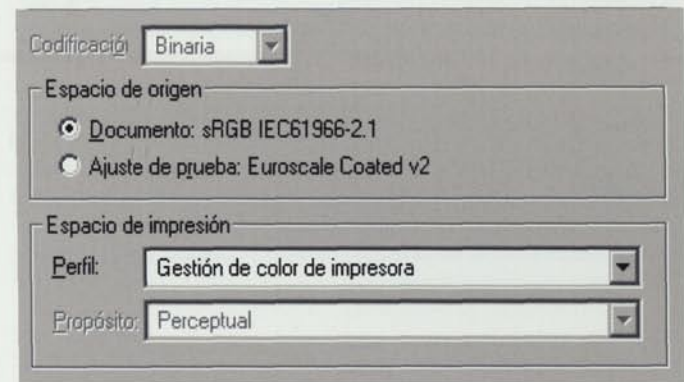
Si desconeixem l'origen de la imatge, l'opció més segura és assignar-li el perfil sRGB.

Tenim el monitor calibrat i la imatge té ja assignat el perfil adequat, per la qual cosa el monitor hauria de mostrar els colors "correctes" de la fotografia original. Correctes, i no idèntics, ja que segurament hi haurà colors en la fotografia que l'escàner no ha pogut capturar, però coherents.

L'últim pas és el d'imprimir la imatge, procés en el qual intervé el controlador de la impressora (*driver*). Els ajustaments disponibles no varien excessivament segons el model, però tot i així podem optar per diferents maneres d'imprimir. Vegem-les.

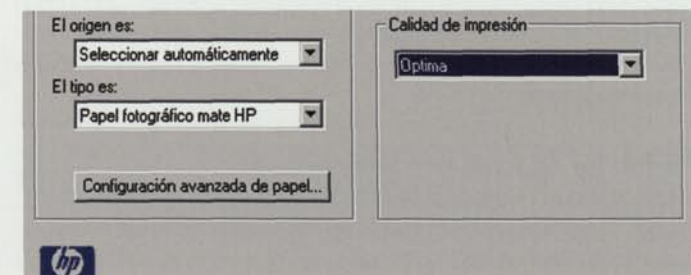
Gestió de color en la impressora (1)

Hi ha impressores que no proporcionen perfils ICC perquè el fabricant ha decidit incloure les taules de conversió de color (el perfil) en la mateixa impressora. En aquest cas, ens hem d'assegurar que en la caixa de diàleg de Photoshop "imprimir" seleccionem "document" com a espai d'origen i "gestió de color d'impressora" com a espai d'impressió.



19. La impressora converteix el RGB a CMYK.

En escollir "gestió de color d'impressora", s'està inclouent el perfil d'origen conjuntament amb la imatge i Photoshop està dient a Windows que encara s'han de realitzar certes conversions de color abans d'imprimir. Aquest procés pot ser automàtic, i l'usuari només ha d'escollir el tipus de paper i la qualitat.



20. Tipus de paper i qualitat afecten el color.

És la impressora qui s'encarrega d'escollir la taula adequada al paper i convertir el color, sempre que haguem respectat les opcions de color, dins les propietats del controlador.

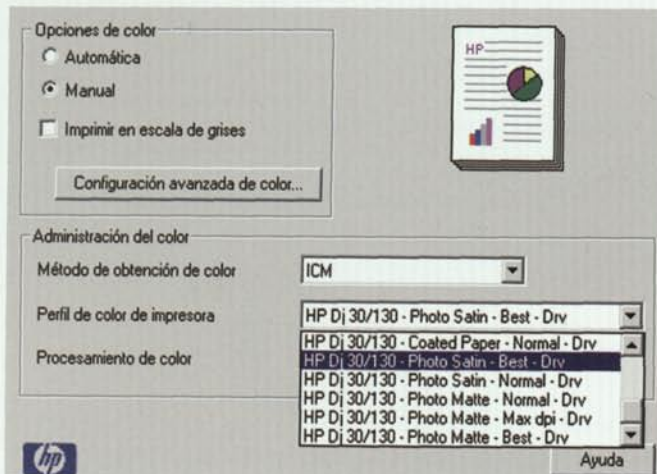


21. La impressora selecciona la conversió.

Si els resultats obtinguts no són els desitjats, és que la conversió de color seleccionada no és l'adequada al paper que estem utilitzant.

Gestió de color en Windows (2)

Si desitgem obtenir el color correcte i estem imprimint en un paper que no està a la llista, hem d'obtenir un perfil ICC que indiqui com s'ha de convertir el color per a la combinació impressora/tinta/paper. Existeixen serveis professionals que s'encarreguen de generar aquests perfils. O bé, si es tracta de papers molt utilitzats, podem buscar aquest perfil a la xarxa. Un cop haguem aconseguit el perfil, l'hem de guardar en el directori adequat del sistema operatiu, que depèn de la versió de Windows (per exemple, `Windows\system32\pool\drivers\color`). Fet això, tornem a imprimir, però amb ajustaments diferents en el controlador de la impressora.



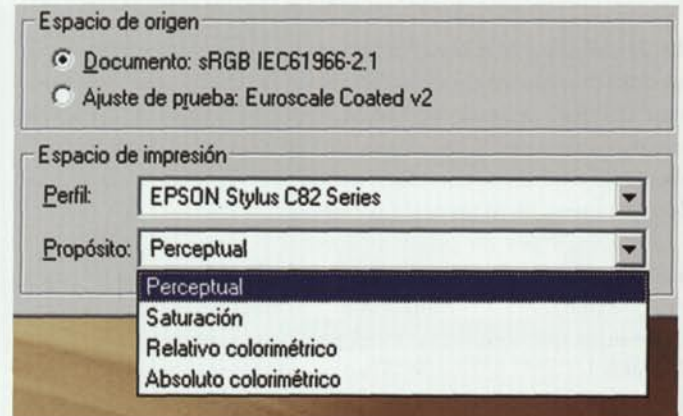
22. Selecció de perfil segons el paper.

En les opcions de color, s'ha de seleccionar "manual" i després canviar el mètode de gestió de color a "ICM". Això ens permetrà escollir un perfil diferent del que el sistema estava aplicant automàticament.

Conversió de color en Photoshop (3)

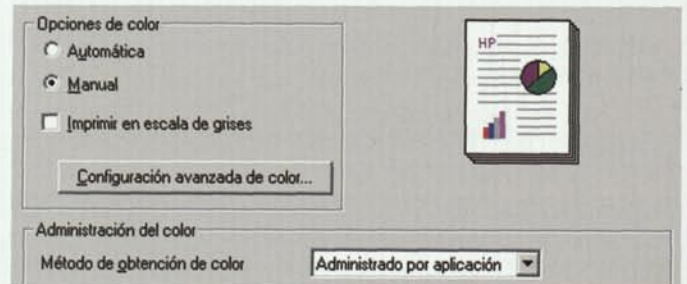
Aquesta última conversió podem realitzar-la dins de Photoshop, ja que hem dit que té el seu propi motor de color. Per a això, hem de seleccionar el perfil adequat al nostre paper dins del quadre "espai d'impressió".

A causa de la diferència de gamma de colors entre un monitor i una impressora, el més normal és que escollim "perceptual" com a propòsit, perquè els colors no resultin aplanats. Un últim detall molt important: hem d'anar a les opcions de color del



23. Photoshop fa la conversió.

controlador de la impressora i dir-li que no canviï els colors, que ja se n'ha encarregat Photoshop. A "Opciones de Color" cal seleccionar "manual" i després "Gestionat per aplicació" en el mètode de gestió de color.



24. Desactivació del CMM a la impressora.

De no fer-ho així aplicarem dues vegades la conversió de color, donant un resultat igualment incorrecte!

Aquest procés, que hem il·lustrat per a una impressora HP, és molt semblant per a impressores d'altres marques o models, ja que la funcionalitat dels controladors se sol mantenir, i és tant sols la nomenclatura la que varia.



25. Controlador d'impressió de Epson.

Aquesta forma de treball és la més normal quan la impressió final és en una premsa, perquè només així es pot controlar la conversió final dels colors. Per a això, no obstant, s'ha de disposar d'un perfil ICC de la mateixa premsa. És molt comú realitzar proves de color en què el color que sortirà a la premsa s'intenta emular en una impressora més accessible al dissenyador. Però aquest ja és un tema avançat de la gestió de color.



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.