



SIMONE CONTI

e-book

La Teoria DEL Colore

PER LA GESTIONE CROMATICA
DELLE IMMAGINI DIGITALI

fotografiaprofessionale.it

FOTOGRAFIA DIGITALE E FOTORITOCCHIO PROFESSIONALE

La Teoria del Colore

La Teoria del Colore

di Simone Conti

fotografiaprofessionale.it

FOTOGRAFIA DIGITALE E FOTORITOCCHIO PROFESSIONALE

INDICE

CHI SONO	4
INTRODUZIONE	7
LA LUCE	10
IL COLORE	21
LA TEMPERATURA	32
LA RUOTA DEL COLORE	38
LA PERCEZIONE	45
I METODI COLORE	50
GESTIONE DEL COLORE	61
SPAZI COLORE DI LAVORO	69

INTENTI DI RENDERING 75

CONCLUSIONI 86

CHI SONO

Ciao, mi chiamo Simone Conti e da oltre 20 anni mi occupo di tecnologia e programmazione in campo informatico. Parallelamente ho sviluppato la mia passione personale per la fotografia, prima da semplice amatore, poi in modo sempre più professionale e approfondito.

Dal 2000 lavoro a tempo pieno nel mondo della comunicazione spalla a spalla con creativi e grandi professionisti dell'immagine. Da alcuni anni le mie grandi passioni per la fotografia e per l'informatica hanno trovato il giusto equilibrio nell'era del digitale e all'interno del mondo della comunicazione creativa diventando anche un'attività concreta in continua evoluzione e sviluppo.

Attualmente scatto con le più diverse attrezzature coniugando analogico e digitale, nel mio lavoro, attraverso vari gradi di commistione.

Ho studiato ingegneria presso l'università di Bologna e seguito studi di fotografia, tra gli altri, anche presso l'ICP di New York. Le mie fotografie sono state esposte in mostre personali e collettive a partire dal 2007 in Italia e in Europa, compresa l'ultima edizione del festival internazionale di fotografia "Fotografia Europea 2010".

Il mio approccio alle cose è sempre molto "scientifico": mi piace indagare come le cose funzionino, mi piace conoscere le regole che governano le meccaniche dei miei interessi in modo da poterle infrangere, con consapevolezza, per creare qualcosa di nuovo.

Il mio approccio alla fotografia non fa eccezione.



se vuoi puoi scrivermi all'indirizzo
s.conti@fotografiaprofessionale.it
oppure seguimi su Twitter: [@ITnok](https://twitter.com/ITnok)

INTRODUZIONE

Per ogni fotografo, sia che lavori ancora nel mondo analogico, sia che abbia già abbracciato le sconfinite possibilità che il digitale può offrire, credo che sia importantissimo avere una buona padronanza di come la luce “funzioni” e quali siano le sue caratteristiche. Fotografare è un po’ come dipingere con la luce. Come ogni buon pittore, per realizzare le proprie opere, deve avere un’ottima padronanza nell’uso dei pennelli e dei colori, così un fotografo deve avere un’ottima conoscenza della luce e, con essa, del colore.

Questo è ancora più vero oggi, lavorando in digitale, visto che la gestione dell’intero processo creativo è completamente

nelle mani del fotografo e il colore può, e deve, essere gestito in totale autonomia. Questa enorme libertà che offre il mondo digitale spesso può però risultare anche un ostacolo per chi non è sufficientemente preparato. Spesso si critica chi stampa le fotografie perché non riesce a rendere i colori così come erano sul monitor del computer. Ancora più spesso ci si lamenta del fatto che i colori variano da computer a computer, da monitor a monitor. Tutto questo è normale, è parte della gestione del colore nel mondo digitale e **SOPRATTUTTO** può essere facilmente evitato. Per fare in modo che la qualità del colore sia elevata e costante durante tutto il nostro workflow sono sufficienti veramente pochi accorgimenti e un pizzico di conoscenza su cosa sia il colore e come la tecnologia che ci circonda lo percepisce e lo elabora. Lo scopo di questo testo è proprio introdurti a questi concetti. Durante la lettura verranno presentate varie sfaccettature e concetti a proposito di luce e colore, a volte con un taglio più tecnico e scientifico (tranquillo non voglio sostituirmi a un libro di testo o a un manuale di fisica... non ne sarei in grado!), altre volte con un occhio più attento agli aspetti più legati alla praticità e al pragmatismo del lavoro di tutti i giorni. Nel corso del testo spero di darti nuovi spunti e

suggerimenti per gestire al meglio il tuo workflow. Al termine della lettura credo sarà anche più chiaro come evitare le lamentele a causa di discrepanze cromatiche tra stampa e monitor. Soprattutto sarai in grado di comprendere quali siano i limiti della percezione umana del colore e, dall'altra parte, quali siano i limiti della tecnologia che ci circonda, nel fornire una corretta rappresentazione del colore.

Buona lettura!

LA LUCE

Per prima cosa credo sia fondamentale affrontare brevemente, in maniera più dettagliata di quanto fatto nel mio eBook “L’Occhio del Fotografo”, come la vista umana sia rapportata con il colore e, soprattutto, cosa siano realmente la luce e il colore.

Una delle caratteristiche principali che ogni buon fotografo deve mirare a raggiungere e sviluppare credo sia la capacità di usare la luce con consapevolezza e intenzionalità. La luce è al servizio del fotografo e il bravo fotografo deve saperla plasmare e piegare al proprio volere. Perché ciò avvenga è necessario conoscerla.

L’occhio umano, coadiuvato dalla straordinaria capacità del cervello di elaborare dati, è l’organo sensoriale che ci

permette di ricostruire per immagini tutto ciò che ci circonda. Prima ancora di capire e analizzare le differenze e le similitudini tra l'occhio umano e gli strumenti fotografici, penso sia interessante imparare a conoscere come questo organo funzioni e come riesca a interpretare la realtà che ci circonda.

Nonostante per tutti noi il concetto di "vista" sia chiaro ed evidente è difficile rendersi conto che ciò che l'occhio vede e la conseguente elaborazione che ne fa il nostro cervello (elaborazione che noi percepiamo come la "realtà") siano, in realtà, due cose nettamente differenti. È come se il nostro occhio in ogni istante registrasse una moltitudine di dati fotometrici del mondo esterno e li passasse al cervello per essere elaborati. Il cervello allo stesso tempo esamina tutti questi dati, li rielabora e li ricompone per restituirci un'unica immagine dettagliata, piena di colore, istante per istante.

La visione del colore è un fenomeno che dipende da tre fattori ben definiti:

1. la natura della luce
2. l'interazione tra luce e materia
3. il funzionamento del sistema di visione

(nel nostro caso l'occhio)

Tutti noi vediamo un colore quando una sorgente luminosa emette una particolare distribuzione di onde elettromagnetiche, con lunghezze d'onda compatibili con la capacità ricettiva del nostro occhio, che arriva a colpire un oggetto, interagisce con la sua materia, si riflette su di esso, rimbalzando così verso di noi, fino ad arrivare ai nostri organi recettori. I fotorecettori presenti nell'occhio umano sono sensibili ad un determinato intervallo di frequenze (lo spettro del visibile) di tali onde, e sono in grado di tradurre l'energia elettromagnetica che raccolgono in stimoli nervosi, che il nostro cervello elabora e trasforma in ciò che chiamiamo colore.

Ciò che permette al nostro occhio di percepire luce, colore e quindi forma, sono i coni e i bastoncelli. Coni e bastoncelli sono cellule fotosensibili presenti nella parte interna del bulbo oculare in quantità molto diverse tra loro. Normalmente il rapporto tra coni e bastoncelli è di quasi 1:20. Ciascuno dei nostri occhi contiene approssimativamente 7 milioni di coni e 120 milioni di bastoncelli.

L'occhio umano, per restituirci tutti i dettagli di una scena, deve necessariamente scandagliarla incessantemente e andarsi a posare su tutti i dettagli che la compongono. Questo costante moto cui è costretto il nostro occhio è dovuto alla sua scarsa capacità di messa fuoco che è limitata a solamente $0,5^\circ$ rispetto al totale campo visivo umano che normalmente si attesta sui 130° . Oltre quei miseri $0,5^\circ$ ciò che il nostro occhio percepisce è confuso e fuori fuoco.



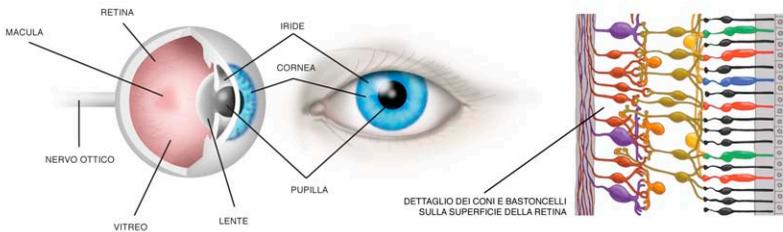
Ciò che il nostro occhio percepisce è molto simile a ciò che un obiettivo fotografico di scarsa qualità resituisce sulla pellicola o sul sensore della nostra macchina digitale. Il nostro occhio è “affetto” da vignettatura perenne. Capacità di messa a fuoco e percezione del colore sono due fattori direttamente collegati, infatti la maggior parte dei coni presenti nell’occhio si trova proprio in corrispondenza della parte centrale del nostro campo visivo. Sono proprio i coni i principali responsabili della nostra capacità di visione diurna e sono i responsabili anche della nostra accuratezza nel percepire il colore. Esistono infatti tre diversi tipi di coni e ciascun tipo è in grado di recepire solo una determinata lunghezza d’onda dell’intero spettro luminoso. I coni dei nostri occhi sono rispettivamente sensibili al rosso, al verde e al blu. Esistono casi di persone con fino a quattro o cinque tipi diversi di coni che sono pertanto dotate di un’eccezionale capacità di distinguere i colori e le più insignificanti sfumature che li separano. Esistono inoltre persone dotate di un numero inferiore di coni (come per coloro affetti da daltonismo) che non riescono a distinguere tutte le sfumature di colore e dei passaggi tonali.

Maggiore è la quantità di luce che colpisce i nostri occhi, maggiore è la nostra capacità di percepire i colori e le sfumature. Quando la luce inizia a diminuire l'attività dei coni diventa sempre meno influente e viene gradualmente soppiantata dalla capacità dei bastoncelli di percepire pura luminanza (Vedremo più avanti maggiori dettagli sulla luminanza. Per ora è sufficiente sapere che si tratta della quantità di luce presente in una scena). I bastoncelli non sono infatti in grado di percepire il colore, ma solo di captare quanta luce (indipendentemente dalla lunghezza d'onda) li colpisce. I bastoncelli restituiscono pertanto una visione totalmente monocromatica e permettono di definire tutti i toni di grigio che separano il bianco dal nero.

A causa del posizionamento dei coni solo sulla parte centrale della retina, anche in condizioni di piena luce, gli estremi del nostro campo visivo rimangono capaci di percepire solamente tonalità di grigio.

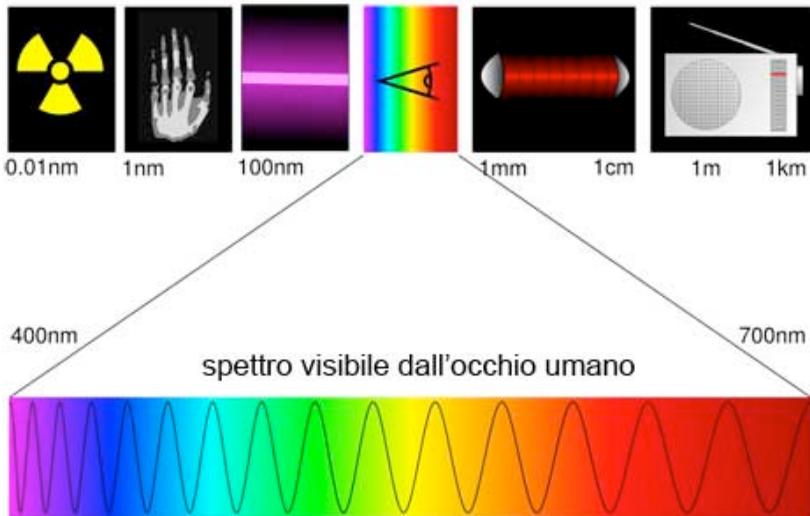
I bastoncelli sono molto più sensibili dei coni alla luce e la loro sensibilità è così elevata che permette loro di percepire il passaggio anche di un singolo fotone. Per capire quanto questo dato sia incredibile è sufficiente pensare che in normali condizioni di luce il nostro occhio viene mediamente

raggiunto da circa 3000 fotoni ogni secondo. Mano a mano che la luce cala durante la giornata l'influenza dei coni diminuisce e la nostra capacità di percepire il dettaglio, grazie ai bastoncelli, aumenta di conseguenza. Essendo inoltre l'area della retina coperta dai coni, molto piccola rispetto al totale, è facile capire come la nostra capacità percettiva riesca ad aumentare a dismisura nelle condizioni di luce soffusa dove anche i bastoncelli entrano nell'equazione.



L'occhio umano è in grado di percepire solamente radiazioni elettromagnetiche le cui lunghezze d'onda stanno tra i 780 e i 380 nanometri: queste lunghezze d'onde sono comunemente note come *spettro del visibile*. Queste due lunghezze d'onda che definiscono il limite inferiore e superiore della nostra capacità visiva corrispondono rispettivamente al colore rosso (colore con minore energia) e al colore viola (colore con maggiore energia). Le frequenze più basse (lunghezza d'onda oltre i

780 nanometri) sono i cosiddetti infrarossi, mentre a quelle più alte (lunghezza d'onda al di sotto dei 380 nanometri) sono note con il nome di ultravioletti.



La luce è viva, cambia con estrema rapidità, può cadere, rimbalzare, saltare, girare e muoversi. La luce è alla base della vita sulla terra e determina il nostro ciclo vitale dall'inizio alla fine. Spesso i fotografi guardano solo cosa li circonda, gli oggetti, le persone, i paesaggi invece di concentrarsi su ciò che, personalmente, credo sia molto più

importante: la luce. Meglio evitare di guardare ciò che ci circonda e concentrarci sulla luce che ci circonda perché è proprio quella che, in realtà, determina ogni cosa nei nostri scatti.

Nel nostro percorso di analisi di luce e colore credo possa essere utile anche avere un vocabolario specifico per ciò di cui andremo a parlare a proposito della luce e delle sue mille forme e stili. Penso sia pertanto importante fare un piccolo elenco (non totalmente esaustivo) degli aspetti caratterizzanti principali della luce prima di continuare. In realtà non si tratta di nulla di astruso o difficile: si tratta solo di categorizzare quello che tutti conosciamo e che ci circonda ogni giorno. Nel corso del testo esamineremo in dettaglio solo alcuni di questi aspetti, perché direttamente legati alla cosiddetta Teoria del Colore.

INTENSITÀ

La luce può essere intensa, forte oppure debole, fioca. L'intensità della luce non ha nulla a che vedere con il colore.

DIREZIONE

La luce può venire diretta verso di noi, oppure allontanarsi da noi. Può venire dalla nostra destra o dalla nostra sinistra.

Spesso la direzione da cui proviene la luce influenza la nostra percezione.

PERCORSO

Il percorso che la luce segue prima di raggiungerci o per allontanarsi da noi ne determina di solito il carattere. Indipendentemente dalla sua intensità la luce diretta è nettamente diversa dalla luce riflessa o dalla luce polarizzata in fasci paralleli.

TEMPERATURA

È abbastanza evidente che il sole ci appare in modo differente all'alba, al tramonto o nel pieno vigore del mezzogiorno. Siamo abituati a definire calde le luci con cromie tendenti al giallo, mentre chiamiamo fredde quelle più bluastr.

CONTRASTO

La percezione che abbiamo della luce varia anche in ragione del contrasto presente nella scena. Maggiore è il contrasto, cioè maggiore è la differenza tra il punto più luminoso e quello più buio attorno a noi, maggiore sarà la percezione di luminosità che avremo.

CONSISTENZA

Malgrado la luce non sia fisicamente tangibile spesso abbiamo la sensazione che abbia una sua consistenza. La consistenza della luce non dipende né dalla sua intensità né dal suo colore. Spesso la consistenza della luce è data dal suo percorso. Pensiamo ad esempio alla luce che fluisce attraverso una finestra aperta o attraverso la stessa finestra coperta da un tendaggio, nel primo caso la luce avrà una consistenza molto maggiore.

IL COLORE

Ad oggi l'ultima generazione di fotografi non ha mai scattato in pellicola oppure ha scattato così poco in pellicola da considerare la cosa trascurabile. Perché dico questo? Perché quando si scattava in analogico la scelta della pellicola era un punto nodale del lavoro. A seconda della pellicola scelta si ottenevano toni di colore differenti. Scegliendo Kodak si ottenevano colori caldi ricchi e saturi, scegliendo Fuji si andavano a preferire i toni più freddi come i verdi e i blu. Nell'era (ormai si potrebbe dire persino secolo!) analogica era assodato che non si sarebbe riusciti a catturare l'intero spettro del visibile: questo concetto era chiaro a tutti e accettato di buon grado. Oggi questo "dettaglio" è pressoché un ricordo e, anzi, si ha sempre di più la pretesa di riuscire a

riprodurre in modo esatto la ricchezza cromatica della natura. Purtroppo **questo è tutt'ora IMPOSSIBILE!** L'occhio umano è ad oggi il miglior strumento per la percezione di luce, contrasto e colore. Rimane un fatto incontrovertibile che noi siamo in grado di percepire una gamma cromatica ben più vasta di quanto qualsiasi fotocamera sia in grado di registrare. Nessuna combinazione di lente e macchina fotografica, analogica o digitale al mondo è ancora in grado di avvicinarsi anche lontanamente alla percezione umana.

Parlando di contrasto, oltre che di colore, è sufficiente pensare che il miglior sensore digitale può arrivare a rappresentare una scena con un contrasto di circa 50:1. La tecnologia sta progredendo rapidamente e questa barriera viene infranta con sempre maggior frequenza, portando alla costruzione di sensori capaci di definire in modo appropriato scene con contrasti sempre maggiori, ma siamo ancora molto lontani dalle capacità dell'occhio umano. La capacità del nostro occhio di percepire differenze di contrasto in una scena sono in fatti di oltre 10.000:1.

Questa limitazione non è, sfortunatamente, appannaggio delle macchine fotografiche, ma anche i nostri monitor nella stragrande maggioranza dei casi non riescono a riprodurre

nemmeno tutti i colori che la nostra fotocamera è in grado di registrare. Come in un imbuto, man mano che si avanza all'interno del workflow il condotto si restringe ulteriormente. Un'immagine che sul monitor appare come satura e brillante, andando in stampa, sarà più spenta con una gamma tonale inferiore.

Capire perché ciò accada ci può aiutare a individuare e affrontare meglio, direttamente in fase di ripresa, le situazioni critiche e ad evitare di avere brutte sorprese in fase di stampa.

A tale proposito ti faccio un esempio: mi è capitato di scattare foto tecniche a capi di abbigliamento ad alta visibilità (pensa che uno di questi scatti è stato in seguito scelto per la copertina del catalogo della mostra, curata da Oliviero Toscani, *WORKWEAR - LavoroModaSeduzione*). Abiti ad alta visibilità sono, ad esempio, quei giubbotti con fasce catarifrangenti che tutti siamo tenuti ad avere in auto per ragioni di sicurezza. I tessuti utilizzati per questo tipo di abbigliamento hanno colori (rosso, arancione o giallo) che sono quasi completamente fuori dalla gamma che qualsiasi macchina digitale riesca a riprendere e riprodurre. Il segreto per una buona ripresa e per una corretta resa in fase di

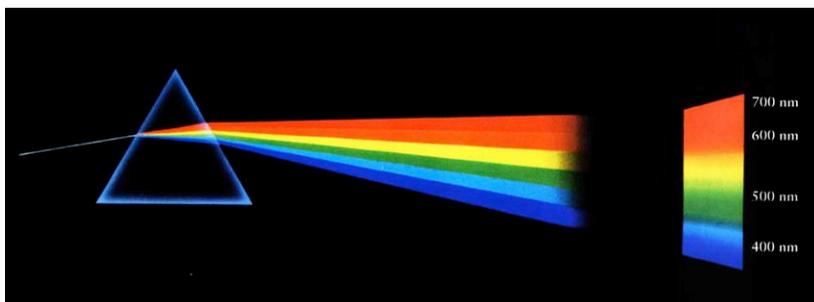
stampa, contrariamente a quanto accade normalmente con gli scatti still life, è utilizzare una luce più dura in modo da fare uscire e meglio evidenziare le ombre e le pieghe del tessuto. Le ombre aggiungono contrasto e aiutano a catturare un maggior numero di sfumature in quei “colori difficili” che, diversamente, risulterebbero piatti e privi di “spessore”.

Affrontare una simile situazione senza sapere come il colore influenzi lo scatto in fase di ripresa potrebbe comportare numerose difficoltà.

L'occhio umano è in grado di percepire nello spettro del visibile circa 10.000 diversi colori dati da diverse lunghezze d'onda emissive. Nonostante questo, per convenzione, si è soliti dividere lo spettro in soli sette colori.

- viola (380 nanometri)
- indaco (450 nanometri)
- blu (490 nanometri)
- verde (560 nanometri)
- giallo (590 nanometri)
- arancio (630 nanometri)
- rosso (780 nanometri)

La combinazione dell'emissione di più frequenze porta ad un'onda luminosa che il nostro occhio percepisce di colore bianco. Utilizzando un prisma che, grazie al suo indice di rifrazione, angola in modo diverso le onde elettromagnetiche di varie frequenze che lo attraversano, consente di separare una luce bianca individuando le sette colorazioni di cui è composto lo spettro del visibile.



Detto così potrebbe sembrare un'operazione estremamente complessa o tecnicamente molto difficile da replicare, ma in realtà si tratta di un fenomeno molto semplice che spesso attira la nostra attenzione e ci affascina dopo molti temporali estivi. Le gocce d'acqua in sospensione dopo un temporale fungono infatti da prisma e danno origine a quello che

conosciamo con il nome di arcobaleno. L'arcobaleno non è altro che la suddivisione della luce solare nelle sue 7 componenti appartenenti allo spettro del visibile.

Quanto appena descritto prova che l'unione dei colori avviene in modo **ADDITIVO** all'interno di un sistema fisico cosiddetto emissivo, cioè in un sistema dove le sorgenti luminose emettono frequenze che, sommandosi, portano al bianco. Questo in realtà significa pertanto che non esiste nessuna luce bianca. Quello che siamo abituati a definire come luce bianca altro non è che la combinazione di fasci luminosi di tutti gli altri colori.

Oltre al sistema **ADDITIVO** esiste un altro spazio colore che viene definito **SOTTRATTIVO**. In questo secondo spazio il colore nasce dalla sottrazione di frequenze luminose mediante la stesura di opportune sostanze chimiche dette *pigmenti* su un materiale su cui la luce incidente va a battere e rimbalza indietro per essere percepita dai nostri occhi. Il colore risultante di un materiale nello spazio colore **SOTTRATTIVO** è dato dalle frequenze superstiti non assorbite dai pigmenti presenti sul materiale stesso. In uno spazio colore **SOTTRATTIVO**, la somma di tutti i pigmenti

dà come risultato il massimo assorbimento di frequenze, e quindi l'assenza totale di luce, il buio, il non colore... il nero. Eccoci finalmente davanti a una importante distinzione che ci fa capire l'enorme differenza tra il monitor di un computer e la carta stampata (sia essa una fotografia o la pagina di una rivista). Il monitor del nostro computer emette luce e pertanto è soggetto alle regole cromatiche del sistema **ADDITIVO**, la carta stampata al contrario ci restituisce i colori solo grazie alla luce che su di essa rimbalza. La carta stampata è soggetta pertanto alle regole del sistema **SOTTRATTIVO**.

Forse durante i primi anni di scuola ti è stato insegnato che i colori primari sono il rosso, il blu e il giallo. Se così fosse, sappi che quello che ti hanno insegnato è scorretto. Cerchiamo di capire perché e quali siano realmente i colori primari.

Quando si parla di colori primari è necessario innanzi tutto definire a quale spazio colore ci stiamo riferendo, se parliamo di luce o di pigmenti. Gli spazi colore **ADDITIVO** e **SOTTRATTIVO** hanno entrambi i loro colori primari e sono chiaramente diversi tra loro. I colori primari additivi entrano in gioco quando consideriamo la luce così come ci appare in

natura. In questo caso i nostri colori primari sono il Rosso, il Verde e il Blu. I colori primari sottrattivi entrano in gioco quando consideriamo il materiale stampato, sia esso un dipinto, una stampa fotografica, una stampa digitale o litografica. In questo caso i colori primari sono il Magenta, il Ciano e il Giallo. Normalmente troviamo queste due terne di colori sotto forma di sigle composte accostando la prima lettera di ciascun colore in lingua inglese. Ecco svelato il significato delle sigle **RGB** (Red Green Blue) e **CMY** (Cyan Magenta Yellow) che spesso vediamo o alle quale sentiamo riferirsi.

Per capire quale terna di colori primari entra in gioco di volta in volta è sufficiente chiedersi come fare ad ottenere il bianco. Se siamo in totale assenza di luce è tutto nero, giusto? Bene! Per creare il bianco dovremo aggiungere luce sommando in parti uguali luce rossa, verde e blue.

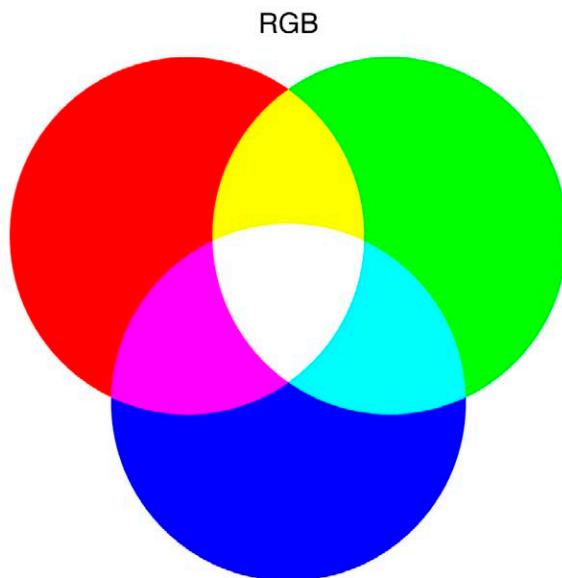
Spazio Colore ADDITIVO

$$\mathbf{R + G + B = LUCE BIANCA}$$

$$\mathbf{R + B = C (Ciano)}$$

$$\mathbf{B + R = M (Magenta)}$$

$$\mathbf{R + G = Y (Giallo)}$$



Spazio Colore ADDITIVO

Se abbiamo un foglio bianco e iniziamo a mischiare i colori andandoli a sovrapporre uno sull'altro, quello che otterremo sarà una confusa macchia di colore marrone molto scuro. Se i pigmenti utilizzati nei colori fossero sufficientemente puri (questo non avviene quasi mai) e avessimo utilizzato Ciano, Magenta e Giallo, avremmo ottenuto il Nero.

Spazio Colore SOTTRATTIVO

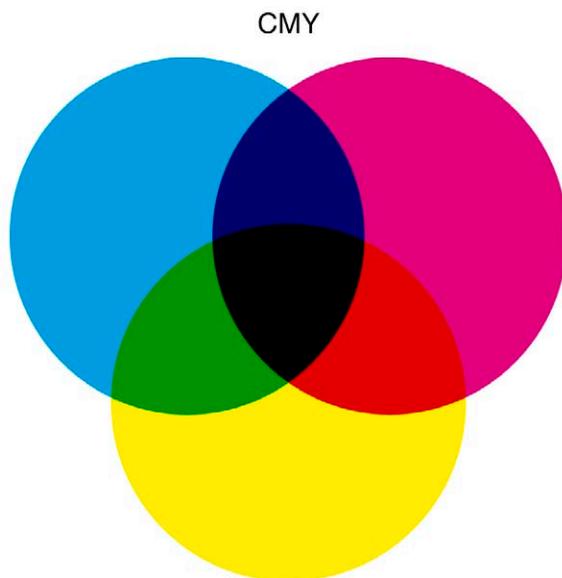
C + M + Y = Inchiostro NERO (K dall'inglese inK)

M + Y = R (Rosso)

Y + C = G (Verde)

C + M = B (Blu)

K - C - M - Y = CARTA BIANCA (Assenza di pigmento)



Spazio Colore SOTTRATTIVO

Per ottenere un foglio di carta bianco dopo averlo imbrattato di colore dovremmo pertanto sottrarre i colori primari dal nero. Per ottenere nuovamente il bianco della carta a partire dal nero dovremo sottrarre Ciano, Magenta e Giallo. Visto che per la definizione degli spazi colore si tiene come punto di riferimento il bianco ecco spiegato perché ai colori primari (**CMY**) dello spazio colore **SOTTRATTIVO** si aggiunga anche il Nero (**K**) ottenendo la sigla **CMYK**.

LA TEMPERATURA

Come fotografo parlo spesso del bilanciamento del bianco e spendo tempo nel trovare i giusti settaggi in fase di postproduzione. Quello con cui tutti i fotografi sono costretti a cimentarsi è la necessità di far combaciare le regolazioni della macchina (o le regolazioni di Lightroom o Photoshop) con la temperatura colore della fonte di luce che illumina una scena.

Prima di ragionare oltre sulla temperatura colore cerchiamo di capire cosa sia, come possa una fonte luminosa avere una temperatura e come questa venga misurata.

Se andiamo a ricercare la definizione di temperatura colore troveremo qualcosa come: «La temperatura colore di una sorgente luminosa corrisponde alla temperatura a cui occorre

scaldare un **“corpo nero”** affinché esso emetta una radiazione luminosa di pari lunghezza d’onda». Senza scendere in dettagli che richiederebbero una trattazione molto più scientifica di quella che voglio fare in questo testo, cerchiamo di definire innanzi tutto cosa sia un **“corpo nero”**. Un **“corpo nero”** è un oggetto puramente teorico definito per la prima volta dal fisico Max Planck nel 1900. Il **“corpo nero”** ha la caratteristica di riuscire a trattenere interamente tutte le radiazioni incidenti su di esso e restituirle in uguale misura sotto altra forma di energia (es. assorbe luce e restituisce calore). Un oggetto che approssima molto bene il comportamento di un **“corpo nero”** è una stella... come il Sole ad esempio. Infatti la radiazione stellare è prodotta al centro dell’astro, dove avvengono le reazioni nucleari. Prima di raggiungere la superficie del Sole e disperdersi nello spazio, un raggio luminoso “urta” gli atomi costituenti la stella circa diecimila miliardi di miliardi di volte (10^{22} volte) procedendo con un moto “a zig-zag” ed impiegando, nonostante si propaghi all’eccezionale velocità di 300.000 chilometri al secondo, diverse migliaia di anni per attraversare un raggio stellare (circa 1.000.000 di chilometri). Dopo tutti questi urti la radiazione stellare approssima bene la radiazione di **“corpo**

nero". Visto che ci è impossibile avere a disposizione una stella da studiare comodamente, dopo numerosi studi ci si è resi conto che anche un metallo surriscaldato approssima in modo accettabile il "**corpo nero**" di Planck. Ad esempio un pezzo di acciaio, scaldato fino all'incandescenza, a una data temperatura, inizia ad emettere radiazione luminosa. All'aumentare della temperatura il colore emesso diventa via via rosso, poi giallo, poi bianco. Proseguendo nel fornire calore al metallo la radiazione luminosa continua con l'assumere una dominante di colore azzurra, blu e infine viola.

Se si prende una barra di acciaio lunga 1 metro e la si surriscalda fino a circa 5000° C (non provarci a casa! Potrebbe essere difficoltoso oltre che pericoloso!) si osserva che il metallo emette una luce di colore bianco puro.

La temperatura colore viene misurata in una scala la cui unità di misura sono i Kelvin (si abbrevia con K). Nonostante in molti parlino di gradi Kelvin questo è formalmente scorretto. Visto che 0K corrispondono a $-273,15^{\circ}$ C è facile capire che il nostro acciaio, scaldato a circa 5000° C, avrebbe una temperatura corrispondente in Kelvin di circa 5250K... la temperatura colore di quella che consideriamo luce bianca

pura. Scaldando la nostra sbarra di acciaio a 7000K otterremo un colore più freddo e azzurrognolo tipico delle giornate più nuvolose in piena ombra, mentre se abbassassimo la temperatura dell'acciaio fino a circa 3000K otterremo una luce simile a quella del filamento di una comune lampadina a incandescenza. Valori in Kelvin inferiori a 5250K rappresentano colori più caldi (tendenti al giallo, all'arancione e al rosso), mentre valori superiori rappresentano colori freddi (tendenti al blu, all'azzurro e al violetto). Ecco quindi spiegato perché un colore possa "avere una temperatura"! In realtà la temperatura non è caratteristica del colore stesso, quanto piuttosto ogni colore è manifestazione specifica di una certa temperatura (espressa in Kelvin).

Un buon sistema empirico per tenere a mente l'andamento dei colori in relazione ai Kelvin è pensare alla fiamma di una candela. Nella parte bassa, dove il calore è maggiore, la fiamma è di colore giallo e rosso, mentre nella parte alta dove il calore è minore la fiamma è bluastra.

In fotografia è importante conoscere la temperatura colore della luce che definisce una scena eminentemente per due ragioni:

1. si vuole neutralizzare gli effetti cromatici dati dalla fonte luminosa (ad esempio neutralizzare una dominante colore)
2. si vuole ricreare l'effetto cromatico di una certa ora del giorno con luci artificiali all'interno di una scena

Credo ci siano alcuni numeri che occorre tenere a mente per avere dei "punti fissi" nella scala della temperatura colore. Partendo dalla luce più fredda scendendo verso la più calda:

Piena ombra = 7000K

Flash = 6000K

Nuvolo = 6000K

Luce diurna = 5250K

Luce a fluorescenza (Neon) = 4000K

Luce al tungsteno (lampadine a incandescenza) = 3200K

Quando spiego la temperatura colore a qualche neofita, o qualche fotografo non così addentro nella teoria del colore, e arrivo a questo punto, in genere vedo alzarsi almeno una mano. Generalmente la domanda che mi viene posta è circa la seguente: *«Hai appena detto che maggiore è il valore in Kelvin maggiore è la tendenza al blu e minore è il valore in Kelvin maggiore è*

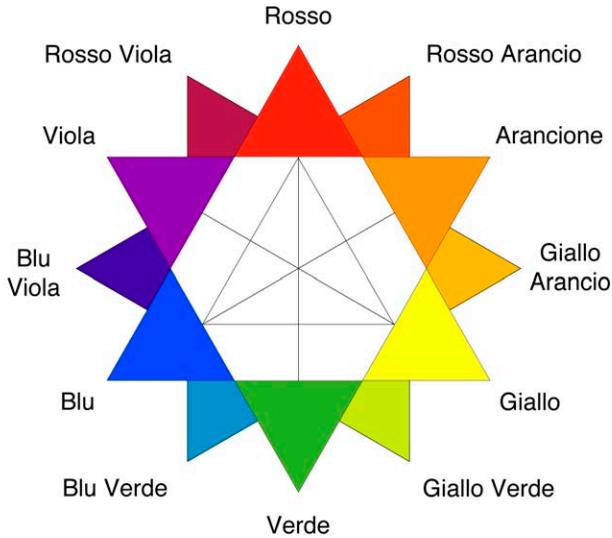
la tendenza al giallo... Allora perché se sposto il cursore della temperatura colore in Lightroom (o Photoshop) verso valori più alti la foto tende al giallo e viceversa al blu? Ti sei sbagliato?»

Ti stavi chiedendo la stessa cosa? Ok! La risposta è NO: non mi sono affatto sbagliato. Se pensiamo a Lightroom (o Photoshop) stiamo considerando strumenti che ci aiutano nella correzione delle immagini, nella cosiddetta postproduzione. Quando spostiamo il cursore della temperatura colore all'interno di un software per la correzione delle immagini in realtà stiamo inconsapevolmente (consapevolmente da oggi in poi!) applicando una dominante colore che controbilanci quella già presente nell'immagine e riporti i valori a quelli che si sarebbero osservati se la scena fosse stata illuminata con luce bianca pura. È pertanto normale che spostando il cursore della temperatura colore in Lightroom verso valori in Kelvin maggiori (diciamo 7000K) di quelli a cui è stato effettuato il nostro scatto (diciamo 5000K) compaia una dominante giallastra. Questa dominante dovrebbe andare ad annullare la dominante bluastra presente se la foto fosse stata effettivamente scattata a valori così alti di temperatura colore della scena.

LA RUOTA DEL COLORE

La teoria del colore affonda le sue radici nella storia. Uno dei più grandi contributi allo studio sul colore è stato dato dallo studioso francese Michel Eugène Chevreul intorno alla prima metà del XIX secolo. Chevreul nel 1839 concepì la schematizzazione grafica oggi nota con il nome di “Ruota del Colore”: un diagramma basato sullo spazio colore RYB che mostra la complementarità tra i colori e le loro relazioni. La “Ruota del Colore”, utilizzando uno spazio colore **SOTTRATTIVO** consente di schematizzare alcune proprietà visive del colore direttamente derivate dall’origine fisica. Lo scopo del diagramma è definire i colori primari, intendendo che da essi possono essere derivati tutti gli altri che formano lo spettro del visibile. Nella teoria classica enunciata da

Chevreul i colori primari sono il Rosso (R), il Giallo (Y) e il Blu (B). In seguito si è dimostrato come tale assunto non sia corretto e parlando di spazio colore **SOTTRATTIVO** i pigmenti fondamentali (come già abbiamo visto in precedenza) siano in realtà il Ciano, il Magenta e il Giallo.



Il Ciano è in realtà una tonalità di Blu più chiara tendente all'azzurro. Il Magenta è una tonalità di rosso che prende il nome dall'omonima città Lombarda dove si svolse una cruenta battaglia con le truppe Napoleoniche. Ci sono due scuole di pensiero sull'origine del nome sia della città, che poi sul nome del colore: chi pensa che il nome derivi dalla tinta dei pantaloni delle divise napoleoniche e chi invece preferisce attribuirne l'origine al sangue dei caduti durante la battaglia svoltasi nel 1859. Il Giallo, bhe... è Giallo! Ecco quindi che sia Chevreul che gli insegnanti della scuola elementare non avevano tutti i torti a definire la terna primaria composta da Blu, Rosso e Giallo: in realtà si tratta solo di una approssimazione cromatica. Nonostante questa approssimazione cromatica i risvolti teorici e pratici legati alla "Ruota del Colore" rimangono comunque validi.

Stabiliti i colori primari nella "Ruota del Colore" le altre tre punte intermedie rappresentano i colori ottenibili dalla combinazione dei colori primari. Ad esempio l'Arancione si ottiene combinando i vicini Rosso e Giallo, il colore Verde si ottiene invece dal Blu e dal Giallo, e via dicendo. Questi colori, che formano la terna Arancione, Verde e Viola, sono detti **colori secondari**. Continuando in questa operazione di

mescolamento dei colori e andando a miscelare tra di loro un colore secondario con il colore primario della punta vicina, si ottengono i **colori terziari**, rappresentati nella ruota ciascuno tra le due punte alternate di colori primari e secondari. I **colori terziari** hanno nomi misti e sono: rosso-arancio, giallo-arancio, giallo-verde, blu-verde (molto prossimo al Ciano), blu-viola, e rosso-viola (molto prossimo al Magenta).

Un'altra categoria di colori molto importante è quella dei **colori neutri**. Si tratta di colori formati da uguali parti di ciascuno dei colori primari. Miscelando uguali proporzioni di Magenta, Ciano e Giallo riusciamo a formare diverse intensità di quelli che vengono comunemente detti grigi. Tutti gli altri colori possono essere ottenuti miscelando la scala dei neutri con i colori primari, secondari e terziari.

Nonostante la "Ruota del Colore" sia considerata ormai superata come metodo scientifico per la definizione del colore in natura, spesso viene ancora utilizzata come metodo empirico, quale referenza nelle scelte grafiche o per gli accostamenti colore effettuati dai designer. Utilizzando il diagramma della "Ruota del Colore" come referenza si possono creare schemi colore secondo diversi raggruppamenti. Tra i più noti schemi troviamo:

MONOCROMO
COMPLEMENTARE
ANALOGO
CALDO
FREDDO

Schema Colore MONOCROMO

Si parla di schemi monocromi quando tutti gli elementi componenti lo schema sono realizzati con un colore primario o secondario e da un certo numero di tinte ottenuto miscelando il colore con varie gradazioni dei neutri.

Schema Colore COMPLEMENTARE

Si parla di schemi complementari quando si individuano due colori opposti nella “Ruota del Colore” e si scelgono un certo numero di tinte ottenute miscelando i due colori con varie gradazioni di neutri. Si tratta in pratica di due schemi monocromi formati da tinte complementari. I colori complementari forniscono il massimo valore di contrasto cromatico possibile e danno pertanto, come effetto finale, un lavoro che riesce ad attirare molto l’attenzione

dell'osservatore. Tipici esempi sono Rosso con Verde e Blu con Arancione.

Schema Colore ANALOGO

Nello schema analogo si fa uso di vari colori (in genere da 3 a 5) caratterizzati da scarso contrasto cromatico. In genere si vanno a scegliere due punte adiacenti della “Ruota del Colore” e il relativo colore intermedio. Volendo ampliare lo schema colore a 5 colori, si possono aggiungere i colori terziari associati alla selezione fatta in precedenza.

Schema Colore CALDO

Si tratta forse (insieme al prossimo) dello schema colore più noto e universalmente riconosciuto da tutti. Lo schema colore caldo si ottiene utilizzando tutti i colori posti nella parte destra del diagramma della “Ruota del colore”. Questo schema colore è talmente noto che ormai è entrato nel gergo comune tanto che, anche in questo testo, è già stato citato più volte dando per scontato che fosse evidente ciò di cui stavo parlando. Lo schema colore caldo viene utilizzato quando si vuole dare una sensazione di calore e luminosità. Parlando di spazialità del colore, inoltre, lo schema colore caldo fornisce

anche una sensazione di vicinanza del soggetto rispetto alla scena rappresentata.

Schema Colore FREDDO

Anche in questo caso si tratta di un schema colore ormai universalmente noto. Viceversa rispetto al caso precedente, nello schema colore freddo, si utilizza la parte sinistra della “Ruota del Colore”. In questo caso la sensazione trasmessa è di calma, solitudine e distacco. Rispetto alla sensazione spaziale che restituisce, invece, si ottiene una percezione di distacco rispetto all’osservatore.

LA PERCEZIONE

Come ho già avuto più volte modo di dire nell'eBook "L'Occhio del Fotografo", la percezione che abbiamo di ciò che ci circonda attraverso la vista è quanto di meno oggettivo possa esistere. Forme, colori, luce sono fattori estremamente soggettivi. Ad esempio la percezione dei colori può essere influenzata da diversi fattori, più o meno quantificabili.

Le cause principali della mancanza di precisione della percezione visiva sono ad esempio:

- soggettività (fisiologia, psicologia o emozionalità dell'osservatore)
- variabili ambientali
- metamerismo
- contrasto acromatico simultaneo

SOGGETTIVITÀ

I fattori che coinvolgono la soggettività dell'osservatore comprendono, ad esempio, aspetti e caratteristiche fisiche dell'individuo. Una particolare predisposizione di coni e bastoncelli, i fotorecettori presenti nell'occhio umano, a percepire particolari sfumature piuttosto che altre sono un esempio. Anche fattori psicologici o emozionali ci possono portare a percepire in modo diverso i colori in rapporto alla nostra stanchezza, al nostro grado di nervosismo o di fretta. Da non sottovalutare sono anche le preferenze cromatiche dei singoli individui che, alle volte, possono influenzare in modo palese la percezione.

VARIABILI AMBIENTALI

Dal punto di vista ambientale il fattore più influente è sicuramente l'illuminazione disponibile quando si valuta un colore. Luci di tipo differente per intensità e temperatura colore producono una percezione del colore differente. Ad esempio la luce del sole, una sorgente luminosa ad incandescenza (lampadina) o a fluorescenza (tubo al neon), creano tutte una percezione differente nell'osservatore. Non ti è mai capitato di scegliere un ambito in un negozio e di vederlo diverso alla luce del sole? La cosa è assolutamente normale e dipende dalle differenze intrinseche delle fonti luminose.

METAMERISMO

Il metamerismo è un interessantissimo fenomeno fisico che consiste nel vedere in modo differente due colori a seconda della fonte luminosa che li colpisce. Si definiscono metamericici quei colori che appaiono

identici se osservati sotto una certa sorgente luminosa, mentre appaiano distinti sotto una sorgente luminosa diversa. Spesso si tratta di tinte con pigmenti cangianti. Spesso si osserva questo fenomeno nelle moderne vernici per il settore automotive. I colori metamericici sono anche i più difficili da rendere fotograficamente e rappresentano una grande sfida per ogni fotografo.

CONTRASTO ACROMATICO SIMULTANEO

Il contrasto acromatico simultaneo è un fenomeno che si verifica quando vediamo contrapposti certi colori rispetto ad altri che ne alterano le caratteristiche percettive. Ad esempio un colore posto in una campitura di colore Giallo sarà percepito diversamente rispetto al medesimo colore posto in campo bianco oppure blu. Prova, ad esempio, ad osservare la medesima fotografia su un passepartout di colore Bianco o Nero. Malgrado

l'immagini sia la stessa, la percezione che ne avrai sarà sostanzialmente differente!

Spesso diamo per scontato che la nostra percezione personale del colore sia corretta e univoca, ma un atteggiamento di questo tipo è quanto di più errato si possa avere. Spesso ci si dimentica dei fattori che ho elencato sopra e crediamo di poterci sostituire agli strumenti di misura preposti alla misurazione reale ed oggettiva del colore come i colorimetri e gli spettrofotometri indispensabili rispettivamente per effettuare misurazioni negli spazi colore **SOTTRATTIVI** (CMYK) e **ADDITIVI** (RGB). Questi strumenti sono ad esempio fondamentali per avere un feedback sicuro sui colori in stampa o per la corretta profilatura degli schermi dei computer (che affronteremo più avanti).

I METODI COLORE

Come abbiamo già visto in precedenza sia la grande soggettività della percezione nel colore che la variabilità delle condizioni ambientali e di contesto rendono estremamente difficile stabilire e comunicare con precisione quale colore si desidera o si sta considerando. A queste difficoltà si aggiunge la natura spiccatamente qualitativa, difficilmente “quantizzabile” del colore rendendo estremamente complesso descriverne le caratteristiche in modo univoco. Come fotografo mi capita spesso di parlare di colore durante una produzione e magari capita che mi riferisca in maniera generica ad una specifica nuance di colore semplicemente con il termine rosso, sicuro che chi è intorno a me sia in grado di comprendere cosa intendo semplicemente per il fatto che

appartiene al mio stesso contesto. Ma immagina di essere completamente estraneo al contesto. Se ti parlo di rosso... a cosa pensi? Pensi che quello che ti sovviene sia lo stesso rosso a cui stavo pensando io in quel momento? Ovviamente riferirsi in maniera certa e univoca a un colore senza un sistema di riferimento, un'unità di misura o un contesto tabellare (pensa ai riferimenti Pantone ad esempio) è impossibile.

I metodi colore sono degli schemi standardizzati il cui compito è classificare il colore in base a criteri fisici o di composizione, per poter fissare una base comune descrittiva certa che permetta di comunicare ad altri un colore desiderato o osservato. Si tratta di modelli particolarmente utili in tutti quei contesti in cui il colore è uno strumento di lavoro come la grafica, l'editoria, la multimedialità e ovviamente la fotografia. La scelta del metodo colore da utilizzare varia in virtù del tipo di lavoro che si sta affrontando e, naturalmente, esistono dei sistemi per passare da un metodo colore all'altro in modo da rispettare le caratteristiche e la "consistenza" delle informazioni sul colore. Credo proprio che questa capacità di migrare da un metodo colore all'altro, conservando la "qualità" del colore, sia la cosa

più importante per ogni fotografo. Oltre a tutto ciò, la coerenza del colore nel corso del workflow è quello che permette di avere sempre e comunque i risultati ricercati sul colore dallo scatto alla stampa. Vediamo di seguito i quattro principali metodi colore e le loro caratteristiche.

Abbiamo già trattato in precedenza due dei principali metodi colore: RGB e CMYK. Questi due metodi colore sono forse i più noti e utilizzati nel mondo della grafica professionale anche perché consentono di ottenere la maggiore somiglianza al modo con cui percepiamo il colore: i coni, le cellule adibite alla percezione del colore nei nostri occhi sono di tre tipi, ognuno dei quali specializzato nel percepire una specifica frequenza luminosa del Rosso, del Verde e del Blu.

Il metodo colore **ADDITIVO** RGB è utilizzato principalmente in periferiche di visualizzazione o acquisizione immagine emissive, quali televisione, monitor e scanner, ma è totalmente inadatto a descrivere colori in stampa, dove invece occorre utilizzare il modello **SOTTRATTIVO** CMYK.

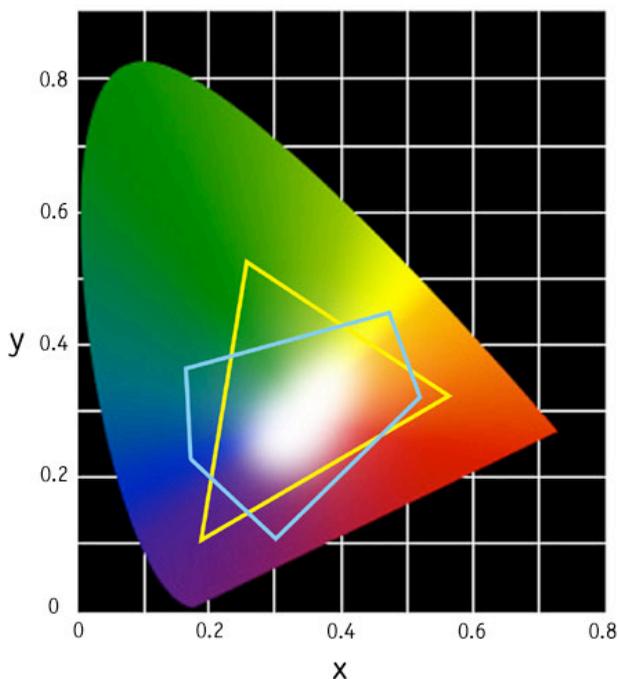
Come già notato in precedenza, ma è utile ribadirlo, tra i metodi colore RGB e CMYK sussiste una relazione diretta tra i colori primari del secondo e i colori secondari del primo.

Viceversa i colori primari RGB non sono altro che i colori secondari CMYK. Tuttavia la corrispondenza tra i due modelli non è mai perfetta, a causa delle differenze di intervallo di colori rappresentabili. L'intervallo di colori rappresentabile da ciascun metodo colore è noto con il nome di **GAMUT**. La differenza di **GAMUT** tra i vari metodi colore è dovuta alla effettiva differenza fisica nel modo con cui questi colori si creano, cioè per addizione di energia gli uni, per sottrazione e riflessione della luce gli altri. Oltre che essere caratteristica peculiare di ogni metodo colore, il **GAMUT** è anche sempre diverso e unico per ogni singola periferica. Ogni fotocamera e ogni monitor hanno un loro **GAMUT** caratteristico.

Come anticipato, questo aspetto è alla base del problema più sentito nel trattamento delle immagini mediante tecnologie digitali, destinate al mondo dell'editoria, delle arti grafiche e comunque della stampa. La maggior parte della lavorazione avviene nello spazio colore RGB. Considerando il fatto che si utilizzano fotocamere digitali, scanner, monitor, tuttavia il risultato finale sarà giocoforza realizzato con uno spazio colore che è diverso da RGB e cioè il CMYK, dovendo

ovviamente avvenire mediante la stesura di pigmenti su un materiale come la carta.

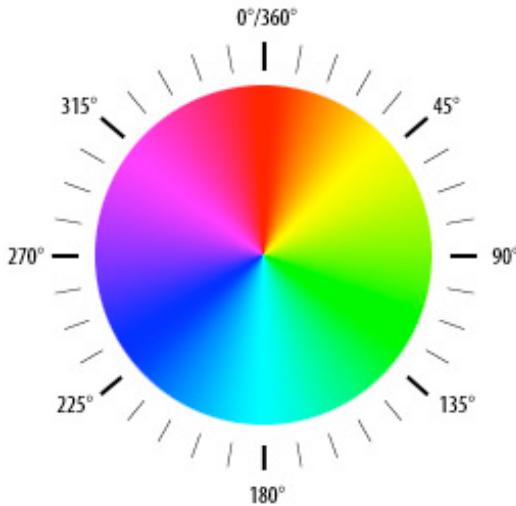
A questo scopo sono state create delle tecnologie note con un acronimo inglese sotto il nome di “Color Management Systems” (più brevemente CMS), il cui scopo è proprio quello di preservare il più possibile i colori rappresentati in RGB con i colori CMYK. Alcuni colori RGB, tuttavia, non sono ottenibili mediante CMYK e viceversa, essendo il **GAMUT** dei due metodi colore molto simile per estensione, ma estremamente differente per posizionamento nello spettro del visibile.



Vedremo più avanti in dettaglio l'estrema importanza dei CMS nella gestione del nostro workflow di lavoro.

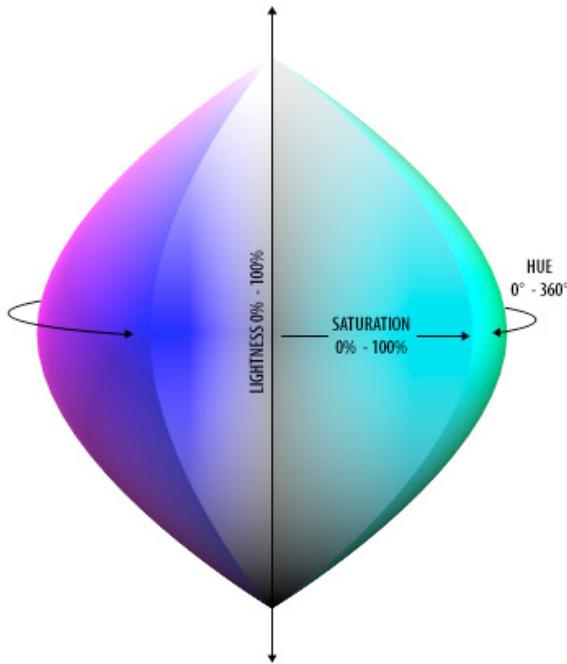
Il metodo colore HLS è un sistema per definire il colore alternativo ai due visti in precedenza. All'interno di questo metodo colore ogni colore viene descritto attraverso tre parametri fondamentali: la Tinta, la Luminanza e la Saturazione. Agli anglosassoni gli acronimi piacciono molto, tanto che si suole dire abbiano un acronimo per tutto! Anche in questo caso il nome del metodo non è altro che un

acronimo delle prime lettere componenti le tre parole inglesi che definiscono i tre parametri fondamentali: Hue, Luminance e Saturation (HLS).



I valori HLS possono essere rappresentati graficamente con un grafico circolare che ricorda da vicino la “Ruota del Colore”, ma che non deve essere assolutamente confuso con essa, visto che il posizionamento dei colori risulta essere differente. La Tinta definisce il colore vero e proprio, ad esempio il Rosso piuttosto che il Blu o il Giallo. I valori della Tinta partono dal Rosso e sono distribuiti in una

circonferenza, ordinata da 0°(Rosso) a 360°(sempre Rosso), passando attraverso Verde, Blu, e tutti i colori intermedi che ben conosciamo. La Saturazione indica invece quanto la Tinta si discosti rispetto al grigio neutro. Si tratta in questo caso di un valore percentuale, dove lo 0% indica nessuna saturazione (si tratta cioè di un colore perfettamente neutro,



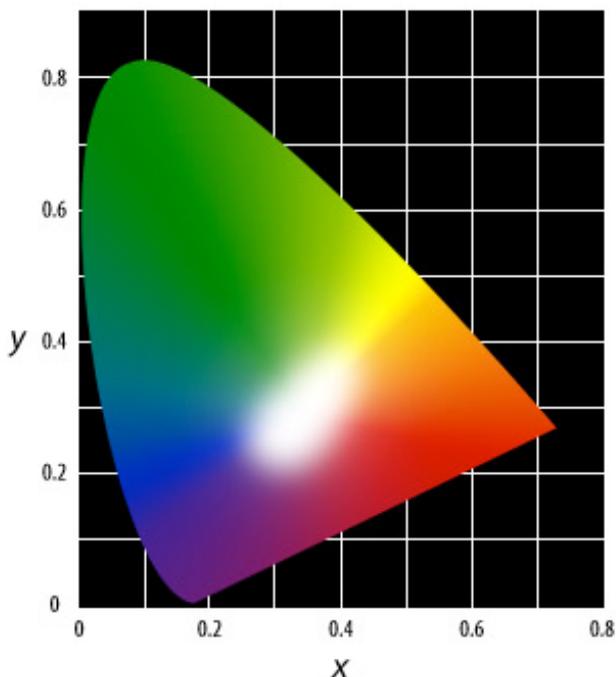
o grigio), mentre 100% indica la massima saturazione, cioè un colore assolutamente puro privo di qualsiasi aggiunta di altre componenti che lo portino a diventare neutro. La Luminanza

indica il livello di illuminazione presente nel colore. Anche in questo caso si tratta di un valore percentuale dove 0% il nero (vale a dire la totale assenza di luce) per arrivare fino al 100% che rappresenta la piena illuminazione (fino a far apparire il colore praticamente bianco).

Ultimo metodo colore, ma non certo per importanza è il CIE LAB. Si tratta di uno standard di crescente importanza nel mondo della grafica soprattutto in virtù del fatto che riesce a essere completamente indipendente, nella definizione del colore, dalla tecnologia colore adottata. Questo spazio colore è stato elaborato dalla Comission International de l'Eclairage (CIE, Commissione Internazionale sull'Illuminazione), e si fonda sul principio che la maggior parte degli stimoli visivi di colore appartengano sempre ad alcune categorie in opposizione. Mettendo la cosa in altri termini, questo significa che un colore non può ad esempio essere contemporaneamente verde e rosso o contemporaneamente giallo e blu.

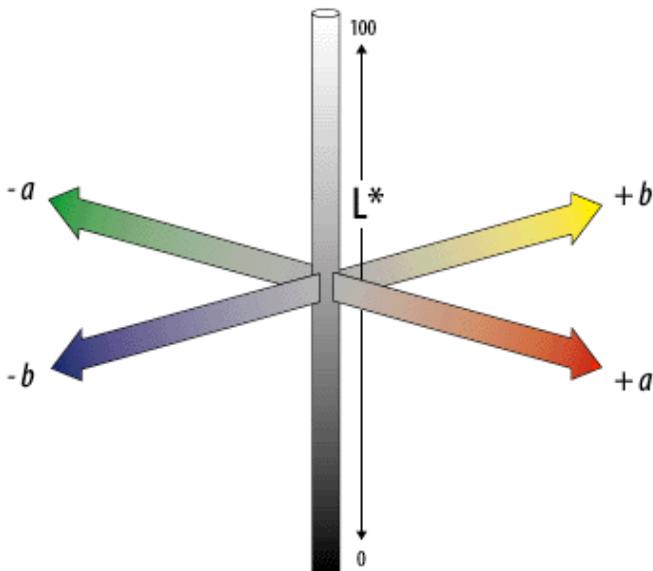
Anche lo spazio colore CIE LAB può essere rappresentato attraverso un grafico su tre assi. Visto nella sua rappresentazione tridimensionale assomiglia un po' ad una grossa balena multicolore. Questa immagine non è molto

comune, infatti siamo più abituati a vederlo rappresentato come una sezione bidimensionale del grafico 3D. In questa forma appare come una specie di triangolo storto con gli angoli smussati che, personalmente, mi riporta sempre alla memoria il simbolo della flotta stellare di StarTrek!



In CIE LAB il colore viene pertanto descritto su tre assi: l'asse L della Luminanza, del tutto simile a quello utilizzato

nel metodo colore HLS, e su due ulteriori assi (**a** e **b**) ciascuno divisi in due semiassi, uno negativo e uno positivo. Sull'asse **a+** sono indicate le quantità di Rosso, mentre sull'asse **a-** le quantità di Verde (il colore primario opposto); sull'asse **b+** vengono invece indicate le quantità di Giallo, e sul **b-** quelle del Blu. Incrociando le coordinate rispetto all'asse **a** e all'asse **b**, ed assegnando un valore di Luminanza, è possibile descrivere, con questo metodo colore, qualsiasi tonalità di colore appartenente allo spettro del visibile umano.



GESTIONE DEL COLORE

Ora che abbiamo fatto un po' di chiarezza sulle tematiche legate alla percezione del colore e approfondito come esso possa essere schematizzato e reso misurabile vediamo come è bene gestire il nostro workflow in modo che i colori siano esatti e consistenti dall'inizio alla fine del processo.

La prima difficoltà che dobbiamo affrontare nella gestione del colore è fisiologicamente intrinseca nella natura umana: l'accoppiata occhio-cervello non possiede memoria del colore. Cosa significa? Se prima vediamo un'immagine sul display della nostra fotocamera e, a distanza di qualche minuto vediamo nuovamente la medesima immagine stampata o su un monitor diverso, non saremo in grado di percepirne le differenze cromatiche. Ci rimane perfettamente impressa

l'immagine, ma non abbiamo la capacità di ricordare in modo discreto le informazioni sul colore. L'unico modo che abbiamo, anche se sicuramente poco preciso, per fare combaciare il colore di due immagini ad esempio su due diversi monitor è il confronto diretto.

Comunque anche se riuscissimo a fare combaciare l'aspetto di due immagini su due monitor diversi applicando settaggi differenti, quale delle due immagini sarebbe quella giusta? Cosa otterremmo stampando tali immagini? Ovviamente stampando le due immagini sulla stessa stampante (o macchina da stampa, o minilab, ecc.) otterremmo due risultati differenti e probabilmente nessuna delle due fotografie ottenute in questo modo empirico risulterebbe conforme all'immagine che vedevamo sul monitor!

Cerchiamo di capire le cause di questo fenomeno per poi vedere assieme anche la soluzione al problema.

Le immagini digitali, con cui tutti i giorni abbiamo a che fare, nascono in formato RGB. Per ogni pixel, ogni punto, che compone la nostra immagine esiste una terna di valori che ci dice quanta luce per ciascuna componente colore è presente in quel punto. Normalmente trattiamo immagini con una profondità colore di 24bit, equivalenti a 8bit per ogni canale

colore. Questo significa che per ogni componente colore della nostra immagine potremo avere solo valori compresi tra 0 e 255 (con 8bit si possono rappresentare al massimo 2^8 valori. $2^8 = 256$). Un punto di colore Rosso puro avrà pertanto i seguenti valori:

R: 255 - G: 0 - B: 0

Un pixel di colore Giallo puro, invece, considerando il fatto che abbiamo imparato che il Giallo si ottiene miscelando Rosso e Verde avrà i seguenti valori:

R: 255 - G: 255 - B: 0

Come è possibile che, se questi valori sono noti e fissati l'immagine appaia diversa su monitor differenti? La ragione per cui assistiamo a questo fastidioso fenomeno è il **GAMUT**. Come abbiamo visto in precedenza il **GAMUT** varia da periferica a periferica ed è caratteristico per ognuna di esse. Non solo il **GAMUT** di un monitor è differente da quello di una fotocamera digitale, ma il **GAMUT** di un monitor è diverso da quello di un altro monitor. Ti faccio un esempio che credo sia chiarificatore riguardo la differenza di **GAMUT**

tra periferiche diverse. Sulla mia scrivania, collegati al mio MacPro, ci sono due monitor. I monitor sono della stessa marca, dello stesso modello e hanno numeri seriali non sequenziali, ma comunque distanziati solo di pochissime unità l'uno dall'altro. Il **GAMUT** dei due monitor è simile, ma sostanzialmente differente. Se non venisse applicata una correzione vedrei sui due monitor immagini con colori differenti! Pensa che anche il tempo influisce sul **GAMUT** delle periferiche e cambia, anche in modo consistente, durante il loro ciclo vitale.

Ogni periferica di visualizzazione o di stampa interpreta i dati dell'immagine in relazione al proprio **GAMUT** mostrando pertanto, se prendiamo ad esempio la terna di valori del Rosso puro, il "rosso più puro" che il suo **GAMUT** consenta di mostrare. Questo è ovviamente un comportamento inaccettabile perché fornisce valori diversi da periferica a periferica. Non si tratta nemmeno di una questione di qualità costruttiva, perché ogni periferica, anche se fabbricata con la più avanzata tecnologia e i migliori materiali presenterà comunque un **GAMUT** caratteristico. Visualizzare un'immagine su una periferica senza tenere conto del suo **GAMUT** è come fornire dei dati riguardanti una lunghezza o

un'ampiezza a un artigiano senza avere cura di specificare l'unità di misura utilizzata per raccogliere i dati.

Una volta, soprattutto nel mondo dell'editoria, l'approccio utilizzato per la conservazione del colore all'interno del processo di lavorazione delle immagini era quello di calibrare ogni singola macchina o strumento in modo che si adattasse al prodotto finito che si voleva avere. Ogni macchinario utilizzato nel processo di generazione delle immagini veniva "tarato" sulla base di ciò che sarebbe uscito in stampa. Un approccio di questo tipo, oltre che molto dispendioso in termini di tempo e denaro, era anche strettamente legato agli strumenti coinvolti nella lavorazione. Se anche solo uno strumento veniva sostituito o veniva a mancare l'intera catena si spezzava e la qualità del risultato non era garantita.

Con l'avvento delle tecnologie digitali, per ovviare a tutte queste problematiche, si è dovuto individuare uno spazio colore che potesse essere preso come riferimento. Lo spazio colore scelto a questo scopo è quello che il CIE ha definito in maniera certa e matematica nel 1931 che, come abbiamo già visto, è in grado di rappresentare ogni colore appartenente allo spettro del visibile umano: il LAB CIE.

Per portare a termine questa operazione sono stati creati appositi software, a cui ho accennato in precedenza, chiamati Color Management Systems o CMS. Grazie al CMS e all'associato Color Management Engine (CME) è possibile creare un profilo per ogni periferica sia essa di acquisizione (es. scanner) che di output (es. monitor).

Ogni moderno sistema operativo ha integrato al suo interno il proprio CME. Sotto Windows era noto con il nome di ICM (ora WCS), mentre nel mondo Mac si parla di ColorSync. Apple fece un'attività pionieristica nella gestione del colore tanto che da quasi 20 anni ColorSync è parte integrante del sistema operativo e lavora in modo silente per garantire l'uniformità del colore senza quasi che l'utente debba preoccuparsene. Microsoft arrivò ad una primitiva gestione del colore quasi 5 anni dopo Apple integrando ICM in Windows 2000. Solo con l'avvento di Windows Vista e l'introduzione di WCS però, il Color Management System di Microsoft è arrivato ad essere adatto ad un uso professionale evoluto.

Per aderire al sistema di gestione del colore, ogni periferica deve essere profilata (spesso si sente parlare di calibrazione anche se è formalmente scorretta come definizione) per

creare il profilo che determina la corrispondenza tra il **GAMUT** caratteristico del device e lo spazio colore CIE LAB. In questo modo si va a creare uno spazio colore dipendente dalla periferica che porta con se un riferimento ad uno spazio colore indipendente assoluto.

I profili colore (detti anche profili ICC) sono la base fondante del sistema di gestione del colore. Se analizzati in maniera attenta ci si accorge che sono normali file di testo che forniscono una semplice tabella di conversione tra il colore che la nostra periferica dovrebbe mostrare e il colore che effettivamente riesce a “rendere”.

R	G	B	➡	L	a	b
255	255	255	➡	100,00	0	0
255	255	240	➡	99,00	-2	7
...	➡
0	0	20	➡	1,00	2	-9
0	0	0	➡	0,58	0	0

Qualsiasi colore che non sia esplicitamente inserito nel file del profilo ICC viene ricreato in tempo reale dal CME interpolando i valori dei due colori più prossimi presenti. Tutte queste operazioni avvengono senza bisogno di nessun intervento da parte dell'utente, direttamente attraverso il sistema operativo.

SPAZI COLORE DI LAVORO

Per continuare a lavorare con la propria immagine e mantenere immutati i colori non solo quando si lavora con le proprie periferiche, ma anche quando si cambia computer o si affida il file a terzi, i profili colore non sono sufficienti. Non è cioè sufficiente avere una corretta gestione del colore tra le mura del nostro ufficio se non siamo in grado di assicurarci che anche al di fuori del nostro piccolo giardino zen il colore continui ad essere gestito al meglio.

Perché ciò avvenga è stato necessario trovare un modo per garantire che le immagini possano essere viste e modificate nel completo rispetto del colore anche in workflow complessi e che coinvolgono più attori. La conservazione del colore è assicurata se si incorpora nell'immagine uno spazio colore di

lavoro standardizzato e indipendente dalla periferica mantenendolo per tutta la durata del workflow. Questo spazio di lavoro è sempre più piccolo del LAB CIE, ma generalmente molto più ampio (per gamma cromatica rappresentabile) di quanto ciascuna nostra periferica sia in grado di mostrare. Le operazioni di conversione colore tra spazio colore di lavoro, periferica di visualizzazione e periferica di stampa, avvengono in modo istantaneo e trasparente per l'utente. Chi se ne occupa è il CMS integrato nel sistema operativo che basa le sue operazioni di transcodifica sui profili colore creati dall'utente per ciascuna sua periferica.

La scelta dello spazio colore di lavoro dipende in maniera sostanziale dall'uso che si vorrà fare dell'immagine stessa. Come buona norma, per la scelta, è consigliabile selezionare sempre uno spazio colore di lavoro più ampio rispetto ad uno più ristretto. In questo modo, durante la correzione cromatica e il fotoritocco, eviteremo di incorrere in sgradevoli perdite di informazioni sul colore soprattutto se le nostre operazioni verranno svolte su tonalità ai margini del **GAMUT** dello spazio colore di lavoro. Mantenendo lo spazio colore di lavoro più ampio possibile durante le fasi di editing ci

garantiremo una migliore qualità cromatica dell'immagine durante tutto il workflow. Al momento di finalizzare l'immagine per la stampa (o per la visualizzazione web) potremo poi scegliere di adottare uno spazio colore di lavoro più ristretto, tralasciando tutte quelle informazioni colore che comunque non sarebbero riproducibili dalla nostra periferica di output. Solo prima di andare in stampa, ad esempio è consigliabile effettuare la conversione verso uno spazio colore CMYK: tutto il processo di elaborazione dell'immagine e il fotoritocco è bene avvenga in RGB per evitare inutili perdite di informazioni sul colore.

I tre spazi colore di lavoro più comuni e diffusi sono, dal più piccolo al più vasto:

sRGB

Adobe RGB (1998)

ProPhoto RGB (o Wide Gamut RGB)

sRGB IEC-61966-2.1

Questo spazio colore è stato originariamente promosso da Microsoft, Hewlett Packard e altri produttori di personal computer. La vastità dello spazio colore si basa sulla qualità delle periferiche di visualizzazione che "l'utente medio"

potrebbe possedere. È lo spazio colore predefinito per tutti i browser web ed è anche quello con la minore estensione. Se hai modo di scegliere uno spazio colore di lavoro diverso per le tue periferiche o per la tua fotocamera digitale fallo immediatamente: le tue immagini ne gioveranno sicuramente! Nonostante sia un po' il minimo comune denominatore di tutti i **GAMUT** delle periferiche possibili e pertanto offra una scarsa varietà tonale è sicuramente la migliore scelta per finalizzare le tue immagini, al termine della post-produzione, per la visualizzazione su Internet. Questo perché ti assicurerà una visualizzazione ottimale dei colori su monitor di bassa qualità o comunque in ogni caso in cui la destinazione d'uso dell'immagine non è nota a priori. Al contrario è assolutamente la scelta peggiore che si possa fare per finalizzare un'immagine per la stampa.

Adobe RGB (1998)

Adobe ha creato questo spazio colore di lavoro e lo raccomanda come standard per tutte quelle immagini che al termine del processo di lavoro dovranno essere convertite in CMYK per la stampa. Comprende circa il 50% dello spettro visibile umano e rappresenta un grandissimo balzo in avanti rispetto a sRGB soprattutto per quanto riguarda le sfumature

di Ciano e Verde (due dei colori ai quali l'occhio umano è più sensibile). Probabilmente sarà presto riconosciuto come standard da ISO ed è quasi universalmente utilizzato in quanto offre il miglior compromesso tra qualità e ampiezza del **GAMUT**. Normalmente è lo spazio colore che dovresti avere impostato sulla tua fotocamera!

ProPhoto RGB (o Wide Gamut RGB)

Questo spazio colore ha un **GAMUT** molto ampio tanto da includere una grossa quantità di colori che la maggior parte delle stampanti non riescono a stampare e la maggior parte dei monitor non riesco a visualizzare (fuori **GAMUT**). Ha un **GAMUT** adatto per la produzione di materiale fotografico professionale o FineArt.

Vista l'ampiezza dello spazio colore è consigliabile adottarlo per lavorare solo con immagini con 16bit per canale (immagini a 48bit) come quelle ottenibili attraverso una conversione da RAW a TIFF impostando, ad esempio Lightroom, alla massima qualità possibile. Uno spazio colore così ampio è assolutamente esagerato per gli utilizzi di tutti i giorni ed è consigliabile solo in produzioni dove la qualità finale è un "must" e si ha la certezza di utilizzare strumenti di altissima qualità per la stampa.

INTENTI DI RENDERING

Quando convertiamo i colori passando da uno spazio colore più ampio ad un altro spazio più ristretto (è il caso delle conversioni da Adobe RGB 1998 a sRGB per la pubblicazione sul web) può succedere che alcuni dei colori presenti in origine si rivelino essere fuori **GAMUT** nello spazio di destinazione. Cosa avviene in questo caso visto che tali colori non sono più in alcun modo rappresentabili?

Quando avviene una trasformazione come quella appena descritta occorre che i colori siano rimappati dal **GAMUT** di partenza a quello di destinazione.

Il CME sarà costretto a modificare alcuni colori per fare in modo che siano ugualmente visibili e mantenendo al contempo la coerenza del colore. Per ottenere questo risultato

sono state definite, nel tempo, quattro diverse tecniche note come **Intenti di Rendering**.

Percettivo

Saturazione

Colorimetrico Relativo

Colorimetrico Assoluto

INTENTO DI RENDERING PERCETTIVO

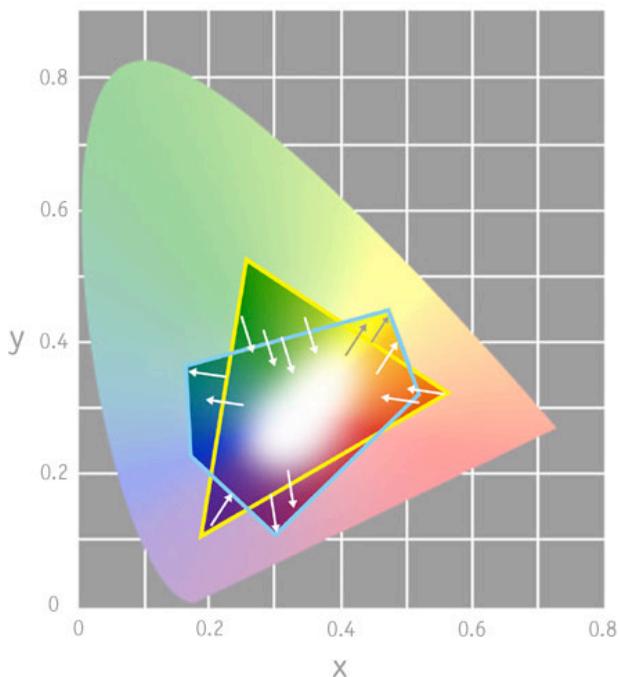
Con questo intento di rendering l'intero **GAMUT** dell'immagine originale viene compresso fino a quando arriva ad essere perfettamente inscritto nell'area del **GAMUT** dello spazio colore di destinazione.

Utilizzando questo metodo per la conversione del colore, si mantengono costanti le relazioni e le differenze tra i singoli colori dell'immagine, ma il colore non viene conservato in maniera esatta. Il **GAMUT** viene "compressso" e si può assistere a una deriva del colore soprattutto se le differenze tra i due spazi colore sono consistenti. Nonostante il risultato finale possa apparire piacevole e corretto, il mantenimento della correttezza colore non è assicurato.

Questo intento di rendering ha l'innegabile vantaggio di non "tagliare" nessun colore: viene trovato uno spazio per tutti i

colori originali indipendentemente dal **GAMUT** di destinazione. Tale operazione evita che si generino effetti cosiddetti di “banding” dei colori (come forse ti sarà capitato di vedere, ad esempio, nei cieli blu molto saturi).

L'intento di rendering percettivo è solitamente utilizzato in tutte quelle immagini dove la correttezza cromatica esatta non è essenziale come, ad esempio la fotografia di paesaggio e le immagini dove la creatività ha il sopravvento sull'aderenza al reale.

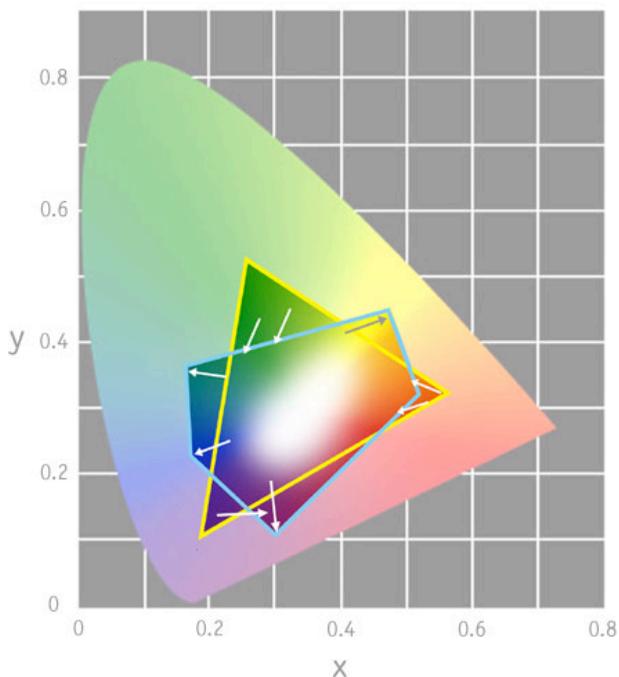


Lo scopo per cui questo intento di rendering è stato creato è quello di preservare le relazioni tra i colori in modo che il cambiamento sia percepito piacevolmente dall'occhio umano, nonostante i colori siano alterati.

Utile per immagini fotografiche dove l'aderenza del colore alla realtà sia marginale

INTENTO DI RENDERING SATURAZIONE

L'intento di **rendering saturazione** preserva la saturazione relativa dei pixel nel passaggio da un **GAMUT** all'altro a spese della tinta e della luminanza. Questo intento di rendering è **ASSOLUTAMENTE SCONSIGLIATO** per qualunque impiego nel mondo della fotografia, ma può essere utilizzato con successo per la conversione colore di immagini grafiche al tratto o presentazioni grafiche dove si debba dare grande risalto alla saturazione dei colori e l'aderenza al reale sia totalmente trascurabile.



Tutti i colori vengono trasformati in modo da apparire al massimo grado di saturazione possibile all'interno del **GAMUT** di destinazione. Questo metodo consente di ottenere colori molto vividi, ma senza alcuna garanzia di accuratezza.

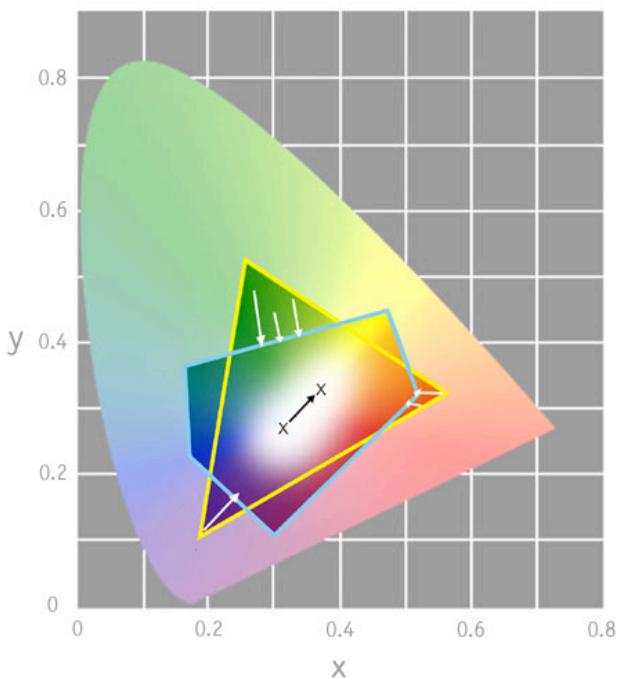
Utile per immagini grafiche o business graphics

INTENTO DI RENDERING COLORIMETRICO RELATIVO

L'intento di rendering colorimetrico relativo lascia completamente invariati i colori presenti nell'intersezione tra il GAMUT di partenza e quello di destinazione. I colori che invece cadrebbero nella zona fuori dallo spazio colore di destinazione vengono convertiti nei colori più simili presenti all'interno del GAMUT. Questo metodo, nonostante lasci invariata la stragrande maggioranza dei colori presenti nelle immagini, può causare una perdita di alcuni toni nelle zone ai limiti del GAMUT.

La tipica zona di un'immagine, dove può essere visibile questo comportamento, è nell'area del cielo: utilizzando un intento di rendering colorimetrico, i colori fuori GAMUT vengono trasformati nel più prossimo colore all'interno della gamma cromatica di destinazione causando spesso uno sgradevole effetto di banding o rendendo il cielo molto più "piatto". Con l'intento di rendering colorimetrico relativo il punto di bianco e il punto di nero vengono traslati nei rispettivi punti equivalenti del nuovo spazio colore garantendo che i toni grigi medi rimangano tali e non abbiano percepibili dominanti (anche se questo causa una lievissima deriva del colore nei toni medi). Nonostante l'intento di

rendering colorimetrico relativo sia pronò al rischio di banding e perdita di informazione colore è in assoluto il metodo di conversione colore più accurato se usato da mani esperte che sanno capire in quali situazioni le lieve deriva dei toni medi e la perdita dei toni fuori **GAMUT** sono accettabili o, magari, suscettibili a correzioni in fase di postproduzione.



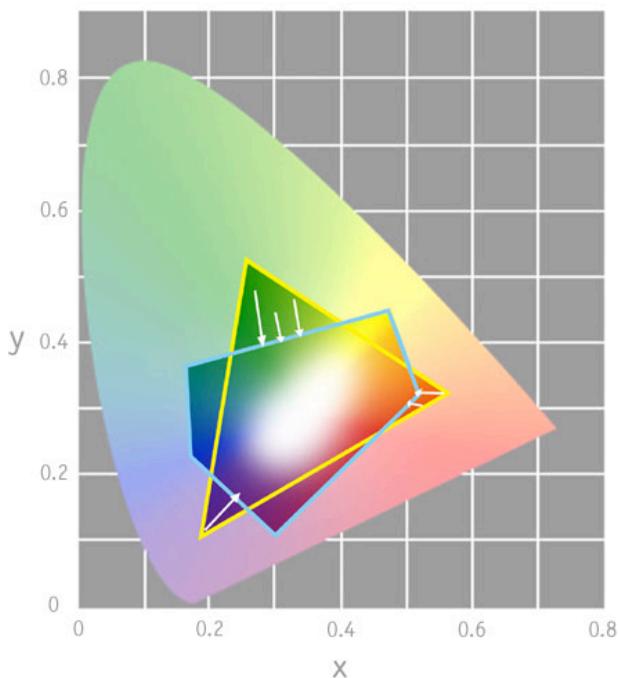
Come vedremo tra poche righe per il colorimetrico assoluto, anche in questo caso i colori fuori GAMUT vengono traslati verso i più prossimi colori all'interno dello spazio colore preservando totalmente tinta e luminanza, ma sacrificando un poco la saturazione. In questo intento di rendering si procede anche ad un aggiustamento del punto di bianco e del punto di nero per preservare la neutralità dei grigi.

Utile per immagini fotografiche dove si sia certi che solo pochi colori siano al di fuori del GAMUT. Questo intento di rendering è spesso la scelta degli esperti del colore.

INTENTO DI RENDERING COLORIMETRICO ASSOLUTO

Questo intento di rendering lavora in modo pressoché identico a quello “relativo” descritto poco sopra. Unica differenza è che non avviene alcun aggiustamento sul colore o sul punto di bianco e nero: tutti i colori che sono compresi nel GAMUT di destinazione vengono lasciati invariati. I colori fuori dallo spazio di destinazione vengono rimappati esattamente all'ultimo colore disponibile sul confine del GAMUT dello spazio colore finale.

Questo intento di rendering è ideale quando la coerenza e la preservazione del colore sono essenziali. In questa schiera di casi si possono ricordare tutte le situazioni dove un logo aziendale deve mantenere esattamente il suo aspetto o le immagini di moda dove le cromie dei tessuti sono fondamentali.



I colori vengono lasciati perfettamente immutati. I colori fuori dal GAMUT vengono trasformati nel colore più prossimo all'interno del confine dello spazio colore. Questo porta ad avere certi colori ai limiti del GAMUT che diventano identici nonostante nello spazio di partenza fossero differenti. Nessun aggiustamento sui toni medi.

Intento di rendering adatto in tutte quelle situazioni dove l'accuratezza del colore è fondamentale e imprescindibile.

Ricorda sempre di convertire gli spazi colore per passare dall'uno all'altro. Mai sostituire un profilo colore ad un altro senza effettuare la conversione. Senza uno spazio colore di riferimento o un profilo colore di riferimento ogni informazione sul colore nelle tue immagini diventerebbe un numero puro senza alcuna connessione con il "reale". Sostituire un profilo colore o assegnarlo in modo arbitrario invece che convertirlo con l'adeguato intento di rendering significa distruggere ogni informazione sul reale colore delle tue immagini.

CONCLUSIONI

Eccoci arrivati al termine del nostro viaggio all'interno del mondo del colore.

Abbiamo imparato assieme come la luce si comporti e come noi la percepiamo. Soprattutto abbiamo concentrato la nostra attenzione sul colore e le differenze tra spazi colore ADDITIVI (RGB) e SOTTRATTIVI (CMYK). Questa differenziazione ci ha permesso finalmente di apprezzare le caratteristiche peculiari della luce e del colore emessi da un monitor e i colori che vediamo stampati su carta. Abbiamo stabilito una ragione scientifica (anche se la trattazione non è stata poi così tecnica! Non me ne vogliano i miei amici fisici!!!) per cui i colori appaiono in modo differente se stampati.

Dopo aver definito cosa fosse la temperatura colore abbiamo stilato un breve elenco dei più comuni valori che è bene tenere a mente. Sono così importanti che credo valga la pena ribadirli ancora una volta:

Piena ombra = 7000K

Flash = 6000K

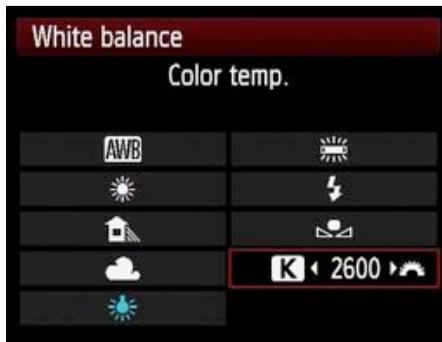
Nuvolo = 6000K

Luce diurna = 5250K

Luce a fluorescenza (Neon) = 4000K

Luce al tungsteno (lampadine a incandescenza) = 3200K

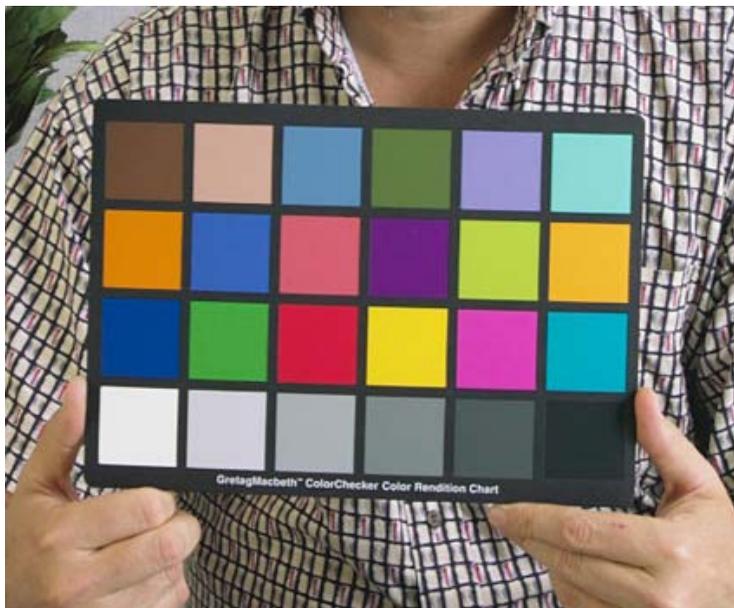
Spesso questi valori si trovano schematizzati attraverso delle icone sulle macchine digitali. Ecco, ad esempio quelle utilizzate sulle macchine Canon.



Abbiamo fatto anche un piccolo excursus storico sulla storia alla base della Teoria del Colore classica, soprattutto per poter introdurre la Ruota del Colore. Come dicevamo si tratta di un metodo ormai superato per la definizione del colore, ma in alcuni casi risulta molto utile. Ricorda che se vuoi dare maggiore tridimensionalità ai tuoi scatti fotografici puoi usare il colore a tuo vantaggio. Se riuscirai a isolare colori freddi sullo sfondo e mantenere colori caldi per il soggetto, come ci insegna la Ruota del Colore, riuscirai a dare l'impressione di maggiore profondità. Viceversa con un soggetto caratterizzato da colori freddi e uno sfondo dai toni caldi otterrai una minore sensazione di spazialità.

Questo ci ha fatto capire anche quanto sia facile ingannare il nostro occhio e quanto sia "personale" la nostra percezione del colore. Abbiamo imparato quanto sia importante avere dei riferimenti numerici sicuri oppure degli strumenti che possano misurare in modo certo e sicuro la luce e il colore intorno a noi. Ricorda di profilare spesso il tuo monitor per essere sicuro che i colori che ti mostra siano quanto più possibile aderenti al reale. Ti consiglio anche di utilizzare una tabella color-checker ogni volta che inizi un lavoro

fotografico o all'inizio di ogni sessione di scatto. In questo modo ti porterai a casa un riferimento certo del colore presente sulla scena nelle condizioni di luce in cui l'hai scattata.



Credo ti possano essere utili anche questi tre valori se vorrai avere un riferimento colore per il colore della pelle umana:

Color pelle bianca

18 Ciano - 45Magenta - 50Giallo - 0Nero

Color pelle orientale

15Ciano - 40Magenta - 55Giallo - 0Nero

Color pelle nera

35Ciano - 45Magenta - 50Giallo - 28Nero

La pelle umana è una delle cose più complesse da ritoccare (Ti ricordo che il mio amico Simone Poletti ha realizzato un meraviglioso tutorial a questo proposito. Ovviamente lo trovi su www.fotografiaprofessionale.it) e avere dei riferimenti colore certi può essere prezioso!

Credo però che la parte in assoluto più importante di questo testo sia quella relativa alla gestione del colore. Spero di averti trasmesso con sufficiente “vigore” quanto sia importante prestare attenzione nella gestione del colore. Abbiamo scoperto assieme quali siano gli spazi colore di lavoro e quali utilizzare. Ti rammento, se ancora non l’avessi fatto, di tenere bene a mente lo spazio colore di lavoro Adobe RGB (1998). Questo è infatti la scelta da effettuare quasi

sempre per essere sicuri di avere nelle tue immagini lo spazio colore di lavoro corretto. Ricordati di impostarlo come predefinito in Photoshop e anche nella tua fotocamera.

Un ultimo suggerimento prima di lasciarti alla gestione del colore delle tue immagini... Ricordati di convertire sempre i riferimenti colore delle tue immagini utilizzando l'intento di rendering più adatto. Se vuoi essere totalmente certo che i colori siano mantenuti nella conversione, ricorda di utilizzare l'intento di rendering colorimetrico assoluto. Soprattutto credo sia importantissimo ricordare che è sempre bene mantenere gli spazi colore che ci arrivano allegati alle immagini da altri. Se nel tuo workflow non fossero adatti, convertili, ma evita assolutamente di sostituirli! Sostituire un profilo colore in un'immagine equivale a cambiare l'unità di misura del colore. Sarebbe come se ti dessero un foglio con delle misure in pollici, per realizzare una scatola, e tu decidessi, senza convertirle, che quelle misure fossero in centimetri... Il prodotto risultante sarebbe enormemente diverso!!!

Spero che tu abbia trovato interessante la lettura e, anche se già eri ferrato in materia, tu abbia trovato nuovi spunti

interessanti per migliorare. Spero soprattutto che tu ti sia divertito a leggere questo libro, tanto quanto io mi sono divertito nel scriverlo.

Ciao e buone foto!

La Teoria del Colore

Versione 1.0 del 12 Aprile 2011