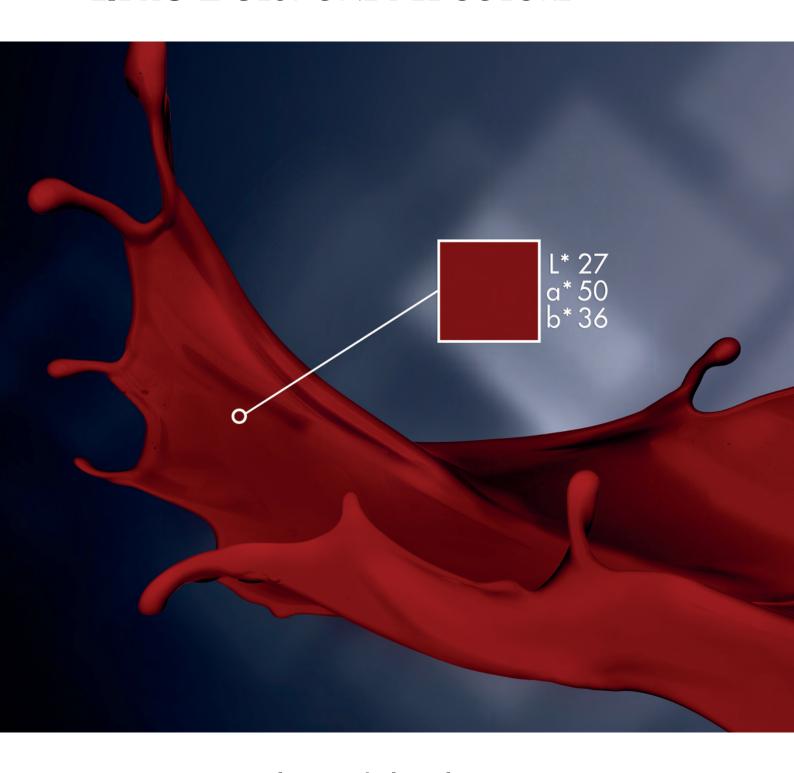
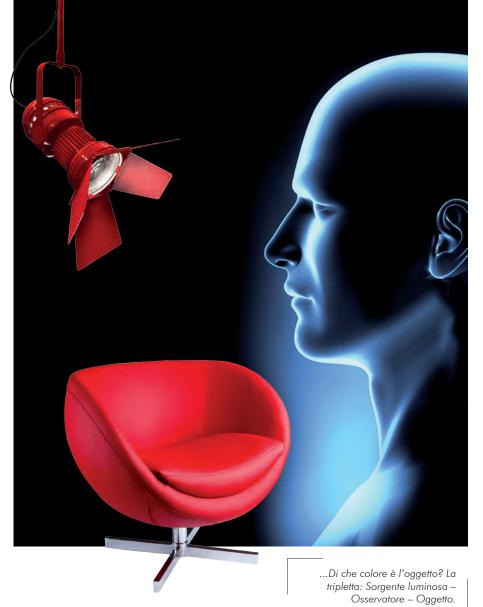
LIBRO 2 GESTIONE DEL COLORE



La tripletta del colore Sorgente luminosa – Osservatore – Oggetto

<u>datacolor</u>





Una sorgente luminosa, un oggetto, due osservatori! Interpretazione significa: Ognuno vede nella sua testa e a suo modo.

Capitolo 5

La tripletta

Gli elementi della tripletta

Siamo circondati da colori. Dovunque guardiamo percepiamo dei colori. Ma cos'è davvero il colore?

Il colore non è una proprietà fisica degli oggetti, ma un'interpretazione delle percezioni degli occhi tramite la corteccia cerebrale.

La materia che vediamo non ha alcun colore. Possiede solo la proprietà di lasciar passare o riflettere la radiazione elettromagnetica. Solo una piccola parte della radiazione riflessa e lasciata passare può essere percepita dall'occhio umano: la luce.

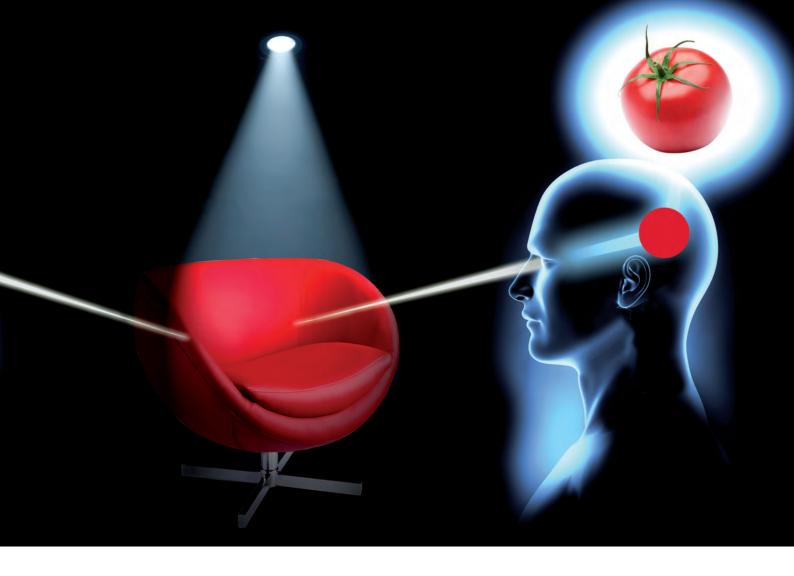
Il colore è dunque una radiazione elettromagnetica (luce) che viene riflessa o lasciata passare (trasmessa) da una materia (oggetto) e percepita e interpretata dall'uomo (osservatore).?

Ciò significa: Quando nasce un colore ci sono sempre tre cose:

- una sorgente luminosa
- un oggetto
- un osservatore

Se anche solo uno di questi elementi non è presente, non è possibile alcuna impressione cromatica (per i colori corporei).

Le impressioni sensoriali sono soggettive, ogni persona percepisce i colori in modo diverso. Fattori fisici, fisiologici e psicologici influenzano la percezione. Una persona quindi può percepire in modo diverso lo stesso colore ad esempio a seconda del suo umore. E quindi si pone la domanda: La valutazione visiva da parte di un osservatore umano si può esprimere in valori numerici oggettivi?

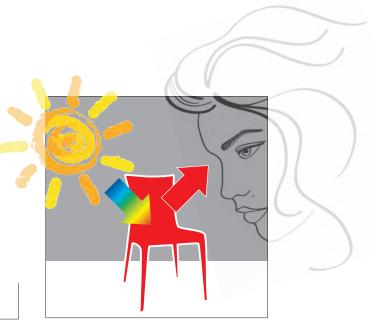


Questo è esattamente l'obiettivo della colorimetria!

La sfida a tale proposito è di standardizzare l'interpretazione umana dei colori sulla base dei tre elementi coinvolti: sorgente luminosa, oggetto e osservatore.

Analizziamo meglio i tre elementi della cosiddetta tripletta.

l tre elementi della tripletta: Sorgente luminosa – Oggetto - Osservatore.



Isaac Newton caratterizzò sette tonalità cromatiche di base prendendo come modello la musica.

Capitolo 6

La luce – Le sorgenti di luce

L'interazione di luce e materia

Nel 1666 il fisico Isaac Newton fece degli esperimenti con la luce solare bianca. In un giorno di sole generò un raggio di luce attraverso un foro nelle persiane (diaframma). Lo puntò verso un prisma di vetro e intercettò su uno schermo la banda luminosa creata. Osservò a questo punto che la luce si era

suddivisa in diversi colori, identici a quelli dell'arcobaleno. Fino ad allora si presumeva che per generare un raggio di luce colorata fosse necessario aggiungere del colore alla luce solare bianca. Newton tuttavia comprese correttamente che i singoli colori sono parti integranti della luce del giorno.

Per escludere che fosse il prisma ad aggiungere colori al raggio di luce, Newton separò le singole parti dello spettro cromatico e li fece passare attraverso un altro prisma. Questi

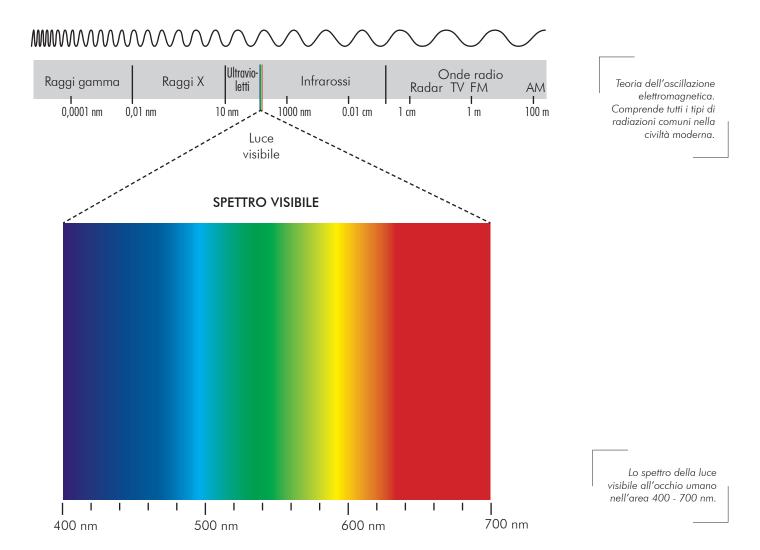


Nel 1666 il fisico Isaac Newton fece passare la luce solare bianca attraverso un prisma. Il raggio di luce venne diviso nelle sue componenti e ne derivò uno spettro cromatico. raggi di luce vennero separati dal prisma, ma il colore non cambiò. Il suo esperimento mostrò anche che i colori dello spettro sono già contenuti nella luce solare bianca.

indaco

Dopo innumerevoli esperimenti Newton caratterizzò le tonalità cromatiche di base violetto, indaco, blu verde, giallo, arancione e rosso.

Successivamente numerosi scienziati provarono che i raggi di luce sono onde elettromagnetiche come ad esempio i raggi X e le onde radio. Possono essere definiti in base al numero di oscillazioni al secondo, quindi con la frequenza in Hertz, o in base alla loro lunghezza d'onda. Fino ad oggi si è imposta la caratterizzazione tramite le lunghezze d'onda. L'unità di misura per la misurazione e l'identificazione della radiazione luminosa è il nanometro (1 nanometro = 1 miliardesimo di metri = 10-0 m).



Capitolo 6

Le sorgenti di luce

Il primo elemento della nostra tripletta è la sorgente luminosa.

La luce si può generare in diversi modi. Ad esempio scaldando una materia fino all'incandescenza (come i filamenti incandescenti di una lampadina a incandescenza). Oppure stimolando gli atomi o le molecole tramite un arco voltaico. O ancora tramite la scarica elettrica in un gas (come ad esempio nel caso di una lampada a lampo a xeno).

Le diverse sorgenti di luce hanno un colore luminoso differente. Tale colore agisce sul colore degli oggetti che le sorgenti illuminano. La portata dell'impressione cromatica di una sorgente luminosa è la temperatura di colore. Questa viene indicata in Kelvin (K). Come riferimento per la temperatura di colore si utilizza il cosiddetto "corpo nero" (radiazione di Planck).

Un "corpo nero" non esiste nella realtà. È un modello in fisica e serve come base per le osservazioni teoriche e come riferimento per le ricerche pratiche sulla radiazione elettromagnetica.

Un corpo nero ha due proprietà molto importanti:

- Assorbe completamente la radiazione elettromagnetica, che lo colpisce, di tutte le lunghezza d'onda e
- fornisce in ogni area dello spettro una prestazione di irradiazione maggiore di quella di qualsiasi altro corpo alla stessa temperatura.

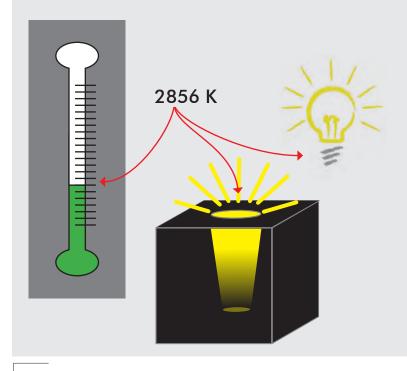
Per individuare la temperatura di colore di una sorgente luminosa, si scalda un corpo nero fino a quando lo stesso emana una luce dello stesso colore di quella della sorgente luminosa in esame.

La sorgente luminosa naturale più importante è il sole.

Di norma osserviamo i colori durante il giorno. La luce del giorno è composta dalla luce diretta del sole e dalla luce che viene irradiata dall'atmosfera. Lo spettro della luce del sole va da 200 a 4000 K. Lo si può paragonare alla radiazione di un corpo nero riscaldato a 5800 K. La qualità e l'energia di questa sorgente luminosa non è però costante, ma variabile. La luce del sole viene influenzata dal luogo, dalla stagione, dalle condizioni atmosferiche, dall'inquinamento dell'aria, dall'orario e varia di conseguenza. Quindi la temperatura di colore dell'illuminazione diurna varia da 4000 a 6500 K.

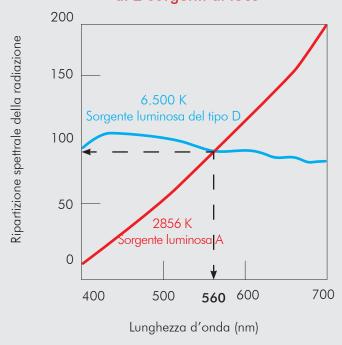
Per i calcoli colorimetrici tale sorgente luminosa non è adatta. Per le misurazioni del colore la sorgente luminosa denominata luce diurna deve essere normata in modo che sia riproducibile e costante.

The black body



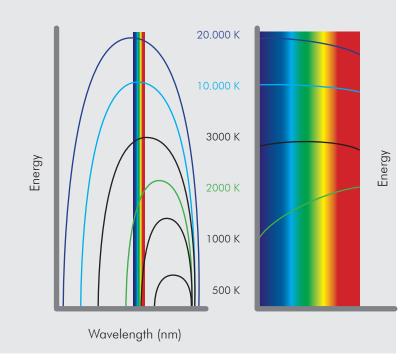
Per il grafico supplementare di un corpo nero): La temperatura di colore dell'illuminante A (lampadina a incandescenza) corrisponde al colore luminoso di una radiazione di Planck (dal corpo nero) riscaldato a 2856° Kelvin (2856K).

Ripartizione spettrale della radiazione di 2 sorgenti di luce



A 560 nm l'energia di irradiazione delle due sorgenti di luce è identica. Per la normazione si definisce l'energia di irradiazione a 560 nm come 100% ovvero identica.

The color temperature



Gli illuminanti

L'impressione cromatica degli oggetti avviene in modo differente con le diverse sorgenti di luce, di conseguenza la situazione della luce deve continuamente essere definita.

Per una descrizione riproducibile e costante di un illuminante, la commissione internazionale per l'illuminazione CIE* ha valutato e caratterizzato diverse sorgenti di luce per redigere standard di settore affidabili. Queste sorgenti di luce definite vengono chiamate "illuminanti". Gli illuminanti non sono sorgenti di luce fisiche. Gli illuminanti sono stati definiti in modo tale che la loro suddivisione di irradiazione spettrale sia simile a quella delle sorgenti di luce naturali. I principali illuminanti normati dalla CIE sono D65 (Daylight, luce diurna a 6504 K), A (luce delle lampadine a incandescenza) e F11 (ad es. tubi fluorescenti).

(*) CIE: Commission Internationale de l'Éclairage = Commissione internazionale per l'illuminazione, unica organizzazione internazionale fondata nel 1913 per la raccomandazione e la normazione dell'illuminazione, il colore e la colorimetria.

Illuminanti A, D65, F11 - TL 84 Α A = lampadina d Ripartizione spettrale della radiazione incandescenza D 65 200 F11 - TL 84 UV 150 Visible 100 D65 = luce diurna 50 0 700 400 500 600 Lunghezza d'onda (nm) F11 – TL 84 = tubi fluorescenti

L'oggetto – La materia

L'interazione di luce e materia

Il secondo elemento della nostra tripletta è l'oggetto.

Perché un oggetto possa essere percepito dall'occhio deve interagire con la luce. La percezione, e quindi l'impressione visiva che abbiamo di questo o di qualsiasi altro oggetto, viene determinata dal modo in cui le proprietà dell'oggetto, ovvero della sua superficie, modificano la luce che lo colpisce.

Ogni oggetto od ogni superficie ha determinate proprietà individuali. Le stesse influenzano il modo in cui la luce che le colpisce viene riflessa o assorbita. Si distingue tra

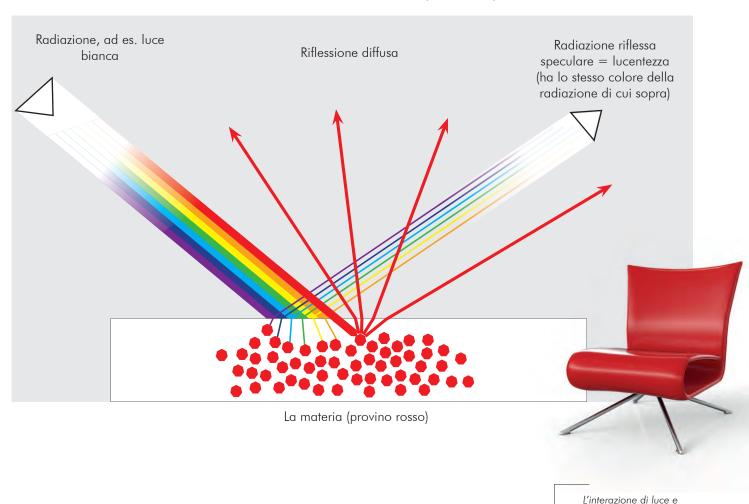
- Oggetti opachi ovvero non trasparenti: la luce viene in parte assorbita e in parte riflessa
- Oggetti trasparenti: la luce viene in parte riflessa, in parte assorbita e in parte lasciata passare senza essere diffusa

Oggetti traslucidi: la luce viene in parte riflessa, in parte assorbita e in parte lasciata passare e diffusa.

La materia ha quindi la proprietà di riflettere più o meno intensamente la radiazione elettromagnetica.

L'impressione visiva dei diversi materiali viene determinata dai fattori più diversi, tra gli altri anche dalle proprietà del materiale stesso. Il colore di un provino lucido risulta più intenso e forte dello stesso colore di una superficie opaca. Tramite l'analisi separata delle proprietà del colore (colore) e delle caratteristiche geometriche (brillantezza, forma, struttura) è possibile semplificare questo problema separando la radiazione emessa dalla materia (colore) dalla radiazione riflessa speculare (lucentezza). La separazione di questi due tipi di radiazione rende possibile la definizione di ogni singolo componente. Il Capitolo 12 (Tecnica di misurazione scientifica nella colorimetria) tratterà in dettaglio gli apparecchi di misurazione utilizzati a tale scopo e i corrispondenti metodi di analisi.

materia. Esempio: un provino rosso.

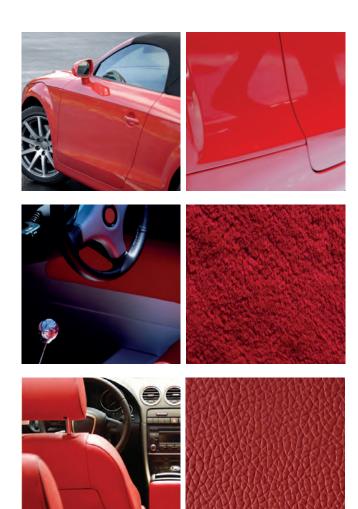


Il riflesso generato dalla radiazione riflessa speculare è quindi responsabile del fatto che un oggetto sia lucido, semiopaco od opaco. I metalli in generale sono caratterizzati da una radiazione speculare più forte di altri prodotti, le superfici lisce di norma appaiono più lucide di quelle ruvide.

La radiazione diffusa è una caratteristica della materia, del suo colore e della sua composizione.

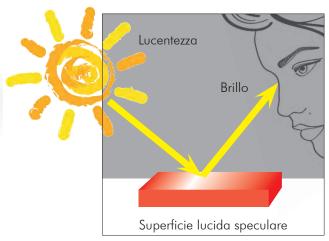
Il colore nasce quando la luce colpisce un oggetto, una parte della luce viene riflessa e raggiunge l'occhio umano. L'assorbimento selettivo della luce determina quindi la nostra percezione dei colori. Maggiore è la quantità di luce assorbita, meno intensi sono i colori che vengono generati. Se tutta la luce viene assorbita, percepiamo il colore nero. Se tutta la luce viene riflessa (100%), percepiamo il colore bianco.

L'irradiazione o l'assorbimento della luce (radiazione riflettente speculare, radiazione diffusa riflettente, radiazione regolare passante, radiazione diffusa passante) sono quindi responsabili per il colore e l'aspetto della maggior parte degli oggetti. Le componenti di questi fenomeni possono essere analizzate fisicamente con l'aiuto delle misurazioni spettrofotometriche (in alcuni casi eccezionali anche misurazioni goniofotometriche). Il risultato di queste misurazioni spettrofotometriche sono le cosiddette distribuzioni spettrali della radiazione o curve spettrali. Le stesse rappresentano la radiazione luminosa riflessa o lasciata passare da un oggetto per ciascuna lunghezza d'onda. Le curve spettrali descrivono il colore e l'aspetto di un oggetto.

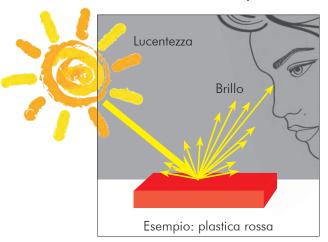


Assorbimento, diffusione e lucentezza sono responsabili dell'aspetto di un prodotto.

Lucentezza di una superficie speculare



Lucentezza nel caso di una superficie strutturata

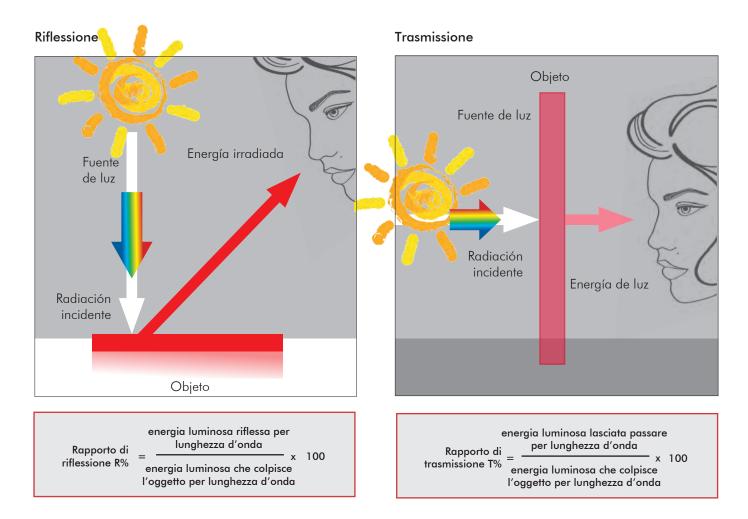


LLe proprietà cromatiche della materia - La fisica dei colori

Come già sappiamo, il colore si basa su onde elettromagnetiche e sulla loro distribuzione della radiazione nello spettro visibile.

Le lunghezze d'onda delle radiazioni nello spettro visibile sono tra 400 e 700 nm. Il colore di un oggetto nasce dall'incontro della luce con la superficie dell'oggetto. Una parte della radiazione viene assorbita, una parte riflessa ovvero lasciata passare. La parte riflessa e lasciata passare della radiazione può essere percepita dall'occhio ed elaborata nel cervello per divenire impressione del colore.

Un oggetto giallo assorbe la luce nell'area blu. Gli oggetti rossi assorbono la luce nelle aree blu, verde e giallo. In fisica si parla di distribuzione spettrofotometrica della luce di un oggetto. Tramite questa proprietà il colore di un oggetto viene determinato e rappresentato. È una illustrazione grafica rappresentativa della parte riflessa o lasciata passare della radiazione luminosa che colpisce l'oggetto, che dipende dalla lunghezza d'onda, per lo spettro visibile di 400-700 nm.

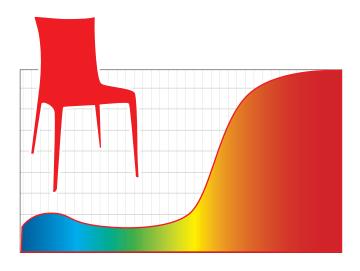


I valori della riflessione R% si ottengono dal rapporto tra l'energia luminosa che colpisce l'oggetto e l'energia luminosa per lunghezza d'onda. Ciò vale in egual misura per la trasmissione dove la radiazione che colpisce l'oggetto e che parte dallo stesso descrivono la curva di trasmissione. La curva di riflessione ovvero di trasmissione è una proprietà materiale. È indipendente dalla sorgente luminosa utilizzata. La condizione sine qua non è che la sorgente luminosa utilizzata emani energia in tutte le aree della luce visibile.

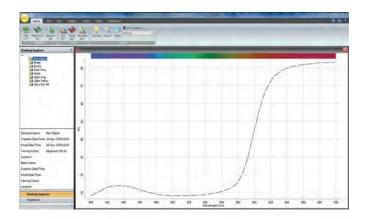
Il seguente esempio presenta la curva di riflessione di un provino rosso. Questa curva di riflessione descrive la materia e il colore del provino, è l'impronta di questo colore.

Por long (in nm)	Radiación incidente (R in %)
400	8,17
410	10,47
420	12,87
430	13,67
440	13,76
450	12,92
460	11,46
470	10,11
480	9,10
490	8,40
500	8,12
510	8,14
520	8,25
530	8,45
540	8,84
550	9,50
560	10,63
570	12,36
580	15,97
590	26,40
600	45,11
610	62,43
620	72,43
630	77,21
640	79,64
650	81,01
660	81,81
670	82,30
680	82,64
690	83,01
700	83,19

Provino rosso lucido: Misurazione con geometria di misurazione d/8° con luce speculare riflessa (lucentezza)



Curva di riflessione del provino rosso – L'impronta di questo colore





datacolor

Capitolo 8

L'occhio – L'osservatore

L'uomo quale osservatore – Vedere i colori

Il terzo elemento della nostra tripletta è l'osservatore, ovvero l'apparato di percezione dell'uomo (occhio e corteccia celebrale).

La luce riflessa da un oggetto o direttamente emanata da una sorgente luminosa viene acquisita dall'occhio e trasformata dalle cellule visive sulla retina. La nostra corteccia celebrale interpreta queste informazioni e genera l'impressione cromatica.

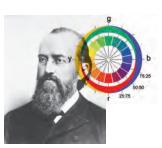
A seconda della lunghezza d'onda, l'occhio presenta diverse sensibilità nello spettro visibile per la luminosità della luce (v. capitolo 9). Noi percepiamo la luce in diversi livelli di luminosità (visione chiaro scuro), ma vediamo anche le proprietà del colore (tinta e saturazione) e classifichiamo i colori in un sistema tridimensionale

La condizione per tale tridimensionalità della visione dei colori è la presenza di 3 diversi tipi di recettori nell'occhio umano. La scienza lo ha scoperto già da molto tempo. La comprensione del processo di percezione dei colori da parte dell'essere umano iniziò quando Newton, nel 1666, pubblicò i suoi lavori sulla ripartizione della luce bianca con un prisma di vetro. I risultati e i progressi più importanti sono stati raggiunti però solo quando divenne possibile effettuare misurazioni in relazione alla sensibilità dei recettori del colore nell'occhio.

Nel 1801 il medico oculista e fisico inglese Thomas Young sviluppò la cosiddetta teoria dei tre componenti. La stessa recita che la percezione dei colori da parte dell'uomo si basa solo su tre diversi tipi di recettori (sensibilità tricromatica). 50 anni più tardi lo scienziato tedesco Hermann von Helmholtz portò al successo la teoria additiva di Thomas Young della visione dei colori. Mostrò che tre colori di base (rosso, verde e blu) sono sufficienti per la creazione di tutti gli altri colori.







Thomas Young

Hermann von Helmholtz

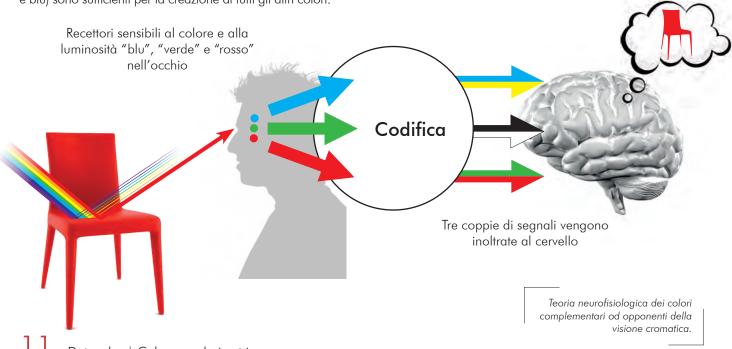
Ewald Hering

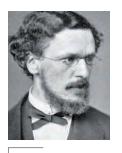
Nel 1878 Ewald Hering pubblicò la sua teoria dei colori opponenti come proposta alternativa alla teoria dei tre componenti di Helmholtz e Young. Hering partì dall'osservazione che non ci si può immaginare impressioni di colore come "blu giallastro" o "verde rossiccio" (esclusione reciproca di giallo e blu ovvero verde e rosso). Suppose quindi tre processi chimici separati nella retina con ciascuno due colori contrapposti, e ciascuno con una parte inibente e una stimolante che lottano per l'equilibrio. Le coppie di colori opponenti sono blu-giallo, rosso-verde e nero-bianco.

Numerosi esperimenti condotti successivamente con 3 proiettori di luce colorata (rosso-blu-verde) mostrarono che cambiando l'intensità della luce di questi 3 proiettori è possibile creare numerosissimi colori. I risultati permisero la valutazione delle percezioni tricromatiche degli stimoli di colore, tra le altre cose anche l'esperimento condotto nel 1928 da W. D. Wright e nel 1931 da J. D. Guild sulla mescolanza additiva.

All'inizio del ventesimo secolo diversi scienziati condussero molti esperimenti sul nostro sistema di percezione dei colori. Le teorie di Young-Helmholtz e di Hering furono in concorrenza fino agli anni Trenta, quando E. Müller confermò definitivamente la teoria dei colori opponenti.

Su tale teoria si basano ad esempio il Natural Color System (NCS) e il modello cromatico L*a*b*.









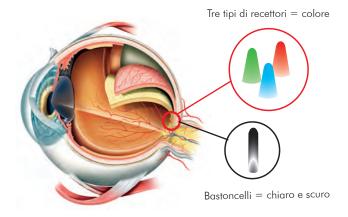
Wilhelm von Bezold

Bezold-Farbtafel 1874

Ernst von Brücke

L'occhio umano

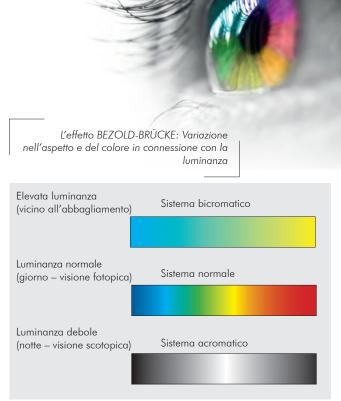
Quello che vediamo dei colori sono onde di luce di lunghezze differenti che incontrano il nostro occhio. La luce riflessa da un oggetto scatena uno stimolo nelle cellule visive della nostra retina. Queste cellule sono composte da bastoncelli e coni. I bastoncelli sono esclusivamente sensibili a chiaro e scuro e responsabili della visione notturna (visione scotopica).



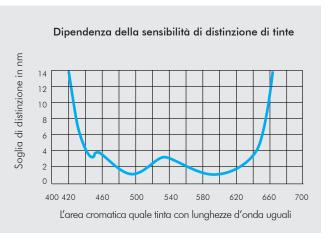
Con l'aiuto dei bastoncelli vediamo quando c'è poca luce e distinguiamo le tonalità del grigio. La distinzione dei colori non è possibile solo grazie ai bastoncelli. In condizioni di luce diurna i bastoncelli sono completamente saturati e incapaci di elaborare le informazioni. In condizioni di buona illuminazione, come ad esempio alla normale luce diurna, vediamo solo con l'aiuto dei coni (visione fotopica). E proprio questi sono responsabili per la distinzione dei colori.

Nella retina vi sono circa 7 milioni di coni e 120 milioni di bastoncelli. Tutte le cellule visive sono ugualmente sensibili, ma i coni sono raggruppati intorno a uscite comuni, cosa che li rende più sensibili alla visione laterale. Nell'occhio ci sono tre tipi di ricettori dei colori (blu, rosso e verde). Si trovano prevalentemente nella cosiddetta macchia lutea al centro della retina. Al centro della macchia lutea, la fovea, vi sono solo coni. La ripartizione media per il verde: il rosso: e il blu si può indicare come 40: 20 : 1. La sensibilità per il blu è al massimo a 477 nm, per il verde al massimo a 540 nm e per il rosso al massimo a 577 nm. I coni blu vengono definiti anche coni S (s per short, lunghezze d'onda corte), i coni verdi sono i coni M (m per medio, lunghezza d'onda media) e i coni rossi coni L (L per long, lunghezze d'onda lunghe).

La distinzione dei colori, più precisamente la distinzione delle tinte, nell'occhio umano dipende dalla luminanza. In caso di luminanza molto bassa, uno stimolo cromatico tra 400 nm e 480 nm richiama una valenza di blu-violetto, tra 480 nm e 570 nm si percepisce il verde e tra 570 nm al limite di visibilità



delle onde lunghe a 700 nm si percepisce il rosso. Questo effetto è noto come fenomeno Bezold-Brücke (scoperto nel 1873, deve il suo nome al fisico tedesco Wilhelm von Bezold e al fisiologo austro-tedesco Ernst Wilhelm von Brücke). Con il crescere della luminanza la distinzione migliora, ma in caso di luminanza molto elevata torna a diminuire. Quindi un forte incremento dell'illuminazione causa una variazione delle tinte rosso e verde in direzione del giallo e delle tinte violetto e blu-verde verso il blu. Nell'area di abbagliamento l'occhio umano può percepire solo più un giallo biancastro e un bluvioletto biancastro. Si arriva dunque al sistema bicromatico con quasi solo 2 colori: giallo e blu. Nella colorimetria visiva e strumentale si garantisce che le condizioni di illuminazione siano normali (circa 1500 lux), cioè corrispondano ai requisiti per la visione diurna.



Lista di referenze

- Farbe sehen, Corinna Watschke, 01.2009 [www.planet-wissen.de],
- Farbmanagement in der Digitalfotografie (ISBN 3-8266-1645-6), 2006, Redline GmbH, Heidelberg
- Beschreibung und Ordnung von Farben, Farbmetrik, Farbmodelle, DMA Digital Media for Artists Archiv 2006-2011, Kunstuniversität Linz, Gerhard Funk
- Messen Kontrollieren Rezeptieren, Dr. Ludwig Gall [www.farbmetrik-gall.de]
- Farbabstandsformeln, 2012, Fogra Forschungsgesellschaft Druck e.V. [www.fogra.org]
- Wikipedia, various articles about color and color measurement [http://de.wikipedia.org/wiki/Farbe]
- Various representations of color models and color spaces [http://www.chemie-schule.de/chemieWiki 120]
- Praktische Farbmessung, Anni Berger-Schunn, 2. überarbeitete Auflage, 1994, Muster-Schmidt Verlag, Göttingen Zürich
- Farbabstandsformeln in der Praxis, SIP 01.2011
- Schläpfer, K.: Farbmetrik in der grafischen Industrie, 3. Aufl. St. Gallen; UGRA 2002 (Tabelle S. 48)

Dati di pubblicazione

Editore:

Datacolor AG Europe, 6343 Rotkreuz, Suiza

Teléfono: +41.44.835.3800 | Fax: +41.44.835.3820 | info@datacolor.com | www.datacolor.com

Struttura e composizione:

Marlene Deschİ, artwork deschl, Wappersdorfer Strasse 17, 92360 Mühlhausen, Alemania Teléfono: +49.9185.923836 | +49.9185.923837 | artwork@deschl.com | www.deschl.com

Testo:

Gabriele Hiller, Hiller Direct Marketing, Stühren 41, 27211 Bassum, Alemania Teléfono: +49.4249.960.3654 | Fax: +49.4249.960.3656 info@hiller-direct-marketing.de | www.hiller-direct-marketing.de

Walter Franz, Datacolor AG Europe, wfranz@datacolor.com

© Copyright Datacolor. Todos los derechos reservados.





Datacolor AG Europe 6343 Rotkreuz

Telefono: +41 44.835.3800 Email: ecmarketing@datacolor.com **AMERICA**

Datacolor Headquarters Lawrenceville, NJ Telefono: +1 609.924.2189

Email: marketing@datacolor.com

ASIA

Datacolor Asia Pacific Limited Hong Kong

Telefono: +852 24208283

Email: asiamarketing@datacolor.com