

Colore

Luce visibile

■ Colore e luce

➤ **I colori, in realtà, non esistono. Risulta quindi più corretto parlare di percezione del colore, più che di colori intesi come grandezze fisiche.**

Potrà anche sembrare strano, ma è vero: i colori sono infatti manifestazioni energetiche di particelle elettromagnetiche percepite dal nostro occhio e poi decodificate dal cervello.

I colori sono **lunghezze d'onda di diversa frequenza**, che vengono recepiti da speciali recettori del nostro occhio (i coni) e trasformati in **segnali bioelettrici** inviati al cervello. È quindi il cervello ad interpretarli, facendoci percepire come noi li vediamo.

➤ **Il termine luce visibile (dal latino *lux*) si riferisce alla porzione dello spettro elettromagnetico percepibile dall'occhio umano, ed è definita più propriamente come luce bianca.**

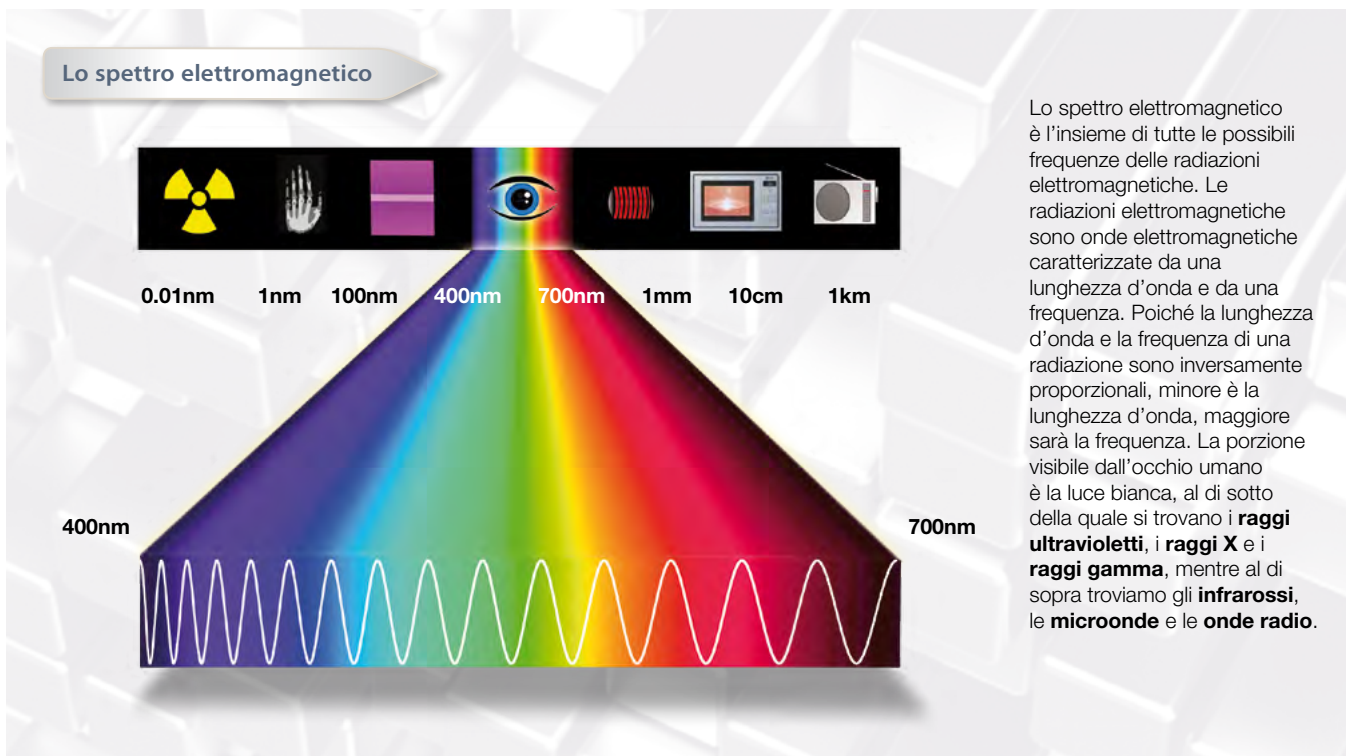
Questa porzione è compresa tra 400 e 700 nanometri di **lunghezza d'onda**, ovvero tra 750 e 430 THz (terahertz) di **frequenza**, ma questi limiti non sono uguali per tutti gli individui, esistendo variazioni soggettive che possono arrivare a 730 nm (nanometri) verso gli infrarossi e a 380 nm verso gli ultravioletti.

La luce bianca non è quindi altro che la somma dei colori dello spettro visibile, che vanno dall'indaco al rosso.

Questo fenomeno è particolarmente evidente di fronte ad un arcobaleno, che è la manifestazione naturale che ci dimostra la scomposizione della luce solare attraverso le gocce di pioggia.



La luce è un fenomeno fisico descritto oggi come onda elettromagnetica, caratterizzata da una frequenza (misurata in Hz) e da una lunghezza d'onda (misurata in nanometri – nm - corrispondenti a un milionesimo di mm). L'occhio umano può cogliere solo le radiazioni di lunghezza d'onda compresa tra 380 nm (che corrisponde al violetto) e 760 nm (che corrisponde al rosso). Al di sopra e al di sotto di questi valori si trovano rispettivamente i raggi infrarossi e i raggi ultravioletti, che prendono il nome letteralmente dall'ultimo colore della banda di lunghezza d'onda percepibile.

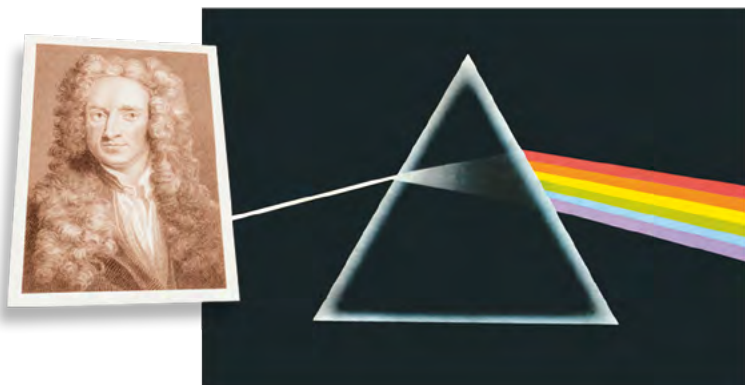


La luce bianca viene tradizionalmente scomposta nei sette colori: viola, indaco, blu, verde, giallo, arancione, rosso. Questa separazione dei colori si deve alle prime osservazioni di Newton sulla rifrazione, ma non è da intendersi in senso assoluto, poiché il “salto” tra un colore e l'altro è diverso a seconda delle culture, avviene in modo graduale e non permette quindi di identificare con precisione esatta il confine tra uno e l'altro.

Spettro visibile

➔ **Ogni percezione di colore è sempre una combinazione particolare di alcuni di questi colori di base.**

Fu Isaac Newton, nel 1666, a scomporre per rifrazione la luce solare nei tradizionali sette colori che compongono lo spettro della luce visibile.



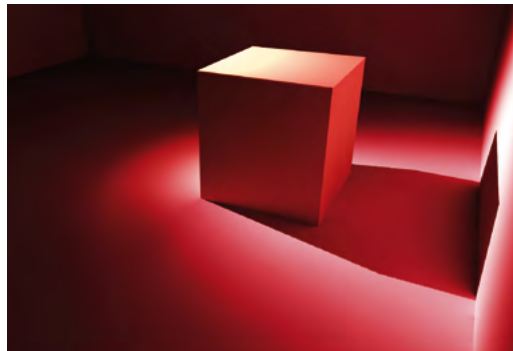
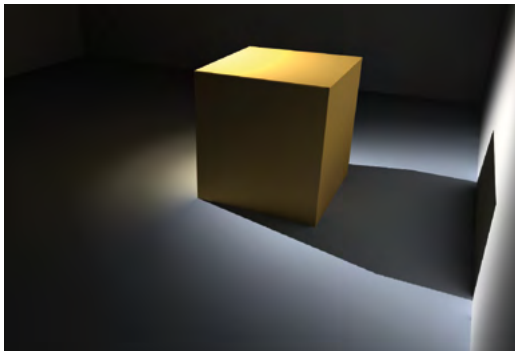
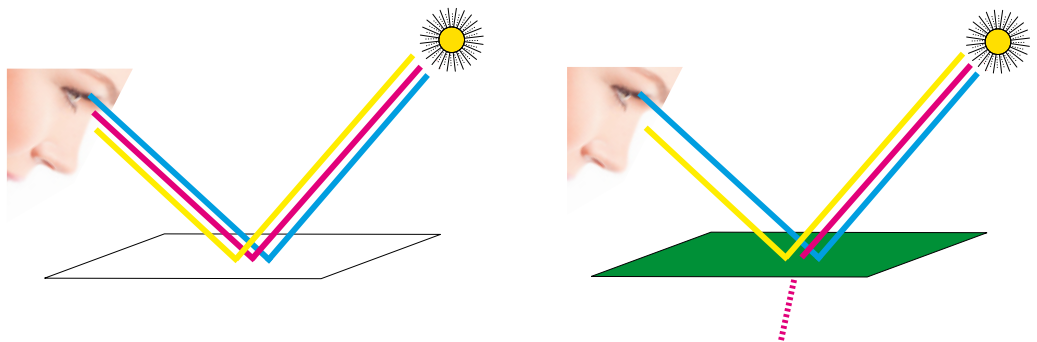
Il colore

Percezione del colore

Un oggetto che ci appare rosso, deve questo fenomeno al fatto che assorbe tutti i colori dello spettro ad eccezione del rosso, che viene riflesso e percepito dal nostro occhio.

Tuttavia, se osservato sotto una luce rossa, anche un oggetto bianco ci appare rosso: ciò è dovuto all'influenza dei fattori esterni sulla percezione del colore.

Un corpo ci appare bianco perché riflette tutte le componenti luminose. Ci appare invece verde se riflette solo la componente che noi percepiamo come verde.



La percezione del colore è determinata non soltanto dall'assorbimento di luce da parte dell'oggetto, ma anche dall'influenza di fattori esterni, come il tipo di illuminazione.

Inoltre, la percezione è influenzata notevolmente anche dalla capacità della luce di attraversare un corpo: se guardiamo attraverso il vetro, o l'acqua, riusciamo distintamente a percepire il colore di un corpo posto dietro al vetro o all'acqua. Ma se il vetro o l'acqua sono colorati, ovviamente questo non è più possibile.

Anche il dente naturale presenta alcune caratteristiche che ne rendono piuttosto difficoltosa la riproduzione cromatica. Tra queste, una delle più difficili da replicare è la **traslucenza**, ovvero il modo in cui il tessuto naturale riesce ad essere attraversato solo parzialmente dalla luce.

A questo proposito, è bene chiarire il significato di tre termini che in campo dentale vengono spesso utilizzati come sinonimi, ma che in realtà hanno un significato diverso: **trasparenza**, **traslucenza**, **opalescenza**.

- Un corpo è **trasparente** quando la **luce può attraversarlo completamente** (per esempio, il vetro o il plexiglas).

Trasparenza, traslucenza,
opalescenza

Il colore



La caratteristica traslucenza della ceramica dentale è particolarmente apprezzabile in alcune particolari condizioni di luce.

- Si definisce invece **traslucenza** il fenomeno per cui un corpo è **at-traversabile dalla luce solo in modo parziale**, come nel caso della ceramica dentale. La traslucenza è infatti uno degli aspetti estetici più caratteristici della ceramica.
- Si dice invece di un materiale che è **opalescente** quando si presenta, a seconda della direzione del fascio di luce che lo investe, **di aspetto latteo-iridescente**, cioè simile all'opale. Questa caratteristica, propria dei tessuti del dente naturale, è oggi peculiare di alcune ceramiche che permettono risultati protesici di notevole rilievo estetico.

■ Attributi del colore

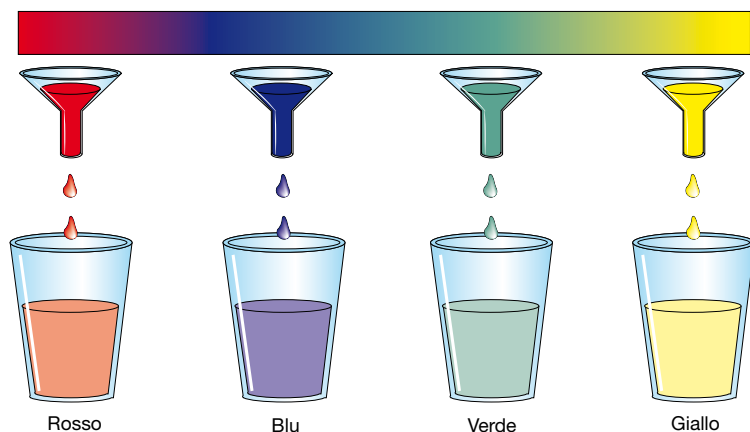
- Nel campo del colore, così come in tutti i fenomeni fisici, grazie allo studio approfondito di alcuni ricercatori sono stati stabiliti alcuni precisi parametri di misura che si chiamano **attributi** del colore:
 - **tonalità** o **tinta**;
 - **luminosità** o **valore**;
 - **saturazione** o **croma**.

Per semplificare all'estremo queste regole fisiche, immaginiamo di trovarci di fronte ad un bicchiere di acqua, che per sua natura è trasparente, quindi lascia passare completamente la luce; aggiungendo all'acqua della tempera colorata, si potrà decidere di quale tinta ottenere l'acqua: versandovi del giallo, si otterrà una tinta gialla, aggiungendo del rosso si otterrà un'acqua di tinta rossa ecc.

Tinta

➤ La **tinta** è la proprietà che permette di distinguere i colori, cioè il **nome del colore: giallo, rosso, arancione, blu ecc.**

La **tinta** è la qualità percettiva del colore, dipende dalla lunghezza d'onda ed è l'attributo (il parametro) che utilizziamo normalmente come **nome del colore**.



Il colore

Croma

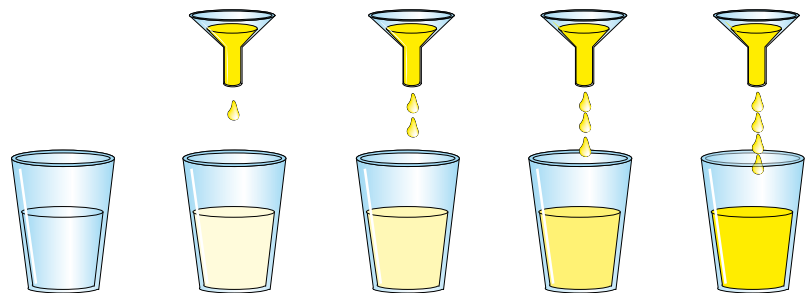
Ovviamente, più colore si metterà nel bicchiere d'acqua, più l'acqua si tingerà di quel colore; aumentando la quantità di colore si arriverà quindi ad ottenerne la saturazione completa; questa sarà raggiunta quando anche aggiungendo altro colore, non sarà possibile – per fare l'esempio precedente – ottenere un giallo più intenso.

La **saturazione**, cioè la misura dell'intensità di una tinta, è anche detta **croma**, e questa definizione è la più utilizzata in campo dentale.

Nell'esempio precedente, aggiungendo inizialmente del giallo all'acqua, si avrà un giallo "chiaro", cioè *basso di croma*, mentre una volta raggiunta la massima saturazione, si sarà ottenuto un giallo intenso e puro, cioè *alto di croma*.

➔ Il **croma** può essere definito come la proprietà che esprime la **concentrazione** o la **purezza** del colore.

Il **croma** è l'intensità di un **colore**: essa è massima quando i colori sono vivaci e forti, e minima quando appaiono tanto smorzati da riuscire a malapena a distinguersi da un grigio leggero.



Aggiungendo gradualmente del grigio alla nostra soluzione colorata, ne otterremo uno scurimento progressivo.

➔ La **quantità di grigio** presente in un colore è detta **valore**.

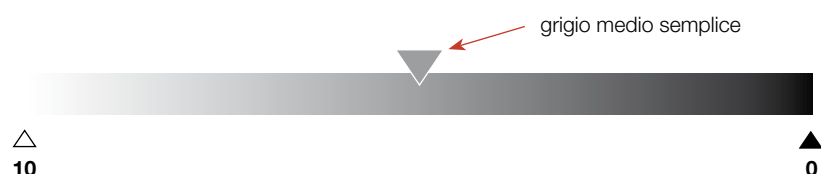
Valore

Nella misurazione del valore, si assume il bianco come valore massimo (uguale a 10), il nero come valore minimo, con valore uguale a 0.

A metà di questa scala chiaroscurale acromatica, si ha il grigio medio semplice.

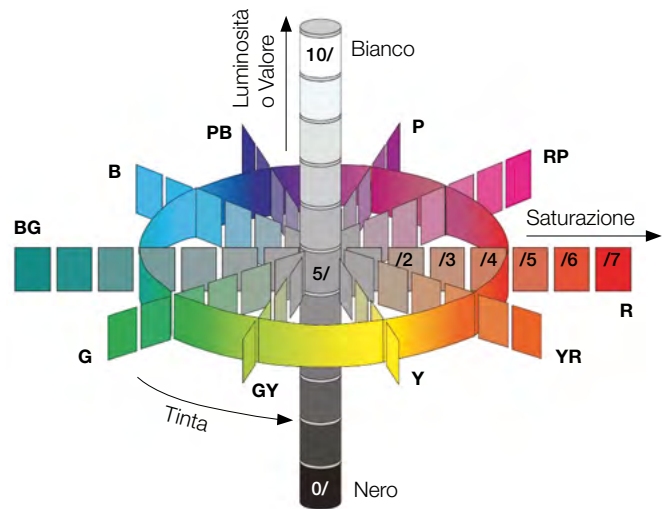
Anche i colori dei campionari dentali sono una esemplificazione estrema dei concetti relativi alla misurazione e determinazione del colore, poiché in realtà le possibili combinazioni cromatiche sono praticamente infinite; si devono quindi considerare attentamente le diverse componenti che le originano.

Il **valore** è la **quantità di grigio** presente in un colore.



Il colore

Un sistema particolarmente evidente per la messa in relazione dei tre valori nel loro insieme ci è dato dal **solido di Munsell** (A. H. Munsell, 1858–1918), un sistema che consiste di tre dimensioni indipendenti rappresentate da un sistema di coordinate cilindriche, nel quale la tinta è misurata in gradi su un cerchio orizzontale, la saturazione è misurata radialmente a partire dall'asse dei grigi verso l'esterno, e la luminosità viene misurata verticalmente sull'asse dei grigi, da 0 (nero) a 10 (bianco).



SPETTRO ELETTROMAGNETICO

è l'insieme delle frequenze che compongono la

luce

la parte percepibile dall'occhio umano è detta

luce visibile

interagendo con la materia permette di percepire il

colore

se attraversa parzialmente un corpo produce

traslucenza

tinta

croma (saturazione)

valore (luminosità)

se attraversa completamente un corpo produce

trasparenza

è il

misura l'intensità di una

rappresenta la

in particolari condizioni produce

opalescenza

nome del colore

quantità di grigio

Sintesi sottrattiva



Sintesi dei colori: sistema sottrattivo e additivo

Esistono due tipi di combinazioni o mescolanze cromatiche:

- la prima è una somma, addizione, di luci colorate (**sintesi additiva**);
- la seconda è una combinazione di pigmenti e sostanze coloranti (**sintesi sottrattiva**).

Iniziamo a descrivere quest'ultima, poiché è quella più utilizzata nel settore dentale. Come si è già accennato, la luce bianca del sole è la composizione di tutti i colori dello spettro visibile. La percezione, da parte del nostro occhio, dei colori che ci circondano è dovuta alla proprietà dei corpi di riflettere o assorbire, in tutto o in parte, la luce che li investe. In altre parole, gli oggetti non sono dotati di un colore proprio, come una proprietà della materia di cui sono composti, ma riflettono una parte della luce da cui sono colpiti: a seconda delle radiazioni riflesse, in noi si produce la sensazione di determinate tinte.

Infatti, se guardiamo un oggetto attraverso un vetro trasparente rosso, l'oggetto ci apparirà dello stesso colore del vetro (rosso) perché lo schermo assorbe (sottrae) tutti i colori tranne quelli vicini al rosso. Allo stesso modo, un foglio bianco di carta comune ci appare bianco perché riflette tutte le radiazioni contenute nella luce. Ancora, noi percepiamo un prato come verde perché i fili d'erba riflettono, della luce solare, solo la componente verde.

Quindi, il colore percepito è dovuto alla **sottrazione**, rispetto alla luce bianca, dei colori complementari a quello che noi riceviamo.

Le **tinte primarie** sono le tre tinte che, miscelate tra loro, permettono di ottenere tutti i vari colori desiderati.

Nel sistema sottrattivo queste sono **giallo, ciano e magenta**.

Le comuni stampanti a colori a getto di inchiostro impiegano il sistema sottrattivo: oltre al nero, si trovano infatti le tre cartucce di ciano, magenta e giallo. Esse sarebbero in teoria in grado di riprodurre il nero attraverso la loro unione, ma in pratica questo non è possibile senza perdita di qualità: di conseguenza, il sistema necessita di un quarto colore, il nero, e la sua sigla è quindi più nota come **CMYK** (Cyan, Magenta, Yellow, black).



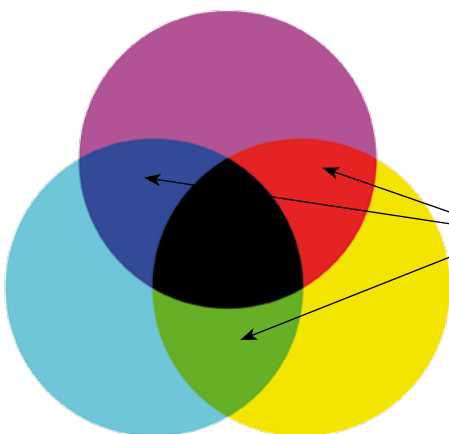
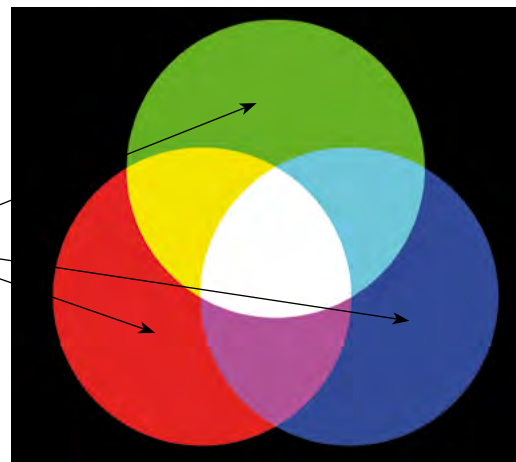
Se in un ambiente buio, su uno schermo bianco, proiettiamo un fascio di luce rossa, vedremo un cerchio di luce rossa; se con un'altra sorgente di luce proiettiamo sullo schermo un fascio di luce verde vedremo che dove si sovrappongono le due proiezioni apparirà ... il giallo. Se infine accendiamo un terzo proiettore di luce blu, e facciamo convergere i tre fasci nello stesso punto, la somma di luce rossa, verde e blu, ci restituirà una luce bianca.

Sintesi additiva



Osservando le apparecchiature che proiettano immagini su grande schermo (Barcovision o simili), si può facilmente notare che le tre fonti luminose poste anteriormente al proiettore sono proprio di colore verde, blu e rosso.

Colori primari e secondari

Tinte primarie e secondarie del **sistema sottrattivo**.Tinte primarie e secondarie del **sistema additivo**.

L'operazione è detta **additiva** perché partendo dall'assenza di luce, quindi dal nero, giunge per progressiva somma di luci-colore a produrre le sensazioni di colori secondari (o derivati), per poi arrivare alla luce bianca con la sovrapposizione di tutte e tre le luci primarie messe assieme.

Anche la somma di una luce primaria con quella risultante dalla miscela delle altre due dà come risultato la luce bianca: tutte le coppie di radiazioni che, sovrapposte, riproducono la luce bianca sono chiamate coppie di **colori complementari**.

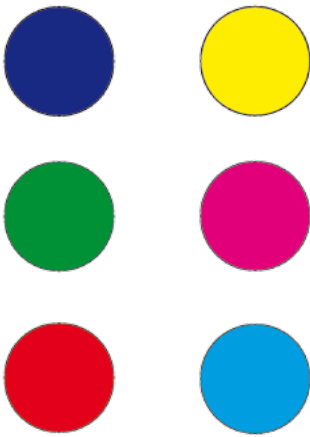
Il sistema additivo è usato in tutte le produzioni video e digitali, TV e computer, fino ai videogames e ai sistemi di proiezione e riproduzione di immagini. Le tre tinte primarie impiegate dal sistema additivo, anziché essere giallo, ciano e magenta (proprie del sistema sottrattivo) sono **verde, blu e rosso**, dalle iniziali delle quali origina la sigla **RGB** (sempre in inglese, Red, Green, Blue) con il quale il sistema è meglio conosciuto.

Tinte primarie e secondarie

Nella **sintesi sottrattiva**, ciano, magenta e giallo sono **colori primari**: accoppiati a due a due, come evidenziato nella figura sotto a sinistra, generano il rosso, il verde e il blu, che quindi diventano **colori secondari**. Si può quindi constatare, confrontando le figure dei due sistemi (RGB e CMYK), che **i colori primari di un sistema coincidono con i colori secondari dell'altro e viceversa**.

Questa corrispondenza è fondamentale. Inoltre, ogni tinta secondaria (nell'uno o nell'altro sistema) sarà complementare della tinta primaria che **non** la compone (quindi la terza, di cui essa **non è** il risultato dopo la miscelazione).

Il colore



Le coppie di colori complementari sono le stesse in entrambi i sistemi: attenzione, però, perché miscelare una coppia di luci complementari è ben diverso dal risultato che possiamo ottenere mescolando due pigmenti di tinte complementari (nel primo caso otterremo il bianco, nel secondo un grigio-nero).

Intensivi



Una famosa opera di Johannes Itten (1888–1967) mette in evidenza il rapporto tra le combinazioni dei tre colori primari (RGB) nella realizzazione di miscele cromatiche.

Nel sistema additivo, per esempio, il blu ottenuto dall'unione di magenta e ciano sarà complementare del giallo; il verde ottenuto dall'unione di giallo e ciano sarà complementare del magenta, e il rosso ottenuto dall'unione di giallo e magenta sarà complementare del ciano.

➔ **L'unione tra una tinta secondaria e la tinta primaria sua complementare originerà il grigio complesso, che risulta differente dal grigio semplice, ottenuto dalla semplice miscelazione di nero e bianco.**

La conoscenza di questa teoria fondamentale aiuta ad interpretare correttamente il colore da realizzare nei dispositivi protesici e permette inoltre di tentare di correggere alcune piccole imprecisioni cromatiche e di stratificazione. A tal fine, la maggior parte degli assortimenti di ceramica dentale prevede la presenza di appositi colori intensivi (**stain**); essi, aggiunti o miscelati alle masse ceramiche prima della cottura, o fissati per cottura sulla superficie delle ceramiche ultimate, permettono di variarne la colorazione standard.

Inoltre, una buona padronanza della teoria sottrattiva impedisce di compiere errori che talvolta possono compromettere in modo determinante l'opera del ceramista: rendere più chiaro un dente, per esempio, è impossibile, poiché aggiungendo ingenuamente del bianco si alzerebbe sicuramente il suo valore, ma se ne altererebbe anche il croma, aumentandone anche l'opacità.

Analogamente, se in seguito alla prova estetica del dispositivo si rivelasse necessario aumentare l'effetto dato dallo smalto a livello del terzo incisale, nel caso di un colore dominante giallo (caso molto frequente) con un'eccessiva aggiunta di intensivo blu si rischierebbe di ottenere un antiestetico e innaturale effetto verde.

➔ **Si ricordi che i vari colori dentali si presentano sempre molto tenui e sfumati.**

Inoltre, colorazioni eccessive, eseguite nel tentativo di mascherare o personalizzare il dispositivo, comportano sempre e comunque un abbassamento del valore, poiché in questo modo si compiono le stesse operazioni normalmente effettuate nella teoria sottrattiva per ottenere il grigio complesso.

Temperatura del colore

Si sa che un corpo nero, se riscaldato, può cambiare colore: per esempio, se manteniamo a lungo un oggetto metallico su una fiamma potente potremo notare che tenderà a diventare dapprima rosso, poi giallo, poi biancastro ecc.

Come **temperatura di colore** di una data radiazione luminosa si intende, analogamente all'esempio dato, la temperatura che dovrebbe raggiungere un corpo nero affinché la sua radiazione luminosa apparisse la più vicina possibile alla radiazione considerata.



Una temperatura bassa - sempre nell'incandescenza, intorno ai 2.000 K - corrisponde ad un colore giallo-arancio. Scendendo, si passa al rosso e poi all'infrarosso, invisibile ad occhio nudo, mentre salendo la luce appare prima più bianca, poi azzurra, quindi violetta e infine ultravioletta.

Quando si dice che una **luce è calda**, si intende che questa corrisponde ad una **temperatura di colore bassa**. Al contrario, una temperatura di colore elevata corrisponde ad una cosiddetta **luce fredda**.

Temperatura del colore.



3000K



4300K



6000K



8000K



10000K

La temperatura di colore differenzia le luci più calde da quelle più fredde.

■ Fattori esterni nella percezione del colore

La luce naturale risulta notevolmente differente a seconda dell'ora del giorno: al mattino si ha una maggiore presenza di toni azzurri, mentre le ore pomeridiane e serali sono caratterizzate da toni arancio-rossi.

Per rilevare un colore con luce naturale, quindi, la fascia oraria più indicata è quella che va dalle 10 alle 14 circa.

Ovviamente ciò non sempre è possibile; inoltre, soprattutto nei mesi invernali, la luce naturale è ulteriormente modificata da fattori atmosferici.

La luce artificiale è invece notevolmente influenzata dal tipo di sorgente che la genera (temperatura di colore).

A seconda del tipo impiegato, si avranno differenti tipi di luce: le normali lampadine ad incandescenza, per esempio, presentano in genere una notevole dominante rossa, mentre nel caso delle luci al neon si deve avere l'accortezza di optare per tubi che garantiscano una resa cromatica di circa 5.000 Kelvin, in quanto questo valore risulta molto simile a quello della luce solare nella fase del giorno più indicata per la rilevazione del colore con luce naturale (la gradazione Kelvin è generalmente riportata sulle confezioni dei tubi al neon).

Un altro importante fattore influenzante riguarda il livello di illuminazione della zona da analizzare che, secondo alcuni importanti studi ergonomici, va illuminata con luce di intensità pari almeno a 300 **Lux**.

Glossario

Lux – È l'unità di misura dell'illuminazione; esso corrisponde all'illuminazione di una superficie di 1 m² che riceve un flusso luminoso pari a 1 Lumen.

Per evitare fenomeni di affaticamento visivo e per non stimolare eccessivamente l'occhio, le zone del locale più vicine al punto di rilevamento dovranno sfumare da un'area centrale – illuminata da 300 Lux – a una zona secondaria illuminata con circa 100 - 200 Lux, sino ad arrivare alle zone più lontane ad un valore di almeno 20 Lux.

La luce, naturale o artificiale che sia, durante la rilevazione del colore non dovrà – nei limiti del possibile – colpire direttamente l'area dentale, in quanto il dente, per la particolare conformazione della sua superficie (e per la presenza della saliva che lo bagna), ha un notevole potere di rifrazione, che può abbagliare e saturare l'occhio dell'operatore. Per lo stesso motivo, è consigliabile che in studio si rilevi il colore dopo aver asciugato con aspiratore e aria compressa la dentizione presente.

Altri fattori influenzanti della luce possono essere costituiti dal colore delle pareti del locale, degli arredi, dei vestiti dei presenti e degli elementi nelle immediate vicinanze del dente. Tra questi, vanno evidenziati il colore delle labbra, la presenza di dighe (normalmente in lattice color verde) o altri ausili clinici, la pigmentazione del tessuto gengivale, eventuali otturazioni o altre caratterizzazioni presenti nei denti attigui a quelli da protesizzare e, nel caso delle donne, il rossetto.

In linea di massima, è consigliabile che gli elementi esterni che possono costituire una turbativa del colore non siano di colori sgargianti, ma di tinte pastello molto tenui, possibilmente neutre.

Nella rilevazione del colore, un piccolo e utile ausilio che permette di eliminare eventuali interferenze cromatiche sui denti è quello di impiegare delle maschere munite di un foro centrale della dimensione del dente. Esse permettono di isolare temporaneamente il dente – o i denti – di cui rilevare il colore dai possibili colori attigui che potrebbero alterare il risultato finale.

Anche l'osservazione del colore per un tempo troppo prolungato può comportare la saturazione della nostra percezione cromatica, per cui è consigliabile, in caso di difficoltà, riposare l'occhio a intervalli, osservando una superficie di colore blu. Il blu soddisfa questa esigenza poiché, essendo complementare del giallo, annulla la saturazione dei recettori ottici determinata dal colore dei denti.



Rilevazione del colore con una maschera.