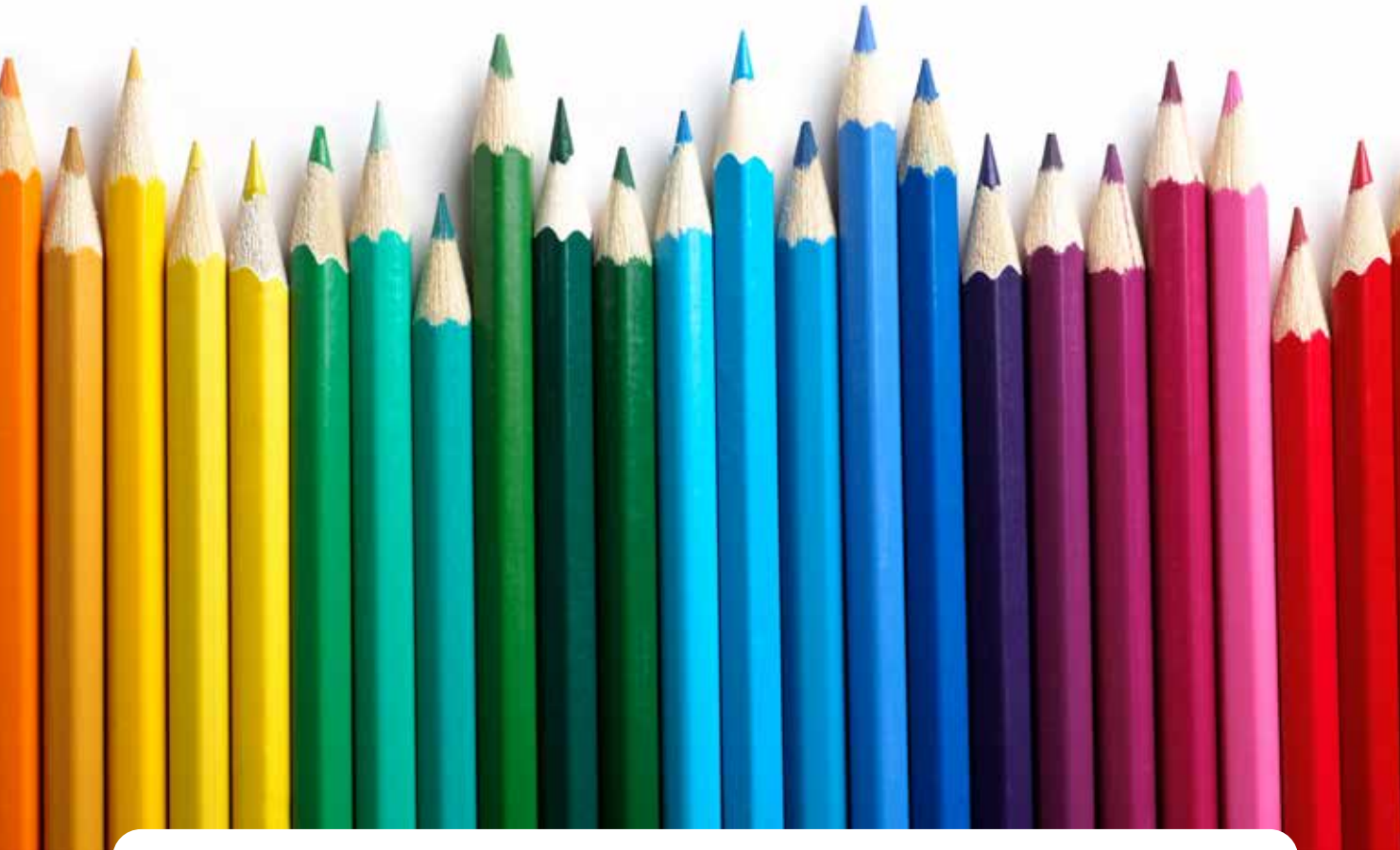


Il colore*



➔ Contenuti

- Colore e luce
- Colori luce e colori pigmento
- Teorie del colore
- Aspetti percettivi
- Scale di colore
- Rilevazione del colore dentale

➔ Obiettivi

- Saper definire il rapporto tra luce e colore, descrivendone il legame con lo spettro elettromagnetico.
- Saper distinguere i diversi attributi del colore e i relativi sistemi di rappresentazione.
- Saper descrivere i principali sistemi di sintesi del colore, distinguendone le destinazioni d'uso.
- Saper indicare i principali aspetti percettivi del colore, con speciale riferimento ai fattori esterni che possono influenzare la corretta rilevazione del colore dentale.

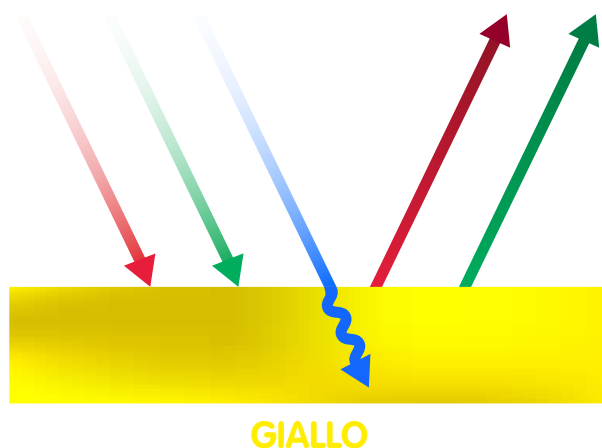
**Testi e immagini prof.ssa Chiara Bianchini*

1 Il colore è luce

Se volessimo fare un'affermazione forte, ma assolutamente veritiera, potremmo dire che **i colori in natura non esistono**: o meglio, i colori, per come abbiamo imparato a conoscerli e nominarli nella nostra esperienza quotidiana, sono solo un'elaborazione della mente umana. Il colore deriva infatti dalla luce, che si propaga attraverso radiazioni di diversa frequenza e che colpisce gli oggetti che ci circondano, che a loro volta assorbono e riflettono queste radiazioni trasmettendole all'occhio umano.

Il nostro cervello interpreta e codifica le informazioni che arrivano dall'esterno attraverso i recettori della retina sensibili alla luce, i coni e i bastoncelli, che trasformano gli impulsi luce in impulsi nervosi. In questo modo noi **percepriamo il colore**, vediamo cioè solo le radiazioni **riflesse** da un oggetto e non quelle **assorbite**: la superficie di un oggetto illuminato assorbe infatti alcune radiazioni e ne riflette altre, a seconda del materiale di cui è composto e delle sue caratteristiche intrinseche.

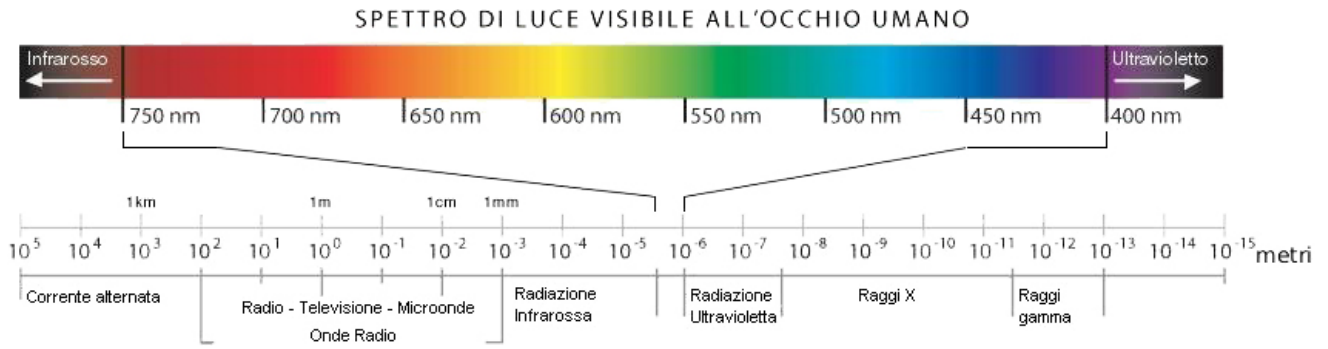
Per fare un esempio pratico, la superficie di un oggetto ci appare gialla quando assorbe tutte le radiazioni e riflette solo quelle la cui unione forma il colore giallo. Per lo stesso principio, un oggetto che ci appare bianco è composto da un materiale in grado di riflettere tutte le radiazioni che riceve, mentre ci appare nero quando le assorbe tutte.



Vediamo ora come si classificano, in base alla lunghezza d'onda, i colori dello spettro visibile.

■ Lo spettro di luce visibile all'occhio umano

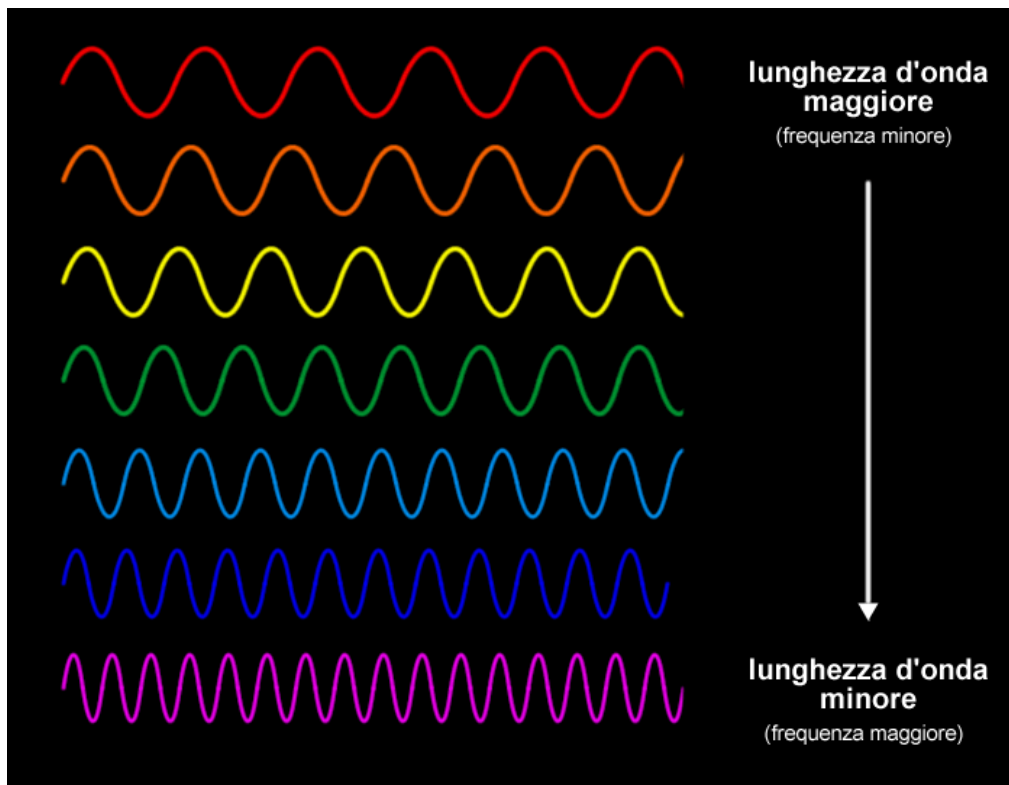
Come si sarà in parte già intuito, la luce visibile dall'occhio umano si compone di più radiazioni, potremmo dire di più colori, che rappresentano però solo in piccola parte tutte le onde di energia radiante propagate dal Sole. Questa piccola parte viene chiamata **spettro visibile** e comprende le onde comprese tra 380 nm e 780 nm.



Nello spettro visibile, detto anche **spettro luminoso** o **spettro solare**, le onde con lunghezza d'onda maggiore sono quelle che si avvicinano ai **raggi infrarossi** e quelle con lunghezza d'onda minore sono invece quelle più vicine ai **raggi ultravioletti**.

La lunghezza d'onda è inversamente proporzionale alla frequenza, cioè le radiazioni che hanno **maggior lunghezza d'onda** hanno anche **minore frequenza** e viceversa.

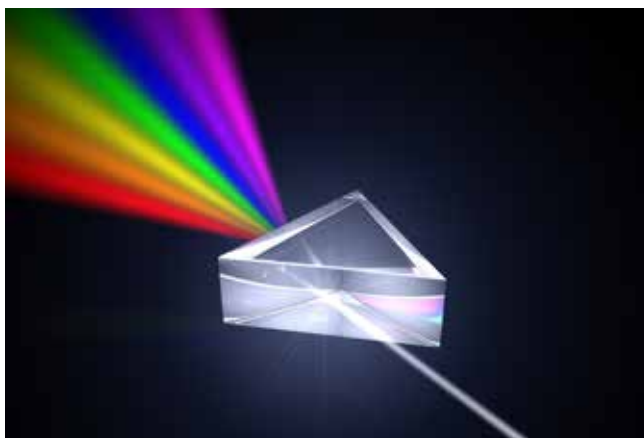
Lunghezza d'onda



Al di fuori dello spettro solare esistono ovviamente radiazioni luminose non visibili all'occhio umano, come per esempio i raggi X, i raggi gamma o le microonde.

■ L'esperimento di Newton e la scomposizione del fascio luminoso

L'immagine dello spettro solare diviso in questi sette colori ormai è diventata parte del nostro immaginario comune, grazie alle rappresentazioni grafiche più o meno stilizzate dell'arcobaleno. Questo fenomeno naturale, nel quale la luce del sole passa attraverso le gocce di pioggia scomponendosi nelle sue frequenze e mostrando quindi un arco composto dai sette colori dello spettro, ci ha insegnato a riconoscere naturalmente i colori che compongono la luce solare, ma la loro prima classificazione scientifica risale al 1666, anno nel quale il fisico-matematico inglese **Isaac Newton** eseguì l'ormai celebre **esperimento del prisma di vetro**. Lo scienziato fece passare un fascio di luce attraverso un prisma di vetro e notò che, attraverso una rifrazione interna al prisma trasparente, il fascio si scompondeva in sette colori accostati secondo questa successione: rosso, arancio, giallo, verde, blu, indaco, violetto.



Questi sette colori potevano inoltre essere raggruppati in tre bande di colori predominanti, corrispondenti ai colori rosso, verde e blu (da cui la sigla **RGB**, che indica **Red, Green, Blue**), definiti **colori primari della luce**, perché non scomponibili ulteriormente in un secondo passaggio attraverso un prisma. Nella realtà, questi colori primari si mescolano tra loro dando vita ad una vastissima gamma di tonalità: nel 1860 il medico inglese **Thomas Young** riuscì infatti a dimostrare che, con un'adeguata combinazione dei colori primari della luce, era possibile creare tutti i colori dell'arcobaleno.



➤ Un antico dispositivo didattico per la descrizione dell'esperimento del disco di Newton (*Museu da Ciência da Universidade de Coimbra, Portugal*).

L'esperimento di Newton dimostrò come la **luce bianca** possa in realtà essere scomposta in più colori che, come addendi di un'addizione matematica, una volta sommati danno come risultato un fascio luminoso bianco. La riprova di quanto dimostrato con l'esperimento del prisma è quello, sempre proposto da Newton, del disco colorato a settori e fatto girare velocemente: il disco, ruotando su un perno a velocità elevata, appare bianco. La spiegazione di questo fenomeno è sempre la stessa, ovvero che la luce bianca è la risultante di fasci luminosi di colori diversi, che nei due esperimenti vengono mostrati separatamente.

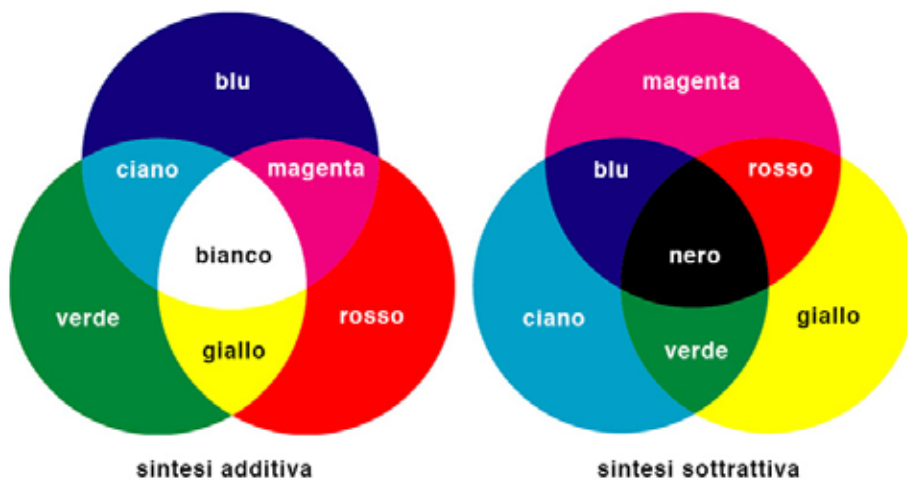
2 Colori luce e colori pigmento

Ipotizza, progetta, esplora...

Come mai, se si mescolano insieme i colori di una tavolozza, non si ottiene il bianco, come nell'esperimento del disco colorato, ma un colore scuro, molto vicino al nero?

E perché nei colori primari viene considerato il verde, che è ottenibile mescolando giallo e blu come si può sicuramente avere notato nell'esperienza quotidiana?

La risposta a queste domande è uno dei cardini su cui poggia la teoria del colore: è necessario distinguere tra i **colori-luce** e i **colori-pigmento**. I colori possono cioè essere ottenuti in due modi: mescolando **gradazioni luminose** oppure **pigmenti colorati** e la gamma cromatica che ne deriva si origina da **colori primari differenti** per l'uno e l'altro metodo.



■ Sintesi additiva

L'esperimento di Newton si basava sulla scomposizione di un fascio luminoso e individuava i **colori primari della luce**, dimostrando che la sensazione del colore era generata dall'emissione diretta di radiazioni luminose e dall'accostamento dei **tre colori RGB**, che potevano essere combinati tra loro in milioni di diverse combinazioni.

Dal momento che in questa modalità i colori si ottengono sommando fasci luminosi colorati, si parla di **sintesi additiva**, nella quale i **colori primari** sono appunto i colori-luce **rosso, verde e blu**, che combinati insieme – a due a due – danno origine ai **colori-luce secondari** (rosso magenta, giallo e blu ciano) e sommati tra loro in diverse combinazioni danno origine a colori sempre più chiari, cioè sempre più tendenti al bianco.

Nella sintesi additiva, il bianco si forma sommando in uguali proporzioni i tre primari, mentre l'assenza dei colori luce dà origine al nero.

Sintesi additiva

Tutti i colori intermedi si generano variando l'intensità dei fasci luminosi.

La sintesi additiva, in quanto processo che utilizza i colori-luce come elementi costitutivi, è il metodo utilizzato in tutti i sistemi che realizzano rappresentazioni grafiche proiettate, che non devono cioè essere stampate su un supporto materiale, ma che devono solo essere visualizzate attraverso uno schermo, un video o una proiezione. La grafica dei computer, della televisione, degli schermi scenografici, delle insegne luminose e di tutti i sistemi di presentazione multimediale si basa quindi su questo metodo di creazione del colore.



Sintesi sottrattiva

■ Sintesi sottrattiva

Tornando alla tavolozza di colori e agli esperimenti fatti mescolando tra loro colori materici, si può intuire che il metodo per ottenere le diverse tonalità di colore, utilizzando i colori-pigmento al posto dei colori-luce, funziona in modo totalmente diverso. Come abbiamo visto, l'occhio umano percepisce il colore di ogni oggetto reale in base alle radiazioni che questo oggetto assorbe o riflette: un oggetto giallo assorbe tutte le radiazioni tranne quelle, che, riflesse, formano il giallo che noi percepiamo.

Nella **sintesi sottrattiva**, un colore si forma quindi per assorbimento di una radiazione luminosa da parte di un pigmento: la porzione di luce rimasta, non assorbita dall'oggetto, viene riflessa e percepita dall'occhio umano. In questo processo, quindi, invece di sommare fasci luminosi si sottrae chiarezza, luminosità: la percezione del colore avviene attraverso l'eliminazione di alcune lunghezze d'onda da una luce bianca iniziale che, come già sappiamo, contiene già in sé tutti i colori.

I colori-pigmento primari sono quelli che abbiamo imparato a conoscere nella nostra pratica scolastica: il **blu ciano**, il **rosso magenta** e il **giallo** (che corrispondono ai **colori-luce secondari**). Dall'unione dei primari, derivano anche qui i secondari: verde, viola e arancione; dalla loro combinazione in parti uguali deriva invece il nero. Mescolando più colori in sintesi sottrattiva, quindi, avviene esattamente il contrario di quanto si verifica in sintesi additiva: il colore perde cioè luminosità e si avvicina sempre più al nero.

La sintesi sottrattiva è il principio su cui si basano i metodi di stampa in **quadricromia**, che utilizzano proprio la sigla **CMYK** (**Ciano, Magenta, Yellow e black**).

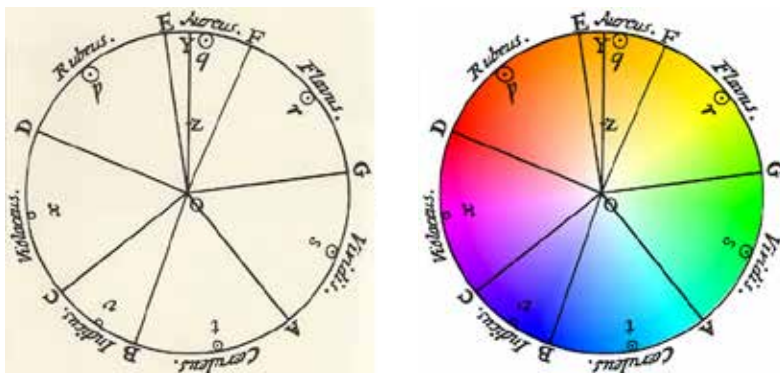


3 Teorie del colore

A partire dall'esperimento di Newton, le teorie del colore sono state innumerevoli, formulate non soltanto da scienziati, ma anche da artisti e filosofi, che hanno cercato di classificare i colori dell'iride in modo da poterli catalogare, utilizzare per ogni tipo di rappresentazione grafica o di interpretazione critica. Poiché sarebbe impossibile riassumerle tutte in poche pagine, ne illustreremo solo alcune per evidenziarne gli aspetti fondamentali e gli elementi innovativi.

■ I sistemi cromatici di Newton, Harris, Goethe, Runge, Field e Chevreul

A seguito dell'esperimento del prisma, **Newton** pubblica nel 1704 il trattato in tre libri *Optica*, nel quale per la prima volta compare, in sostituzione di quella lineare, una forma di **classificazione** dei colori dello spettro solare in **forma di cerchio**, sistema che diventerà il metodo grafico utilizzato da tutte le teorie del colore fino a quella di Itten, indubbiamente la più conosciuta e diffusa ancora oggi.



🔗 Il cerchio di Newton (*Opticks*, 1704).

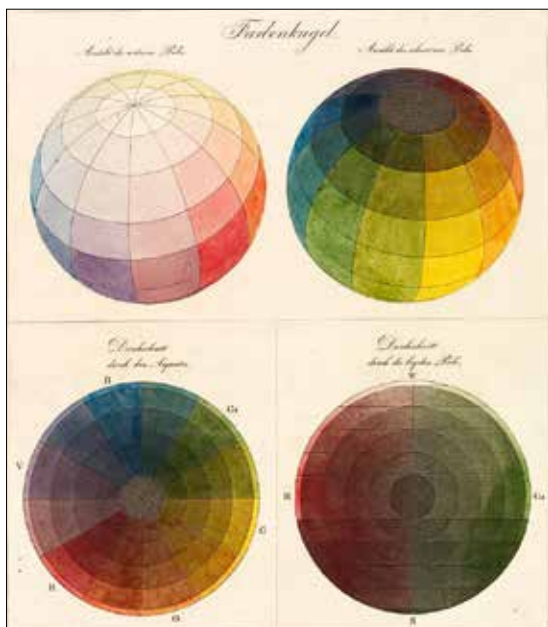
Nel sistema di **Moses Harris** del 1766 compare un dettaglio in più rispetto al cerchio dei colori impostato da Newton: al **centro del cerchio** appare per la prima volta la rappresentazione del concetto di **sintesi sottrattiva**, ovvero i tre triangoli dei colori primari si sovrappongono in un triangolo centrale di colore nero, che è la risultante della somma dei tre. Nel **cerchio di Harris** compaiono inoltre molte più gradazioni di colore di quelle presentate da Newton: il cerchio è infatti diviso in **18 settori**, in cui è visibile anche la progressiva chiarezza di ogni gradazione, procedendo dal centro verso le circonferenze più esterne.

Il **concetto di chiarezza** introdotto nel **cerchio di Harris** viene esplicitato ulteriormente nel modello del pittore **Philip Otto Runge**, che nel 1810 trasferisce per la prima volta la teoria del colore in un modello tridimensionale, trasformando il cerchio dei colori in una sfera, in cui ai poli opposti si trovano il bianco e il nero e sull'equatore i colori puri. La **sfera di Runge** è all'origine dei moderni sistemi di classificazione dei colori, che tengono conto anche dei fattori di chiarezza, purezza e saturazione, che vedremo in seguito.

Teorie del colore



🔗 Il cerchio prismatico di Harris (*Il Sistema naturale dei colori*, 1766).



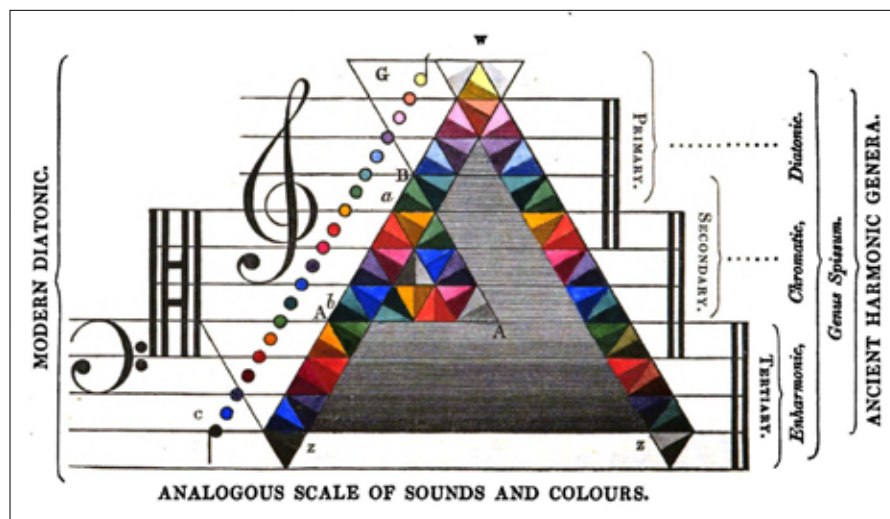
Philip Otto Runge, *La sfera del colore*, 1810.

La **teoria del colore** nei secoli si è sviluppata soprattutto grazie al contributo di **scienziati** che, a partire da Newton, hanno studiato e applicato i principi di ottica e la scomposizione della luce, oppure grazie a **pittori**, come Runge per esempio, che hanno sperimentato nella pratica quotidiana l'uso dei colori e dai quali derivano principi e classificazioni utili alle rappresentazioni grafiche.

Da considerare, inoltre, anche il contributo di artisti, filosofi e scrittori che hanno formulato teorie del colore che prendevano in considerazione soprattutto l'aspetto percettivo e psicologico del colore. Tra questi, sicuramente, è da citare **Goethe**, che nello stesso anno in cui viene pubblicata la Sfera di Runge partorisce la sua **Teoria dei Colori**, che, seppur tradotta graficamente in maniera simile a quella degli altri cerchi cromatici (con l'unica differenza del posizionamento dei colori complementari ai diametri opposti del

cerchio), punta maggiormente sulle **qualità sensoriali** dei colori e sulla loro **percezione soggettiva**. Distingue colori fisiologici, fisici, chimici, in base alla loro natura e all'accostamento con altri colori sullo sfondo, anticipando le teorie di Itten.

Un altro modello che punta sull'aspetto soggettivo e percettivo del colore è quello di **George Field** che, oltre a colori primari e secondari, distingue **colori caldi e freddi** e cerca di abbinare colori e toni musicali, come in realtà già Newton aveva sinteticamente provato a fare: nel cerchio di Newton i settori del cerchio sono infatti otto, e la loro diversa ampiezza si basa sulle proporzioni di un'intera ottava della scala musicale, con le lettere maiuscole annotate sull'esterno del cerchio che corrispondono alle note secondo la denominazione anglosassone (A=la, B=si, C=do ecc.). Un ulteriore sviluppo delle connessioni colore-musica si avranno attraverso l'opera di **Kandinsky** e dell'**Astrattismo lirico**.



George Field, *Chromatics*, 1846.

Tra le teorie del colore che hanno avuto più connessioni con il mondo dell'arte, in particolar modo con il **Divisionismo** e il **Puntinismo**, sicuramente bisogna ricordare quella del chimico francese **Michel Eugène Chevreul**, che suddivide ulteriormente il cerchio cromatico in 72 settori e inizia a studiare gli effetti dei **contrasti simultanei**, cioè la percezione dell'intensità luminosa e del tono dei colori in base alla loro sovrapposizione a campi cromatici diversi.

Le opere di **Signac**, **Seurat** e **Delacroix** mostrano chiaramente l'influenza degli studi fatti da Chevreul sull'uso dei colori primari e secondari e sull'accostamento dei colori complementari: nelle migliaia di pennellate gialle e blu del prato della *Grande Jatte* di **Seurat** sono visibili gli effetti dell'influenza sull'artista degli studi del chimico francese.



🕒 Il cerchio cromatico di Chevreul.



🕒 George Seurat, *Un pomeriggio alla Grande Jatte*, 1884-1886.

■ Il cerchio di Itten e i sette contrasti di colore

I contrasti di simultaneità individuati da Chevreul sono uno dei sette contrasti cromatici illustrati da **Johannes Itten**, artista e insegnante della scuola del **Bauhaus**, noto soprattutto per il suo saggio **Arte del colore**, nel quale affronta il tema della percezione del colore ripercorrendo la strada degli antichi maestri della storia dell'arte e degli artisti dell'**Astrattismo** a lui contemporanei.

Le codificazioni e la metodologia illustrate nel suo saggio, che rappresentano un po' la sintesi e il coronamento di un lungo percorso di teorie del colore succedutesi nei secoli, sono ancora oggi prese ad esempio ed utilizzate non solo da chi lavora nel mondo dell'arte, ma anche da quanti vogliono comprendere e analizzare un'immagine dal punto di vista del colore.

L'immagine del suo cerchio dei colori, nota a tutti gli studenti delle scuole secondarie, esemplifica e sintetizza le teorie del colore precedenti: al **centro del cerchio** si trovano i **colori pigmento primari**, dal cui accostamento si generano i **triangoli dei colori secondari**, posizionati in modo diametralmente opposto ai propri complementari. Sulla **circonferenza** sono infine posizionate le diverse tonalità di colori puri, i **colori terziari**.



🕒 Il cerchio cromatico di Itten, 1961.

Cerchio di Itten

Nello stesso modo, Itten definisce anche la sfera dei colori in cui – come già Runge – introduce anche la variazione di chiarezza.

Una parte innovativa del suo saggio è quella dedicata ai **contrasti di colore**, cioè agli **effetti percettivi ed emotivi** che i diversi accostamenti di colore possono avere sull'occhio umano: colori affini tra loro possono creare effetti di armonia e quiete, colori contrastanti, al contrario, esaltazione cromatica ed eccitazione.

Itten individua sette tipi di contrasto possibili: alcuni dovuti a differenze di tono tra i colori accostati, come il contrasto timbrico di colori puri di tonalità diverse (per esempio i tre colori primari), tra colori caldi e freddi, tra chiari e scuri, tra colori complementari (cioè tra un colore primario e il secondario che non lo contiene, come ad esempio il rosso con il verde). Altri dovuti al rapporto tra figura e sfondo, come il contrasto di simultaneità, di quantità o di qualità, che dipendono dall'accostamento di un colore con uno sfondo più o meno luminoso o saturo.

Le teorie di Itten dimostrano come la percezione del colore dipenda non solo dalle caratteristiche intrinseche di quel colore, ma anche dagli accostamenti possibili che ne vengono fatti.

➔ I sette contrasti cromatici di Itten sintetizzati graficamente:

1. Contrasto di quantità
2. Contrasto timbrico di colori puri
3. Contrasto di complementari
4. Contrasto di colori chiari e scuri
5. Contrasto di qualità
6. Contrasto di colori caldi e freddi
7. Contrasto di simultaneità



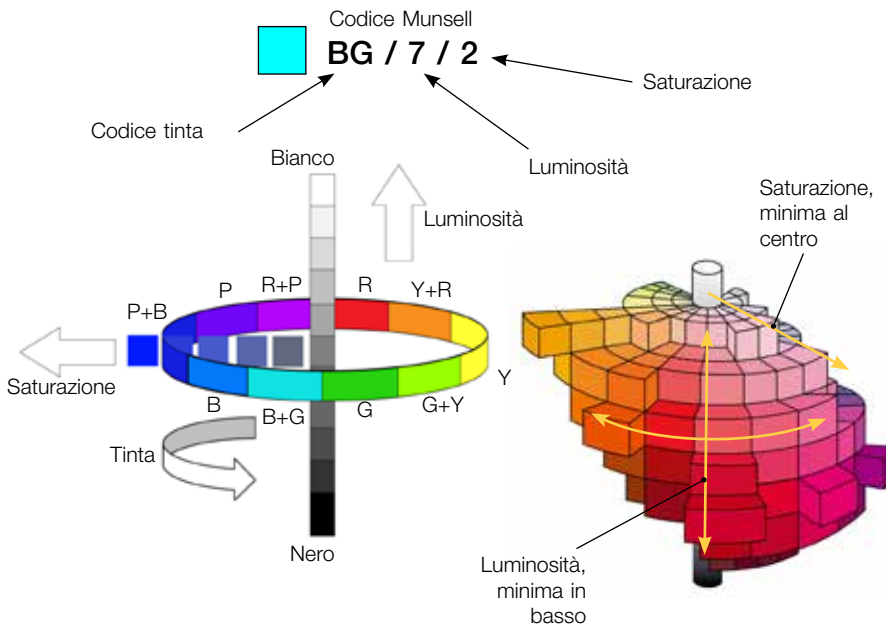
■ L'albero di Munsell

Tra la sfera di Runge e quella di Itten, è necessario menzionare un modello che è all'origine di molti sistemi moderni di classificazione dei colori.

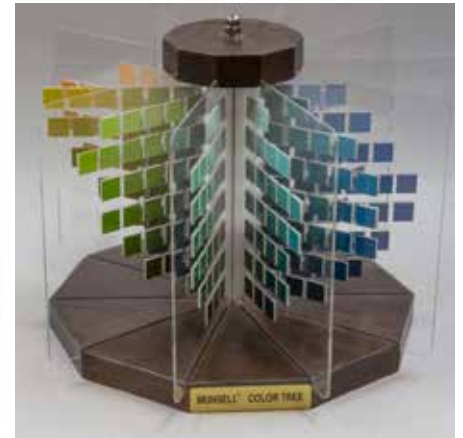
Tra il 1904 e il 1916, il pittore **Albert Munsell** si stacca finalmente dal rigido modello geometrico del cerchio dei colori e dalle sue limitazioni per arrivare a creare un **sistema cromatico tridimensionale** e asimmetrico, basato unicamente sugli aspetti percettivi del colore, il cosiddetto **albero di Munsell**. In questo modello ogni colore viene classificato in base a tre attributi: la **tinta** o **tonalità (Hue)**, la **chiarezza (Value)** e la **saturatione (Chroma)**. I tre attributi sono distribuiti sui tre assi spaziali dell'albero:

Albero di Munsell

- sull'**ordinata**, cioè sul tronco centrale di questo albero, viene definita la **gradazione della chiarezza**, dal bianco, in alto, al nero, in basso; i colori che si trovano nella parte alta dell'albero sono colori più luminosi, quelli che si trovano invece nella parte bassa dell'albero sono i colori più scuri, che hanno perso luminosità;
- sull'**ascissa**, ovvero sui cerchi concentrici dell'albero, viene indicata la **saturazione**: avvicinandosi al centro di ogni cerchio, e quindi al tronco dell'albero, i colori vengono **desaturati**, cioè si avvicinano sempre più alla tinta grigia e si allontanano invece dal colore puro;
- sulla **circonferenza esterna**, all'altezza di un equatore immaginario come nella sfera di Runge, vengono indicate le **tinte pure**, cioè nel loro massimo grado di saturazione.



➤ Esempio di codificazione di un colore secondo il sistema Munsell e il modello tridimensionale dell'albero.



4 Aspetti percettivi del colore

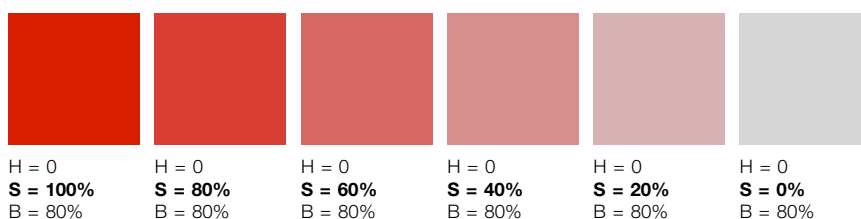
Come possiamo intuire, **identificare un colore** e ricrearlo è un'operazione complessa e dipende dai parametri che si intendono seguire. Abbiamo visto che è fondamentale distinguere innanzitutto se stiamo operando con **colori-luce** o con **colori-pigmento**, quindi in **sintesi additiva** o **sottrattiva**.

Le diverse teorie del colore, sviluppatesi dal diciassettesimo secolo fino ad oggi, ci hanno mostrato alcuni aspetti del colore: la classificazione in base alla purezza o alla luminosità, la capacità di evocare sensazioni e di miscelare tinte diverse, ma soprattutto che è fondamentale la **percezione** di quel colore da parte dell'osservatore. Ci sono infatti **caratteristiche fisiche** del colore, codificabili secondo scale cromatiche e sistemi internazionali, ma ci sono anche aspetti legati alla **percezione** del colore, che dipendono invece dall'osservatore e dalle caratteristiche dell'ambiente in cui il colore si trova immerso.

■ Tinta, luminosità e saturazione

Gli attributi individuati da Munsell – **tonalità**, **chiarezza** e **saturazione** – sono le caratteristiche fondamentali che permettono di identificare un colore e distinguerlo dagli altri.

Spesso viene fatta confusione tra questi tre termini, anche per via delle diverse traduzioni che rischiano di identificare un aspetto con l'altro. Cerchiamo quindi di chiarirne il significato.



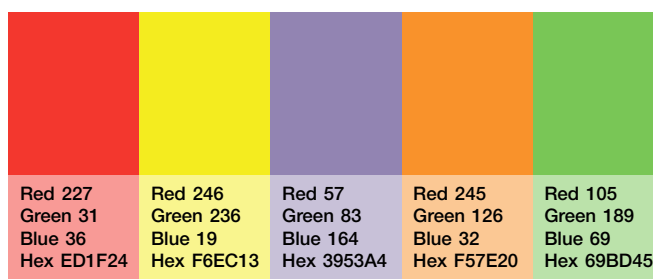
Tinta, tono, (HUE)

Indica il “nome” del colore, la qualità cromatica corrispondente ad una certa **lunghezza d'onda**.

È la caratteristica che qualifica un colore.

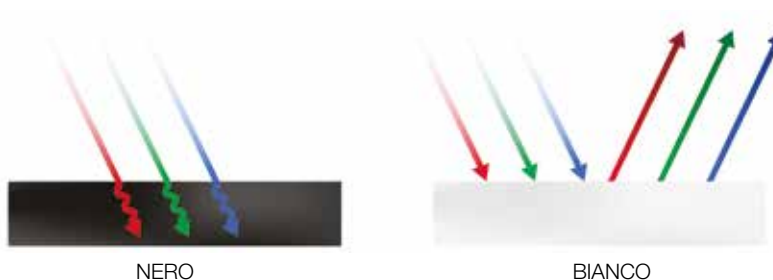
Tinta

↻ La tinta è la qualità del colore che definisce la sua lunghezza d'onda, differenziandolo da tutti gli altri colori.



Luminosità, chiarezza, (lightness o brightness)

Indica quanto è luminoso un colore, l'**ampiezza dell'onda** di quel colore, la **quantità** di luce riflessa. Un colore è tanto più luminoso, chiaro, quanto più bianco contiene e, viceversa, meno luminoso se contiene più nero. Il bianco riflette infatti il 100% della luce incidente mentre il nero lo 0%.



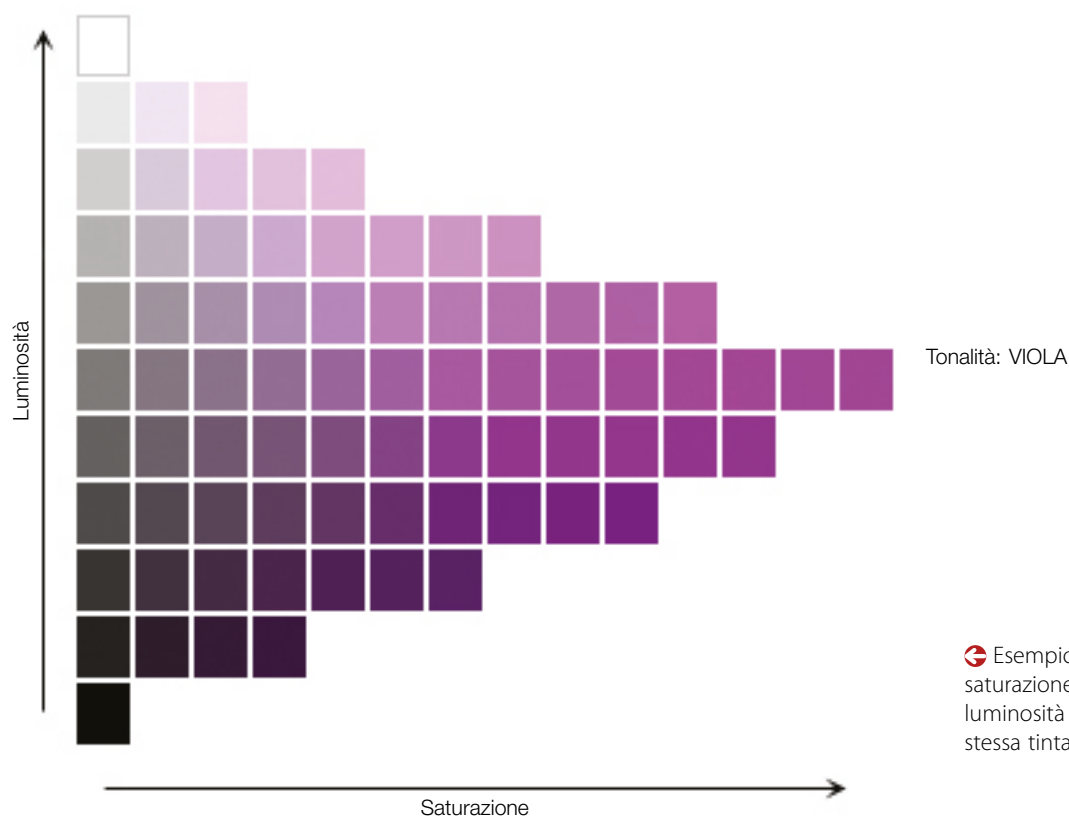
Ampiezza d'onda. È la differenza tra il valore massimo dell'onda elettromagnetica e il valore di equilibrio, in pratica l'altezza della curva data dall'oscillazione rispetto alla direzione di propagazione.

Luminosità

Saturazione, purezza, intensità (saturation o chroma)

Indica il grado di **concentrazione** di un colore, il suo grado di **purezza**. La saturazione massima si ottiene quando un colore non contiene percentuali di nero, bianco o di altre tinte: i colori dello spettro solare sono colori puri. Un colore puro, mescolato con altri, soprattutto il bianco, il nero o il grigio, perde la sua brillantezza e diventa opaco, spento. Il grado di saturazione o purezza di un colore corrisponde al suo **valore timbrico**.

Saturazione



🔄 Esempio di variazione di saturazione (in ascissa) e di luminosità (in ordinata) per una stessa tinta.

■ La percezione del colore

La percezione del colore dipende anche, come si è già visto nello studio dei contrasti di Itten, da fattori non direttamente connessi alle caratteristiche intrinseche al colore stesso.

Per esempio, l'intensità e il colore della luce a cui un oggetto è esposto modificano la percezione di quel colore: la **luce solare** (o **luce naturale**) è la fonte luminosa migliore per osservare i colori, perché contiene tutto lo spettro cromatico naturale, mentre le fonti di luce artificiale spesso restituiscono gradazioni cromatiche alterate, troppo fredde o troppo intense. Anche la luce naturale può subire variazioni, a seconda del momento della giornata, della latitudine, delle condizioni meteorologiche o ambientali che determinano la presenza o l'assenza di particelle sospese nell'aria.

Un altro fattore che incide sulla percezione del colore è la **posizione** della fonte luminosa, se vicina o lontana dal soggetto che stiamo osservando e quindi dall'**incidenza dei raggi luminosi** sulla superficie colorata che osserviamo.

I diversi materiali di cui sono fatti gli oggetti che ci circondano e le loro proprietà fisiche e organolettiche incidono inoltre sulla percezione del colore: il **tipo di superficie**, liscia o ruvida, la **porosità**, la **lucentezza** e il grado di **opacità**, la sua **traslucenza**, solo per fare degli esempi, sono tutti fattori che ci fanno percepire in modo diverso uno stesso colore.

Come già indicato negli studi di Itten, l'accostamento tra colori può parzialmente alterare i valori visivi. Accostando un colore puro ad una tinta meno satura o addirittura ad un grigio, quel colore ci apparirà più brillante (**contrasto di qualità**) e ci richiamerà subito alla mente il suo colore complementare (**contrasto di simultaneità**); spesso la percezione di un'immagine dipende anche dai colori utilizzati per il soggetto principale e da quelli utilizzati per lo sfondo.



Lo sfondo influisce sulla percezione del colore: questi denti, assolutamente identici, assumono lievi differenze cromatiche a seconda dello sfondo con il quale contrastano.

La percezione del colore ha poi una **componente psicologica**, come già Goethe aveva cercato di dimostrare: le sensazioni di caldo o freddo, di quiete o di ansia sono legate alla tonalità dei colori e provocano in noi reazioni diverse anche in base al nostro vissuto esperienziale.

Infine, influenza la percezione dei colori anche la **capacità di osservare** del soggetto, intesa non solo come qualità della vista, ma anche come grado di attenzione dovuto all'età e all'esperienza.

■ 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.

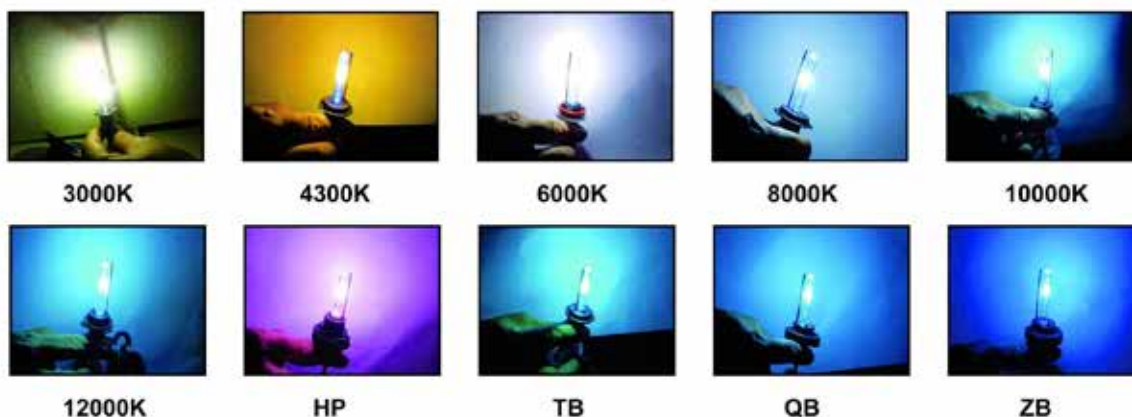


Come sanno bene i fabbri, a seconda di quanto è riscaldato un corpo metallico varia il suo colore.

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**.



5 Aspetti percettivi del colore nella protesica dentale

Anche nella modellazione dentale possiamo ritrovare le stesse classificazioni cromatiche e le stesse problematiche che caratterizzano la rilevazione e la riproduzione delle tinte.

Riprodurre il colore esatto di un dente o scegliere la tinta giusta sono operazioni che richiedono molta attenzione, perché si deve tenere conto non solo della tinta dominante di una superficie dentale, ma anche delle diverse tonalità che si sovrappongono a questa, dovute a particolari pigmentazioni o alla diversa posizione e spessore degli strati di smalto e dentina. Nella riproduzione di un colore dentale si devono considerare molti fattori: innanzitutto le caratteristiche fisiche del colore da riprodurre o al quale ci si vuole avvicinare, in caso si debbano scegliere dei denti artificiali; in secondo luogo, è necessario tenere conto di tutti gli aspetti che influenzano la nostra percezione del colore, ai quali si è accennato in precedenza.

■ Tinta, valore e croma

Le tre caratteristiche fondamentali di un colore assumono denominazioni specifiche quando riguardano l'ambito dentale, in particolare parliamo di **tinta** per definire il colore di un dente, di **valore** per indicarne la luminosità e di **croma** per indicarne il livello di saturazione.



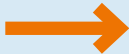
La **tinta** di un dente è la gamma cromatica a cui appartiene, generalmente identificata con una delle quattro dominanti (marrone-rosso, giallo-rosso, grigio, rosa-grigio).

🔦 La temperatura di colore differenzia le luci più calde da quelle più fredde e viene misurata in Kelvin (K).

Il **valore** di un dente è invece la quantità di grigio presente in quel dente, per cui un dente “basso di valore” è un dente troppo “scuro” rispetto agli altri e, viceversa, un dente “alto di valore” è un dente troppo chiaro rispetto agli altri.

Il **croma**, infine, è la saturazione di una tinta dentale, la sua intensità: un dente “basso di croma” significa che non presenta un colore intenso, ma smorzato con troppo bianco, per esempio; un dente “alto di croma” è invece caratterizzato da un colore intenso e puro.

Potremmo quindi fare la seguente associazione:

Cambiare la tinta di un dente		Cambiare il colore
Abbassare il valore di un dente		Abbassarne la luminosità e renderlo più grigio
Aumentare il croma di un dente		Rendere il colore dominante del dente più intenso e puro

Analizziamo un esempio pratico che riguarda un incisivo centrale superiore:



■ Aspetti esterni che influenzano la percezione del colore

Anche la percezione del colore dentale è influenzata da fattori che non dipendono dalle caratteristiche intrinseche di quel colore, ma sono determinati **dall'ambiente** circostante o **dall'osservatore**.

Il primo fattore fondamentale nella rilevazione del colore dentale è la luce: quella naturale, in particolare quella del primo pomeriggio, è più indicata per una rilevazione fedele. In mancanza di luce naturale si può ricorrere a quella artificiale, ma l'intensità di luce dovrebbe essere di 300 **Lux** e non colpire direttamente l'area dentale, per evitare che l'alto potere di rifrazione della superficie dentale abbagli e saturi l'occhio dell'operatore.

Nella percezione del colore dentale sono inoltre fondamentali tutti gli elementi a stretto contatto con i denti: abbiamo visto, con le teorie dei contrasti di Itten, quanto sia importante l'**accostamento dei colori** per la loro corretta percezione. Quindi, il colore delle **labbra** (e l'eventuale rossetto), la pigmentazione del **tessuto gengivale**, le eventuali **otturazioni**, giocano tutti un ruolo fondamentale nella rilevazione del colore dei denti di un paziente. Anche il colore dell'**abbigliamento** o delle **pareti dello studio** possono influenzare la percezione del colore da parte dell'operatore.

Proprio per questo, per la rilevazione del colore dentale sono molto utili alcuni strumenti: in genere si tratta di **maschere** munite di un foro centrale della dimensione di un dente, che permettono di isolare temporaneamente il dente dai colori attigui che ne potrebbero influenzare la percezione cromatica.

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



↻ Utilizzo di uno strumento per il mascheramento dei fattori esterni nella scelta di un colore dentale.

6 Scale di colore e colorimetria

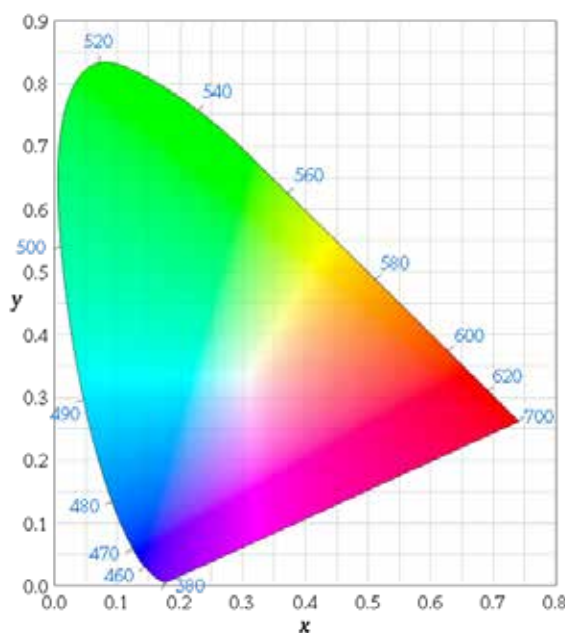
La **colorimetria** è la scienza che studia il colore e lo identifica in modo esatto. In essa confluiscono elementi di ottica, fisiologia e psicologia. Nella colorimetria gli elementi fondamentali per l'identificazione di un colore sono l'oggetto e le sue caratteristiche di superficie, la fonte illuminante e la sensibilità spettrale dell'occhio.

Colorimetria

Esistono diversi sistemi di classificazione dei colori, che si differenziano tra loro in base al loro campo di utilizzo (computer grafica, stampa, edilizia, modellazione dentale...). Ne citiamo di seguito alcuni tra i più diffusi.

Il diagramma CIE

La moderna evoluzione della rappresentazione grafica dei colori a forma di cerchio è questo diagramma ideato nel 1931 dal **CIE (Commission International de l'Eclairage)**. La forma si discosta dal cerchio ma contiene più informazioni rispetto ai modelli che lo hanno preceduto, poiché evidenzia subito la **lunghezza d'onda** alla quale corrisponde un certo colore e le sue relazioni con gli altri colori. Le lunghezze d'onda sono collocate sul perimetro del diagramma e i colori all'interno ne esprimono la **sintesi additiva**: collegando due punti esterni sul diagramma si trovano, sulla linea, tutti i colori ottenibili mescolando i due colori individuati. Se la linea che collega i due punti-colore passa per il centro del diagramma, dove si trova una zona bianca, significa che l'unione di quei due colori dà origine al bianco.



I metodi RGB, HSB, CMYK, Lab

RGB, HSB, CMYK, Lab

La gestione digitale del colore consente la visualizzazione delle immagini digitali con la stessa intensità di colore su qualunque periferica (monitor, stampante, scanner ecc.), a cui è necessario assegnare un **profilo colore** che ne indichi le caratteristiche cromatiche.

Dal 1993, l'ICC (International Color Consortium), fondato dalle più importanti aziende di computer grafica, si occupa di gestire questo documento informatico in grado di contenere le informazioni per convertire i colori da uno **spazio colore** ad un altro.

Il **profilo colore** viene generalmente fornito dal produttore del software. Ad ogni immagine viene associato il profilo colore della periferica di destinazione e, quando l'immagine viene stampata o visualizzata, il sistema di gestione del colore calcola una conversione di colore tra il profilo dell'immagine originaria e il profilo della periferica in uscita. Questo accade perché, come abbiamo già visto, l'effetto percettivo del colore risulta estremamente diverso se il supporto è un monitor, ad esempio, oppure la carta stampata, o, nel caso della protesica dentale, la resina. I colori destinati alla stampa sono **colori-pigmento** e rispondono alle logiche della **sintesi sottrattiva** e al **modello CMYK**, mentre i colori destinati alla visualizzazione sono invece **colori-luce** e si generano per **sintesi additiva**, rispondendo quindi al **modello RGB**.

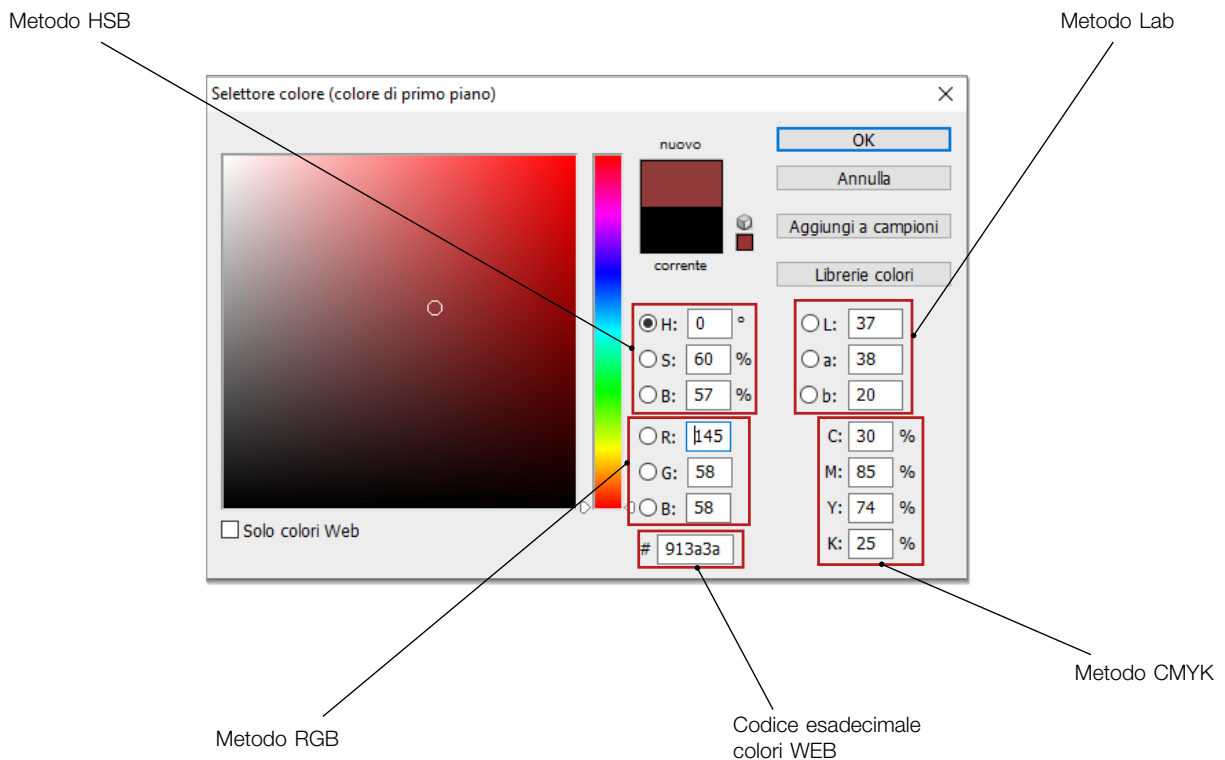
Il **modello RGB** si basa sui tre colori Red-Green-Blue assumendo per ognuno 255 valori differenti: al valore 0 corrisponde il nero, al valore massimo per ognuno dei tre colori il bianco.

Legato al modello RGB è il **modello HSB, Hue-Saturation-Brightness**, che definisce i tre attributi di Munsell per ogni colore individuato.

Il **modello CMYK** è, come già detto, destinato alla stampa, ma non sempre ciò che è visibile a schermo è stampabile e spesso non c'è esatta corrispondenza tra il colore a video e quello trasferito su carta (o altro supporto materiale).

Il **metodo LAB** infine, indica la **luminosità** in una scala di valori da 0 a 100, individuabili su due assi, **a (verde-rosso)** e **b (blu-giallo)**.

Spesso i quattro sistemi compaiono insieme nel pannello di controllo dei programmi di grafica o fotoritocco.



Scala Vita

7 La scala Vita

Nell'ambito dentale, per definire il colore di un dente, si ricorre a vere e proprie **palette** fornite dalle case produttrici di prodotti per odontotecnici e odontoiatri, che si basano sulla limitata gamma cromatica dentale, che come abbiamo visto, ruota attorno a quattro tinte dominanti.

La più diffusa di queste è senz'altro la **scala Vita Classic A1-D4**, utilizzata ormai da alcuni decenni, che si compone di **16 campioni**, suddivisi nelle tonalità in ordine di chiarezza delle quattro tinte dominanti **rosso-marrone, rosso-giallo, grigio, rosso-grigio**. Nella rilevazione del colore dentale è possibile accostare il dente campione al dente del paziente per confrontarne la corrispondenza di tinta, valore e croma.

Negli ultimi anni sono state prodotte anche scale che si compongono di un maggior numero di campioni e riescono a coprire quindi anche le tinte intermedie e altre che sono destinate alla selezione dei singoli tessuti del dente (dentina, smalto, pigmentazioni ecc.).



La scala Vita e la sua suddivisione secondo le 4 dominanti maggiori (A, B, C, D). Da notare che mentre la lettera A si compone di 5 gradazioni (la più diffusa, la A3,5), la D ne presenta solo 3. Inoltre, con l'evoluzione degli sbiancamenti professionali, ultimamente la scala si è arricchita di tre toni bianchissimi, utilizzati per gli sbiancamenti oltre il colore B1 (il più bianco dei colori originali).

Alcune scale colori dedicate permettono di rilevare il colore gengivale.



BIBLIOGRAFIA

- Dorflès G., Munari B., Pinotti A., Ragazzi M., Dalla Costa C., Il linguaggio visuale, strumenti e tecniche, Atlas, 2003
- Dorflès G., Pinotti A., Nuova Comunicazione Visiva, Atlas, 2015
- Fava N., Galli L., Rappresentazione e modellazione odontotecnica, Vol. 2, Franco Lucisano editore, 2011
- Francavilla C., Progettazione grafica, Hoepli, 2011
- Itten J., Arte del colore, Il Saggiatore, 2010
- Tognozzi C., Tognozzi D., Grafica Attiva, Editrice San Marco, 2013