

Progettare il contrasto discromatico

Una soluzione d'approccio al colore
accessibile per l'impiego nel wayfinding

Filippo Tortelli, mat. 965436
relatore: Salvatore Zingale
correlatrice: Dina Riccò

**Progettare il contrasto discromatico
Una soluzione d'approccio al colore
accessibile per l'impiego nel wayfinding**

Politecnico di Milano, Scuola del Design
Laurea Magistrale in Design della Comunicazione
A.A. 2022/2023

Stampa presso: Tipografia Reali, Milano
Finito di stampare nel mese di luglio 2023
Typeface: GT Sectra (Grilli Type Foundry)
by Dominik Huber, Marc Kappeler, Noël Leu

**Filippo Tortelli, mat. 965436
relatore: Salvatore Zingale
correlatrice: Dina Riccò**

Indice

Abstract	7	4 Teorizzare il contrasto cromatico	51
Introduzione	11	4.1 Il primo periodo di teorizzazione	52
1 Il segno cromatico	15	4.1.1 La concezione geometrica di Moon e Spencer	
1.1 Il primato della visione	15	4.1.2 Itten e il contrasto nell'arte	
1.2 Due media percettivi	16	4.2 Un cambio di prospettiva	68
1.2.1 Ricezione passiva e subordinazione		4.2.1 Albers e l'interazione del colore	
1.3 Colore e modi dell'espressione	19	4.2.2 L'interdisciplinarietà attuale	
1.3.1 Gli svantaggi della comunicazione simbolica		5 Un precedente, la segnaletica di Seoul	73
1.4 L'impiego nel wayfinding	22	5.1 I risultati della simulazione	73
1.4.1 La variabile cromatica		5.1.2 La simulazione sulla segnaletica	
1.4.2 La funzione cromatica		5.2 Nuove combinazioni accessibili	78
1.4.3 L'ospedale San Paolo di Milano		5.2.1 Combinazioni cromatiche per la sicurezza	
2 Design accessibile e discromatopsia	29	5.2.2 Combinazioni cromatiche per l'identificazione	
2.1 Conoscere mediante contrasto	30	5.2.3 Combinazioni cromatiche per l'estetica	
2.2 Progettare il colore accessibile	31	5.3 Considerazioni conclusive	87
3 Simulare la visione discromatica	35	Conclusioni	89
3.1 L'esistenza dei colori	35	Bibliografia e sitografia	91
3.1.1 Coni e discromatopsia		Indice delle figure	95
3.1.2 Effetti collaterali del deficit		Ringraziamenti	99
3.1.3 Costruire il colore mediante confronto			
3.2 Confronto e mescolanze cromatiche	38		
3.2.1 L'opponenza cromatica			
3.3 Il processo traduttivo	39		
3.3.1 Nella pratica progettuale			

Abstract

Si parla di contrasto cromatico nella misura in cui è evidente una differenza tra due o più colori posti a confronto. Parlare d'accessibilità durante la progettazione, al contempo, significa occuparsi che quest'evidenza sia garantita a tutti gli utenti per com'è stata prefigurata, affinché la sua efficacia comunicativa rimanga invariata anche per le persone con discromatopsia, una condizione che comporta un'alterata e limitata percezione dei colori.

Questa tesi è volta a descrivere, innanzitutto, le ragioni d'impiego del colore nel progetto di comunicazione. Il colore è seducente e impattante, capace di chiamare l'attenzione e guidare il comportamento dell'utente, e il suo impiego nell'ambito del wayfinding evidenzia bene questo ruolo di marcatore e guida.

In seguito, s'introduce una possibile soluzione d'approccio alla progettazione del contrasto cromatico accessibile, in due fasi. Nella prima, i metodi di simulazione trasformano i colori di un'immagine digitale per come sarebbero visti da una persona con uno dei differenti tipi di discromatopsia, permettendo di testarne il livello d'accessibilità e di intervenire dove ci siano delle inadeguatezze.

Secondariamente, le teorie del contrasto cromatico, di cui è dato un quadro storico di riferimento, consentono un approccio sistematico al colore, quando cresce il grado di complessità della sfida progettuale e dove l'intuito e l'esperienza ordinaria terminano di essere esaurienti. Infine, è descritto un precedente sviluppato secondo l'approccio appena esposto: la riprogettazione delle combinazioni cromatiche per la segnaletica di Seoul affinché il contrasto sia reso accessibile anche alle persone con discromatopsia.

Abstract (ENG)

The term “chromatic contrast” is assigned as soon as the difference between two or more compared colours is evident. Talking about accessibility during the design process, at the same time, means making sure that this evidence is guaranteed for all users as it has been intended, so that its communicative effectiveness remains unchanged even for people with dyschromatopsia, a condition that results in an altered and limited perception of colours.

This thesis aims to describe, first of all, the reasons behind the use of colour in communication design. Colour is enticing and impactful, capable of drawing attention and driving user behaviour, and its use in wayfinding evidently points out this role of marker and guide.

A feasible solution approach to the design of accessible colour contrast is subsequently introduced in two stages. In the first, simulation methods transform the colours of a digital image as they would appear to a person with one of the different types of dyschromatopsia, allowing the testing of its accessibility level and the intervention where there are inadequacies.

Secondly, the theories of colour contrast, of which a historical reference framework is given, allow for a systematic approach to colour, when the degree of complexity of the design challenge grows, and ordinary intuition and experience cease to be exhaustive. Finally, a previous paradigm, developed according to the approach just outlined, is described: the redesign of colour combinations for signage in Seoul to make the contrast accessible for people with dyschromatopsia.

Introduzione e premesse

«L'abilità del progettista deve [...] ogni volta misurarsi con la destrezza nel *far vedere*» (Ricco 2008: 17; corsivo dell'autrice) perché ogni forma visiva, ogni artefatto comunicativo, si dispone allo sguardo dell'utente e guida la sua attenzione secondo un certo percorso che stabilisce. L'occhio è attratto da alcuni elementi piuttosto che da altri, dei *puncti* o centri dell'attenzione dai quali si «sviluppa il percorso di lettura e attraverso cui lo sguardo viene guidato. [...] Guidare l'attenzione significa condurre lo sguardo del destinatario in modo da fargli compiere il percorso desiderato» (Bucchetti 2007: 74). Ed è per questo che il progettista, nel progetto comunicativo, deve fare i conti con le modalità e i limiti della visione.

Se l'utente di una comunicazione è rappresentabile come un *canale*, con un ingresso e un'uscita, sapremo che la capacità di quel canale equivarrà alla differenza tra la misura dell'informazione all'ingresso e la misura dell'informazione all'uscita. Ciò che conta è la non-proporzionalità del processo: quando l'utente è in presenza di grandi quantità d'informazione, l'informazione d'uscita smette di aumentare analogamente. «Maggiore è la quantità d'informazione più aumenta progressivamente la selezione. [...] Il soggetto incorre in errori e omissioni» (Anceschi 1991: 66; in Ricco 2008: 12).

L'attenzione di un utente non è immune a facili distrazioni. Ogni elemento compositivo di un sistema, e con esso l'informazione che porta, potrebbe risultare invisibile se fosse collocato fuori dal centro d'interesse attuale. Nell'esperimento, piuttosto noto, di Simons e Chabris alcuni osservatori avevano il compito di contare i passaggi della palla durante la proiezione di una partita di basket. Gli osservatori furono talmente coinvolti nel compito assegnatoli che la maggior parte di loro non si accorse della presenza di un gorilla che attraversava lo schermo.

«L'informazione visiva non è sempre visibile. Siamo certi di poter cogliere, in una qualsiasi situazione ambientale, tutto il *da vedere* possibile presente e compatibile con i limiti umani; tuttavia, pure nelle condizioni d'integre capacità visive, anche in quei casi di fatti imponenti presenti nel campo visivo, taluni stimoli sensoriali rimangono del tutto o in parte inavvertiti» (Ricco 2008: 11; corsivo dell'autrice)

Ed ecco il secondo ostacolo: la mancanza delle «condizioni d'integre capacità visive». La discromatopsia, più comunemente detta daltonismo dallo studioso John Dalton che se ne occupò per primo, è un deficit della vista che non consente di discriminare alcune tonalità di colore. Per molte persone, questo deficit non consente di poter fruire l'informazione cromatica per com'è stata progettata, rendendo l'artefatto inefficace e non-comunicante. Questa tesi propone una possibile soluzione metodologica alla progettazione accessibile del colore, affinché la sua efficacia comunicativa sia invariata anche per

le persone con discromatopsia. Le ragioni della scelta dell'argomento di tesi sono state due. Innanzitutto, il tema dell'accessibilità nella progettazione è un tema disciplinare che è stato acquisito abbastanza recentemente, e che merita una messa a fuoco. Precedentemente, ci si riferiva solo ad una sorta di utente ideale, e non corrispondente al vero, nel modo in cui il *Modulor* di Le Corbusier del 1948 stabilisce una scala di proporzioni universalmente valide per le misure dell'uomo ispirandosi all'idea dell'uomo vitruviano umanista. Tuttavia, riferirsi ad un'utenza ideale o standardizzata è sconveniente, perché sono pochissime le persone reali che somigliano a questo canone, ed ognuno, con le proprie specificità, è per la maggior parte un'eccezione alla regola. Si passò quindi dalla progettazione per un'utenza standard alla progettazione per l'utenza ampliata, rivolta a tutti. Parlare di accessibilità, e farlo di un fenomeno dalla natura così sfuggente come il colore, è utile per prendere maggior consapevolezza e dimestichezza del tema, da un punto di vista del pensiero progettuale oltreché pratico.

Inoltre, i casi in cui la percezione è in un certo modo alterata sono interessanti perché mettono in forte discussione alcuni degli assunti a cui si fa affidamento abitualmente. Un caso del genere è uno stimolo all'inventiva, dall'utilizzo della tecnologia per superare alcuni ostacoli di natura pratica, fino alla ridiscussione delle teorizzazioni più classiche e fondanti della tradizione disciplinare, riposizionando una serie di consapevolezze sotto una luce storica e meno assuntiva. Come una funzione matematica, il cui comportamento delle parti è comprensibile solo sollecitandone le costanti e le variabili ai limiti dell'intervallo del possibile. E quindi possono sorgere alcune domande non del tutto ovvie: ha ancora senso ragionare per complementarità o opposizione cromatica anche rivolgendosi ai soggetti daltonici? I colori inalterati rimarranno ugualmente significanti? Cambieranno le strategie per l'esplorazione del campo visivo in questi soggetti, ed eventualmente in che modo? L'argomento in questione ha avuto anche questo secondo interesse, perché riguarda la progettazione in sé e il metodo progettuale.

La tesi rispetta lo sviluppo seguente. Il primo capitolo introduce il fenomeno cromatico, come componente fondamentale della percezione visiva e poi da una prospettiva semiotica e segnica. Se ne vede l'impiego nel progetto di wayfinding, per evidenziare il ruolo del colore come marcatore dell'attenzione, come "guida silenziosa" capace

di direzionare l'utente. Il secondo capitolo si apre discutendo degli obiettivi della progettazione: ogni artefatto comunicativo è pensato per gli effetti e per le conseguenze che avrà auspicabilmente sugli utenti, e dunque il designer non può che tener conto delle caratteristiche e delle disabilità di tutti gli utenti di riferimento per tutelare l'efficacia del proprio progetto. Il capitolo segue con alcuni chiarimenti su ciò che s'intende per contrasto cromatico e infine definisce la proposta metodologica alla progettazione del colore accessibile, estesa nei capitoli successivi.

Il terzo capitolo descrive il modo in cui il nostro cervello, attraverso l'occhio, costruisce la sensazione del colore e del danneggiamento ai recettori della retina che è la causa della discromatopsia. Questa prima parte serve per comprendere il funzionamento del processo algoritmico della simulazione, con il quale possiamo trasformare ogni immagine digitale per come sarebbe vista da una persona con discromatopsia. La simulazione è la prima metà della soluzione metodologica proposta in questa tesi.

Il quarto capitolo restituisce un quadro critico del panorama teorico del colore, e si tratta della seconda metà della soluzione perché la teorizzazione ed un approccio sistematico al colore sono necessari al superamento della sfida in corso d'analisi, noto il grado di complessità della progettazione del colore accessibile agli utenti con discromatopsia. Il quinto ed ultimo capitolo mostra un precedente: la segnaletica della città di Seoul. Questo progetto è il risultato dello stesso processo metodologico che è stato descritto precedentemente, e di cui ne è documentata la messa in pratica. Grazie a questo esempio, si capiscono alcune criticità e quali strade siano praticabili.

1.1 Il primato della visione

Indubbiamente, la vista è il senso privilegiato della tradizione progettuale. «Molti designer progettano ancora oggi solo per il senso della vista – scrisse Bruno Munari, che fu critico a riguardo–[...] Una cosa che ho imparato [...] è proprio questo aspetto progettuale che deve tenere conto dei sensi del fruitore, di tutti i sensi, poiché quando egli è di fronte a un oggetto o lo prova, lo sente con tutti i sensi» (Munari [1981] 2018: 379). E poi «se, come pare, la funzione sviluppa l'organo; la non funzione lo atrofizzerà» (*ivi*: 380) così l'uomo del futuro sarà senza naso perché avrà smesso di badare agli odori.

Il primato della vista è il risultato del percorso tecnologico della nostra cultura e del linguaggio, innanzitutto: le parole di cui disponiamo condizionano la nostra capacità di riconoscimento e di memorizzazione delle sensazioni. Per questo gli odori sono così elusivi, perché a noi mancano le parole che ne consentirebbero un'identificazione idonea. Quando Joseph M. Williams (cfr. Williams 1976) analizzò gli aggettivi di cui la lingua inglese dispone per trasferire le sensazioni tra i sensi, si accorse di quest'evidenza. Per esempio, “flat” e “deep” sono due aggettivi che appartengono alla dimensione della forma, ma che valgono anche per descrivere alcune sensazioni del colore o del suono. Questa analisi dette prova linguistica della vicinanza tra i sensi, e pure delle differenze e dei limiti di trasferimento nel bagaglio linguistico di cui si dispone.

In una monografia del 1961 *Visual design in Action*, Ladislav Sutnar attribuì la causa del rapido progresso del visual design nella prima metà del Novecento alla produzione di massa. La produzione richiese distribuzione e prim'ancora commercializzazione di massa, che impose a sua volta «forme nuove e più avanzate di comunicazione sui quotidiani, sulle riviste, alla radio e in televisione e anche nel prodotto e nella sua confezione» (Sutnar 1961; in Falcinelli 2022: 114). Questi cambiamenti fecero sì che il visual design fu introdotto in diversi settori. In epoca recente, invece, la digitalizzazione e poi internet furono determinanti. Immagini e video sono ora parti costanti della nostra esperienza quotidiana, dai social network alla messaggistica con emoji stickers e gif, di cui non siamo solamente fruitori ma anche produttori. «Il primato della vista [...] non è certamente una congiuntura legata esclusivamente alla contemporaneità, anche se certamente gli strumenti attuali ne hanno significativamente potenziato il ruolo rispetto ad altre facoltà sensoriali» (Veca 2007: 191-192).

La vista, quindi, svolge un ruolo centrale nel processo comunicativo e conoscitivo. «Il nostro senso della vista è di solito *figura* per tutti gli altri sensi [...]. Per lo più tutti i sensi eccetto la vista sono *sfondo*» (Hutchon, E. McLuhan e M. McLuhan 1977: 48; in Riccò 2008: 17; corsivo dell'autore). In questo capitolo si parlerà del colore,

come uno tra gli elementi fondanti dell'esperienza visiva e del suo impiego nel progetto di wayfinding per guidare l'attenzione dell'utente.

1.2 Due media percettivi

Il colore è senz'altro un'efficacissima qualità discriminante che, insieme alla forma, costituisce quelli che Rudolf Arnheim chiama i media percettivi della visione.

A rigor di termini, ogni apparenza visiva è un prodotto del colore e della chiarezza. I contorni che determinano la forma dipendono dalla capacità dell'occhio di distinguere tra aree di chiarezza e colore diversi. Anche nei disegni lineari le forme sono rese visibili mediante la differenza di colore e di chiarezza tra l'inchiostro e la carta. Cionondimeno è giustificato parlare della forma e del colore come di fenomeni separati. (Arnheim 1954: 270 tr. it.)

La capacità discriminante della forma è decisamente maggiore: attraverso la forma siamo in grado di distinguere con sicurezza un numero praticamente infinito di volti diversi, e le lettere del nostro alfabeto sono efficacemente identificabili attraverso la forma simbolica di ciascuna. O ancor più dettagliatamente, quanti diversi font, o verosimilmente diversi modi di disegnare ogni singola lettera, riconosce ognuno di noi? La nostra sensibilità alla forma è raffinata, ma quando si tratta di colore la nostra facoltà di discriminazione è più limitata.

Secondo Arnheim, possiamo riconoscere con sicurezza solo i tre primari fondamentali (rosso, giallo e blu) e la scala del grigio. Già con i secondari e i terziari subentra una certa ambiguità, e in alcuni casi la distinzione può avvenire solo tramite giustapposizione. D'altra parte, l'utilizzo del colore in aggiunta alle distinzioni di forma migliora di parecchio la discriminazione visiva: «nei segnali, nelle bandiere, nelle uniformi il colore estende la gamma delle differenze comunicabili» (*ibidem*).

La forma è più efficace del colore anche perché resiste meglio alle variazioni ambientali. La forma è quasi sempre riconoscibile anche al variare del punto di osservazione ed è pressoché completamente immune ai mutamenti di luce ambientale, a cui il colore locale è particolarmente esposto. Insomma, se ne concluderebbe che la forma, come strumento nella pratica progettuale per l'identificazione

e l'orientamento, sia sicuramente più attendibile del colore e che si debba preferire a quest'ultimo. Eppure, il colore possiede alcune caratteristiche peculiari, è efficace perché chiama l'attenzione, eccita e induce una reazione.

1.2.1 Ricezione passiva e subordinazione

Per Ernest Schachtel (cfr. Schachtel 1943) l'esperienza del colore è analoga all'esperienza delle emozioni. In entrambi i casi, lo stimolo è ricevuto in modo passivo, senz'alcuna attività organizzativa della mente. D'altra parte, la forma richiede un esame di tipo attivo ed interpretativo, ed è la mente organizzatrice ad andare verso l'oggetto. Per quanto questa distinzione sia eccessivamente rigorosa, è corretto dire che un atteggiamento passivo è più tipico della reazione al colore, mentre un atteggiamento attivo lo è della percezione della forma.

Da qui scaturì l'antico pregiudizio secondo cui la forma sia più rispettabile e più dignitosa del colore, che Batchelor chiama *chromofobia*. Per Bernard Berenson, esteta e classicista novecentesco, «si direbbe [...] che la forma fosse l'espressione di una società in cui la vitalità e l'energia erano severamente controllate dalla mente, mentre il colore fosse permesso da comunità in cui il cervello era subordinato al muscolo» (Berenson 1950: 76; in Batchelor 2000: 30 tr. it.). Nel 1867 il critico d'arte Charles Blanc scrisse: «L'unione del disegno e del colore è necessaria per generare la pittura [...], ma il disegno deve conservare il suo predominio sul colore. Altrimenti la pittura precipita verso la sua rovina» (Batchelor 2000: 19-20 tr. it.).

Secondo questa concezione ricorrente, il colore è considerato immorale, come una droga: per Melville, il colore non è che un «mistico cosmetico» (Melville 1851: *passim* tr. it.), legato alla perdita della coscienza e al subconscio e superficiale, un semplice belletto. Anche il termine latino *color* è correlato a *celare*, nascondere, rendere meno vero. «I colori che avvivano il disegno appartengono all'attraiva; possono bensì ravvivare il disegno per la sensazione, ma non farlo degno dell'intuizione, e bello» (Kant 1790: 56; in Batchelor 2000: 59 tr. it.). Per Le Corbusier, il colore è causa di degenerazione, di squilibrio, di caduta nel disordine e nella narcosi della Ragione. Eppure nella pittura come nell'architettura il colore è inevitabile, e dunque, se è

davvero irremovibile, non rimane che tentare di controllarlo, di subordinarlo. In quale modo? Stabilendo un ordinamento e una classificazione rigida, una gerarchia d'utilizzo. «In una vera e durevole opera plastica, è la forma che viene per prima e ogni altra cosa dovrebbe essere subordinata ad essa» (Le Corbusier e Ozenfant 1964: 71; in Batchelor 2000: 55 tr. it.).

In Purism, un manifesto per la pittura scritto nel 1920 con Amédée Ozenfant, Le Corbusier stabilì una classificazione del colore in tre scale: la scala maggiore, la scala dinamica e la scala transizionale. La scala maggiore, costituita di gialli ocre, rossi, terre, bianco, nero, azzurro oltremarino e alcuni dei loro derivati, è forte, stabile e dà unità ed equilibrio. Nella scala dinamica e nella scala transizionale i colori sono disturbanti e sono da evitare prioritariamente. Una pittura o un'architettura «non può essere fatta senza colore» (*ibidem*) e per questo Le Corbusier consigliò di attenersi alla scala maggiore, perché solo i colori che sono «forti e stabili» (*ibidem*) si mettono al servizio della forma e non si comportano come «agenti pericolosi» (Batchelor 2000: 54 tr. it.). Se questa classificazione abbia un senso reale non è per noi pertinente, lo è invece notare che nel pensiero di Le Corbusier è necessaria «la subordinazione retorica del colore alla regola della linea e alle più alte preoccupazioni della mente. Non più inebriante, narcotico o orgasmico, il colore è appreso, subordinato e addomesticato. Infranto» (*ivi*: 56).

Anche Vasilij Kandinskij considerava il colore nient'altro che un attributo della forma. Parlando degli elementi fondamentali della forma, suddivise la questione in due parti: ciò che è la forma in senso stretto, e cioè superficie e spazio; e ciò che è la forma in senso più lato, il colore e la relazione con la forma in senso stretto. «A ben notare l'oggetto del progetto è [...] un singolo carattere: la forma. Solo su questa viene accentrata l'enfasi del progetto estetico, tralasciando, oltre agli altri registri sensoriali, pure i restanti del carattere visivo, il colore, la superficie, il movimento» (Ricco 2008: 32).

Senza addentrarsi ulteriormente in ciò che è stata la cromofobia (cfr. Batchelor 2000), ne rimane l'idea imparziale che il colore sia particolarmente seducente ed impattante, e capace di guidare il comportamento dell'utente. Per di più, la convinzione che la capacità espressiva del colore si basi sull'associazione semantica è inesatta: il rosso sarebbe allora da considerarsi eccitante solo perché chiama alla

mente il sangue o il fuoco, ma «L'effetto del colore è troppo diretto e spontaneo per essere soltanto il prodotto di un'interpretazione applicatagli dal sapere» (Arnheim 1954: 299 tr. it.).

1.3 Colore e modi dell'espressione

Da un punto di vista semiotico, il colore è innanzitutto indice e icona. Ci sono tre tipi di segni, o di modi dell'espressione: l'icona, l'indice e il simbolo. «l'icona significa per somiglianza; l'indice significa e comunica per orientamento, contiguità, connessione; il simbolo significa e comunica per convenzione, esplicitamente fissata e riconosciuta e apparentemente arbitraria» (Bonfantini 2000: 23). Precisamente un segno, propriamente inteso, è ciò che sta al posto di qualcos'altro. Il suo valore non è per com'è, ma per ciò che sta significando. «Il segno è qualcosa che da un lato è determinato da un oggetto e dall'altro determina un'idea nella mente di una persona, in modo tale che quest'ultima determinazione, [...] l'Interpretante del segno, è con ciò stesso mediatamente determinata da quell'oggetto» (Peirce 1931-1958: 8.343; in Bonfantini 2000: 11). Tutto ciò che ci circonda è potenzialmente un segno, capace di mettere in moto in noi un processo di risposta, d'interpretazione e di giudizio; vi è una potenziale dialettica di segnità tra noi e gli oggetti dell'ambiente. Un segno ha tre possibili modi dell'espressione, con la possibilità di trovarli compresenti e complementari.

Esempi di icona: qualunque qualità percepita da uno dei cinque sensi, o ricordata, o immaginata; qualunque figura o raffigurazione di relazioni fra qualità di qualsiasi genere e complessità: dunque, macchie di colore, suoni musicali, profumi; ma anche pitture come ritratti oppure informali, intervalli musicali e melodie; disegni, diagrammi, grafi, modelli, ecc. L'icona esprime in se stessa, per come è formata e appare, il suo significato, e attraverso di questo può richiamare tutti gli oggetti somiglianti all'icona per la loro fenomenologia, cioè per un qualsiasi carattere o tratto pertinente. L'icona da sola determina per somiglianza una certa associazione di idee, che hanno almeno un carattere uguale alla prima.

L'indice, invece, stabilisce un rapporto fisico fra due oggetti: significa solo se è presente e riscontrabile il rinvio da significante a significato. Il dito indice puntato in alto significa la luca, solo se io posso effettivamente riscontrare, seguendo l'orientamento del dito, la presenza della luna. Indici che significa-

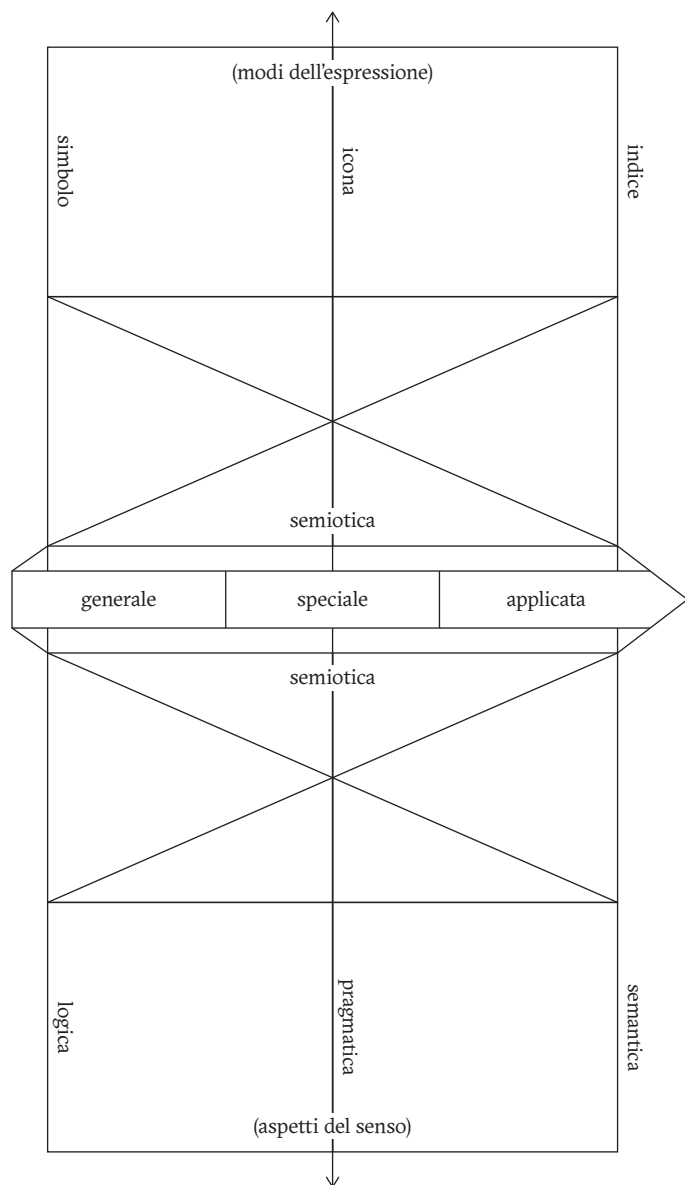


Figura 1.1

La farfalla semiotica di Bonfantini (2000).
L'ala sinistra contiene i modi dell'espressione,
l'ala destra gli aspetti del senso.

no per presupposto rinvio alla propria causa materiale: tutti i segni naturali e i sintomi, le impronte e gli indizi materiali, gli indici di strumenti come il termometro e il barometro, l'indice o 'ago' della pesa o della bilancia. I simboli sono i segni linguistici: dei linguaggi naturali, come le lingue nazionali e i dialetti; dei linguaggi settoriali e/o artificiali, come quelli matematici, musicali, segreti e cifrati. I segni linguistici o simboli non comunicano, non si esprimono, non si fanno intendere né per somiglianza né per connessione fisica con l'oggetto o la classe di oggetti cui rinviano. [...] So a memoria i tre elementi: le due icone e la regola o convenzione, che ho appreso come obbligatoria per intendere e farmi intendere, ancorché mi sia sempre apparsa associazione arbitrariamente prefissata e trasmessa dalle autorità della tradizione. (Bonfantini 2000: 23-24)

1.3.1 Gli svantaggi della comunicazione simbolica

La comunicazione simbolica è vantaggiosa perché consente di trasferire significati costanti e univoci all'interno di una comunità, con una certa sicurezza; è propriamente un codice. Eppure, il simbolo è in un certo modo terzo e derivato rispetto agli altri modi dell'espressione. Nel modello della farfalla semiotica è collocato in ultima posizione, nella terza nervatura dell'ala sinistra dopo l'icona e l'indice. La comunicazione simbolica e codificata può essere particolarmente complessa e faticosa da comprendere per il destinatario. Gli ambienti come le stazioni o gli ospedali sono necessariamente affollati di segnali (segni di tipo simbolico) di ogni tipo, ed è frequente che si produca una sorta di paradosso «where an abundance of signs doesn't correspond to appropriate communication effectiveness» (Zingale 2010: 22). Tra i casi più noti c'è il cosiddetto *Schilderwald* (Foresta dei Segnali Stradali) di cui si è occupata anche l'Associazione Automobilistica Tedesca ADAC, stimando che almeno un terzo dei segnali stradali sarebbe inutile o addirittura dannoso. O, per esempio, nella città olandese di Makkinga sono state rimosse la segnaletica stradale e le strisce pedonali dei semafori raggiungendo, sorprendentemente, ottimi risultati in termini di riduzione degli incidenti. «Responsabili [di alcuni stimoli sensoriali inavvertiti] sono la selettività della percezione, ineludibile soprattutto imposta dalla presenza di grandi quantità di dati e fatti, e l'inaccessibilità dovuta alle ridotte dimensioni di oggetti e scritte, ma non solo» (Ricco 2008: 11). Quanto è maggiore la dipen-

denza da segni codificati, tanto più la complessità spaziale produce disorientamento cognitivo. Per il wayfinding occorre quindi pensare a comunicazioni meno codificate, evitando possibilmente modi dell'espressione strettamente simbolici. Allora, l'impiego del colore, «one of the most powerful iconic and indexical elements» (Zingale 2010: 25), diventa decisamente rilevante.

1.4 L'impiego nel wayfinding

Il termine *wayfinding* fu introdotto dall'urbanista Kevin Lynch in "The Image of the City" del 1960, ad indicare «il processo attraverso cui persone e animali si orientano in un ambiente fisico, spostandosi in modo efficace, efficiente e soddisfacente da un luogo all'altro: da un punto di partenza verso una meta» (Zingale 2012: 63). È un processo di comunicazione tra l'ambiente e l'utente, un atto interpretativo degli stimoli sensoriali a cui l'ambiente dispone. Il soggetto-utente individua e poi elabora le informazioni presenti nell'ambiente, naturale o costruito, sia che esse provengano dagli artefatti comunicativi sia che esse facciano parte dell'ambiente stesso.

Si tratta di una comprensione inferenziale (attraverso deduzione, induzione e abduzione) dello spazio, per mezzo della quale ogni utente costruisce una rappresentazione o immagine mentale dell'ambiente sempre più affidabile e utile al proprio scopo. Inizialmente, la rappresentazione mentale è detta egocentrica, perché è centrata sulla sola esperienza percettiva e occasionale del soggetto ed è ancora approssimativa. La rappresentazione si fa poi progressivamente completa, e più simile a quella generalmente condivisa dell'ambiente stesso. È importante notare che quest'immagine non deve corrispondere necessariamente alla geometria reale dell'ambiente, perché è un solo strumento mentale.

Quando l'utente mette in atto quest'attività interpretativa, può intraprendere un ciclo di tre comportamenti fondamentali: l'orientamento, l'esplorazione e la navigazione, che rispondono ad altrettanti interrogativi

- L'orientamento: dove mi trovo? Il soggetto cerca di avere cognizione della propria posizione nello spazio

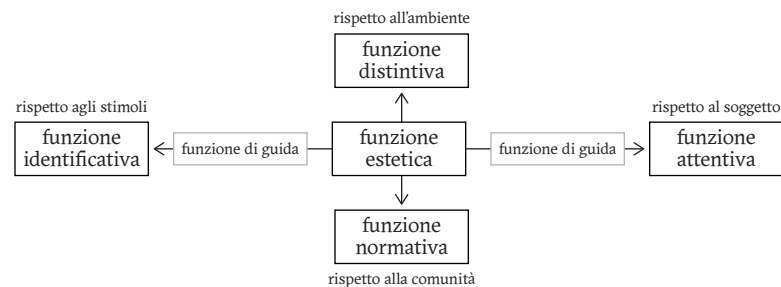
- L'esplorazione: dove potrei/vorrei andare? Un movimento d'indagine dell'ambiente per conoscerlo meglio ed associarlo a modelli già conosciuti
- Navigazione: come procedo? Corrisponde alla capacità di muoversi tra le varie parti dell'ambiente, sfruttando le conoscenze acquisite e gli artefatti comunicativi

Il wayfinding non è merito esclusivamente delle proprietà dell'ambiente, ma è il risultato dell'interazione tra ambiente e soggetto. Solo quando ci sono le condizioni per la comunicazione allora l'ambiente da estraneo diventa familiare, quando cioè il soggetto riesce a comprendere la "lingua" che parla l'ambiente e quando l'ambiente è capace di farsi "interrogare". Nell'ambiente costruito la capacità comunicativa è l'esito di una progettazione, per quanto riguarda la costruzione e l'allestimento e poi la parte metatestuale, il sistema di orientamento. Quest'ultima è compito del design della comunicazione, che si occupa di completare lo spazio con gli artefatti comunicativi (di cui fa parte la segnaletica) necessari a renderlo chiaramente orientante.

Gli artefatti comunicativi sono solo una parte delle modalità orientanti di ogni ambiente naturale o costruito. Ogni progetto di wayfinding deve includere da un lato la progettazione di sistemi segnaletici espliciti (cartelli segnaletici, mappe, punti informativi...) e dall'altro la progettazione di marcatori ambientali impliciti, che fanno parte della scenografia ambientale e hanno un ruolo basilare. Quest'ultimi, chiamati anche stimoli orientanti o spunti di orientamento di base, rendono evidente la struttura del diagramma ambientale (cfr. Lynch 1960) e funzionano da potenziali indizi per l'orientamento. Possono essere un certo tipo di panchine, una facciata, il colore delle pareti o la presenza di vegetazione, i marcatori ambientali impliciti consentono di superare le prime cinque fasi del processo di wayfinding, mentre solo la sesta è compito della segnaletica:

- Fase 1: costruire o ricostruire mentalmente la mappa di un luogo
- Fase 2: riconoscere la sintassi di uno luogo e del suo sistema segnaletico
- Fase 3: valutare disposizioni, distanze e tempi di percorrenza
- Fase 4: determinare il valore semantico delle parti o aree di uno spazio

Figura 1.2
Le funzioni del colore
secondo Jakobson (1963).



Fase 5: identificare l'ubicazione della meta

Fase 6: trovare le istruzioni sui percorsi per raggiungere la meta

Fase 7: sentirsi nella condizione di poter decidere senza incertezze (cfr. Zingale 2012)

La somma delle due modalità è necessaria alla realizzazione della fase finale. Mentre i marcatori ambientali impliciti guidano l'utente sotto-traccia secondo processi inferenziali, il sistema segnaletico esplicito dà sicurezza e conferma le ipotesi precedentemente inferite.

Il colore è impiegato ampiamente nel progetto dei dispositivi segnaletici, come codice. Il colore simbolico, che veicola un significato intenzionalmente impostato secondo una convenzione, partecipa all'insieme d'istruzioni esplicite che sono affidate all'utente. Ma com'è detto, il colore è innanzitutto indice e icona, prim'ancora d'essere impiegabile come simbolo o codice. Il colore, «more than signifying, stimulates signification. In fact, when colours are not explicitly part of a codified system, they don't defer us to a content but rather suggest or produce behaviours through their capacity to impress themselves on the mind as a quality: they attract or reject our gaze and invite reaction» (Zingale 2010: 25).

Il colore è un potente stimolo sensoriale orientante, che s'imprime nella mente come qualità dominante. Nel progetto dei marcatori ambientali impliciti, il colore contribuisce all'individuazione e alla memorizzazione degli elementi del diagramma ambientale, durante la costruzione della rappresentazione mentale dello spazio. Il colore sa comportarsi da "guida silenziosa", condizionando la direzionalità dello sguardo.

1.4.1 La variabile cromatica

Secondo Narciso Silvestrini, gli elementi di un campo visivo sono differenziabili per mezzo di alcune variabili distinte. Queste variabili sono otto e sono suddivise in due gruppi: dimensione, valore, trasparenza e posizione fanno emergere le figure dallo sfondo; direzione, texture, colore e forma distinguono le varie parti di un'immagine. «Combinato alle altre variabili, esso [il colore] concorre a rendere discontinuo e quindi percettivamente significante il campo visivo» (Sil-

vestrini 1981: 6). In questo schema, Silvestrini chiama "colore" solo ciò che è più precisamente la tonalità del colore, e infatti anche la trasparenza e la texture possono dirsi parte dell'insieme delle variabili cromatiche. Le variabili restanti sono associate per contro alla forma, così da far riapparire il dualismo forma-colore che sta alla base della visione. Ognuna delle variabili possiede una o più tra le seguenti proprietà: associativa/dissociativa, selettiva, quantitativa e ordinativa.

Il colore [...] non è «ordinativo» e non è «quantitativo». [...] Il colore possiede, da parte sua, la proprietà «associativa» e quella «selettiva»: per la prima più segnali sono tra loro associati per similitudine di colore mentre per la seconda più segnali sono percepiti come tra loro diversi perché diversi per colore. La variazione di colore consente un'elevata e immediata selettività delle componenti del campo visivo. (*ibidem*)

La proprietà associativa/dissociativa e quella selettiva sono complementari e coesistenti. Per esempio, in un negozio ortofrutticolo si scopre facilmente dove stiano gli agrumi perché questi si associano fra loro per la tonalità, compresa tra il giallo e l'arancio. Allo stesso tempo, è il giallo specifico dei limoni a permettere di selezionarli tra tutti gli agrumi. Il colore è dunque tra gli elementi che consentono ad una configurazione visiva di produrre un effetto di senso al nostro sguardo, attraverso l'associazione e la selettività delle parti componenti.

1.4.2 La funzione cromatica

Secondo Roman Jakobson, c'è una ragione aggiuntiva per cui il colore è tanto importante nella comunicazione e in particolare nella comunicazione per l'orientamento. Com'è detto questa risposta non va cercata nel suo significato, il colore non è un semplice attributo della forma. Se così fosse, il suo ruolo comunicativo sarebbe dovuto solamente al contenuto semantico ad esso associato. Ma il colore va compreso per la sua funzione: secondo il modello di Jakobson, rielaborato schematicamente da Salvatore Zingale nella figura 1.2. (cfr. Zingale 2010), ad ogni fattore del gioco comunicativo è associata una specifica funzione tra le seguenti.

Osservando lo schema, tutto passa innanzitutto dalla funzione estetica. Gli stimoli orientanti devono avere una certa rilevanza

di tipo estetico, che sia capace di guidare l'attenzione dell'utente, di farsi identificare e poi memorizzare. Poiché il colore attiva, attraverso la funzione estetica, le funzioni attentiva e identificativa, allora svolge il proprio ruolo di stimolo orientativo, similmente alla dimensione fatica del linguaggio. Come il "pronto!" al telefono, ogni atto linguistico appellativo di tipo fatico segnala la presenza dell'emittente al destinatario (cfr. Bonfantini 2000: 47). Così facendo, quest'atto linguistico (e analogamente il colore) mantiene in contatto i due interlocutori e acceso il canale comunicativo tra essi. Oltre alle funzioni attentiva e identificativa, il colore può attivare anche la funzione distintiva, che corrisponde alla proprietà selettiva del colore come variabile, e quella normativa, del colore impiegato come codice e simbolo.

Se tutto passa dalla funzione estetica questi stimoli sensoriali devono essere progettati affinché siano accessibili a tutti, anche in mancanza delle «condizioni d'integre capacità visive» (Ricco 2008: 11). Contrariamente, nessuna funzione potrà attivarsi e il progetto di wayfinding sarà inefficace per una parte degli utenti. Le funzioni nell'asse orizzontale sono dedicate al rapporto tra stimolo e destinatario/utente:

- funzione attentiva: uno stimolo sensoriale del campo visivo attrae l'utente, mentre è coinvolto nell'attività interpretativa dell'ambiente. Lo stimolo così individuato è pronto a diventare orientante
- funzione identificativa: lo stimolo sensoriale viene riconosciuto come l'oggetto che lo produce, ed esso viene collocato nella rappresentazione mentale che è in corso di costruzione

1.4.3 L'ospedale San Paolo di Milano

Il progetto di design d'interni di Marilisa Pastore per L'Azienda Ospedaliera San Paolo di Milano è un caso esemplificativo dell'impiego della funzione attentiva, identificativa del colore. Il progetto prevede la ridipintura delle pareti e dei pavimenti di un'area dell'ospedale, così che le variazioni cromatiche fungessero da stimoli orientanti e da "guida silenziosa" per gli utenti. «L'ipotesi da cui muoviamo è che

il colore possa essere impiegato per attivare processi di comunicazione anche in assenza di sistemi di significazione» (Boeri, Pastore e Zingale 2011: 1).

L'oggetto di studio fu il blocco dei poliambulatori dell'ospedale, che è stato costruito successivamente ai tre blocchi del progetto originario e che, adattando si alle strutture preesistenti, non è dotato della stessa logica spaziale. Questo blocco manca di differenziazione tra i settori: alcuni spazi sono eccessivamente somiglianti in termini di finiture e colori, facendo apparire i corridoi troppo lunghi e indifferenziati. Dall'analisi sulla percezione dell'utente di questo spazio emerse che «molti utenti in presenza di lunghi corridoi, incerti sulla giusta via da prendere, preferiscono accertarsi che tutte le altre destinazioni siano errate prima di percorrerli» (ivi: 2).

L'analisi permise di evidenziare le criticità correnti e di avanzare alcune ipotesi progettuali d'impiego del colore per migliorare l'orientamento spaziale.

In accordo con il piano colore ancora in uso all'interno dell'ospedale, le proposte cromatiche elaborate sono state caratterizzate dall'uso di un colore identificativo dell'intera area poliambulatoriale. A questo è stato accostato un secondo colore diversificato in funzione delle diverse destinazioni. Infine, quando necessario, è stato impiegato un colore di richiamo dell'attenzione, ad esempio per segnalare una svolta o la presenza della segnaletica grafica. Alcune zone, che in fase di analisi sono state individuate come critiche, perché aree nodali prive di riferimenti, sono state dotate di appositi *landmark cromatici* [...]. Le immagini ambientali che ne derivano, costituite unicamente dal colore, direzionano il percorso e, come dei veri e propri riferimenti, dovrebbero risultare facilmente memorizzate dall'utente nelle diverse fasi del wayfinding. Così, se il percorso principale impone di girare a destra, attraverso il colore viene assecondato in modo naturale tale orientamento, mentre la lettura segnaletica potrà risultare secondaria. Nel caso invece di corridoi più lunghi, tinteggiati di rosa e attraversati da una fascia orizzontale bianca di circa 40 cm di altezza posizionata a 180 cm da terra che ne aumenta la distanza percepita, viene proposto un ritmo cromatico delle pareti verticale e diversificato, teso a ridurre la monotonia percettiva e a far apparire più breve la distanza da percorrere.

(ivi: 2-3; corsivo dell'autore)

I risultati delle rilevazioni dopo la messa in pratica hanno confermato l'efficacia d'impiego del colore come marcatore ambientale implicito, perché costituisce dei punti di discontinuità nello spazio e quindi d'attrattività, guidando il comportamento dell'utente.

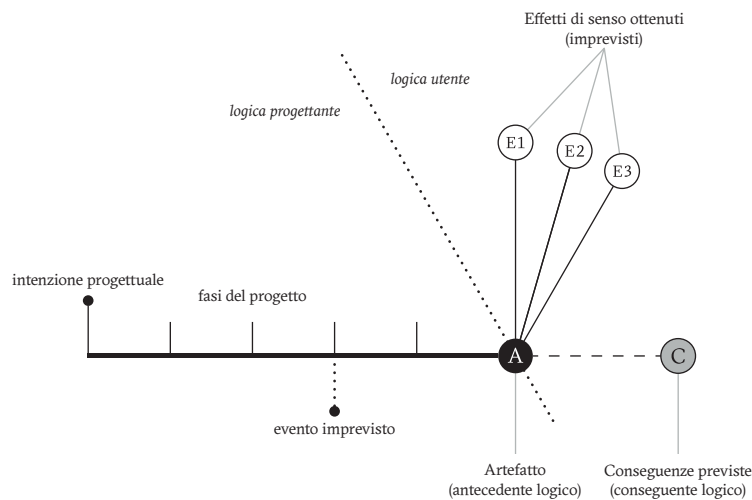
Dopo aver parlato dell'efficacia d'impiego del colore nel progetto di comunicazione, si chiariscono le condizioni da rispettare affinché quest'efficacia sia garantita a tutti gli utenti. Ogni discorso sull'accessibilità che sia interno alla progettazione (si parla di *Design for All*) non è diverso dal senso più generale della progettazione stessa, perché la disciplina del design mette sempre al centro l'utente e le sue caratteristiche, anche quando quest'ultime possono essere vincolanti secondo un punto di vista percettivo, culturale o altro.

Sappiamo che, di ogni artefatto comunicativo, ciò che conta sono gli effetti e le conseguenze che esso porta quando interagisce con un utente. «*Loggetto del progetto* non è tanto il prodotto fisicamente inteso quanto le reazioni, interazioni e risposte interpretative che questo è in grado di suscitare e produrre» (Zingale 2009: 169; corsivo dell'autore).

Il progettista, nel tentativo di risolvere una realtà problematica a cui è di fronte, prefigura uno scenario risolutivo e poi un artefatto, che sarà l'obiettivo della progettazione, il cui effetto consentirà auspicabilmente la realizzazione dello scenario prefigurato, e quindi la soluzione della realtà problematica iniziale. Il progettista progetta innanzitutto gli effetti e le conseguenze che il suo artefatto avrà sugli utenti.

Eppure, il modo di fruizione dell'artefatto comunicativo che è stato pensato dal progettista può non corrispondere al modo che sarà messo in atto da una parte degli utenti. Questo renderebbe l'artefatto inefficace, perché l'effetto non sarebbe più quello prefigurato e il problema di partenza non potrebbe risolversi secondo le aspettative. «A partire da determinate intenzioni progettuali e pur secondo la *logica progettante*, una volta che il prodotto del progetto [l'artefatto, *nda*] [...] entra nella sua fase d'uso, ossia nel pieno della logica utente, i suoi effetti di senso possono differire da quelli previsti» (Zingale 2016: 138; corsivo dell'autore). Un discorso di tipo progettuale sull'accessibilità mira a intervenire su questa possibilità indesiderata: se la progettazione non tiene conto delle disabilità delle persone e dunque degli utenti di riferimento, allora c'è il rischio che il progetto fallisca.

Nell'ambito della comunicazione visiva, sappiamo che ogni artefatto comunicativo è progettato per disporsi allo sguardo dell'utente e guidare la sua attenzione secondo un certo percorso stabilito, sfruttando i cosiddetti *puncti* o centri dell'attenzione. Però questi *puncti*, se ad esempio fossero di tipo cromatico, potrebbero non essere fruibili dall'utente se egli è daltonico e percepisce i colori in modo alterato a causa di un deficit ad uno dei recettori della retina. Quest'effetto di senso imprevisto diventa allora un'apertura, che mette in discussione la definitezza del metodo progettuale e costringe al riesame.



2.1 Conoscere mediante contrasto

Precisamente, un metodo progettuale per un artefatto comunicativo accessibile alle persone con daltonismo non deve puntare tanto al mantenimento dell'effetto cromatico di per sé in tutti gli utenti, quanto al mantenimento del contrasto cromatico.

Si parla di *contrasto cromatico* nella misura in cui è evidente una differenza tra due effetti cromatici posti a confronto. I nostri sensi valutano sempre e solamente mediante confronti: una linea è lunga soltanto nell'associazione con una più corta e la stessa prima linea è corta se paragonata ad una più lunga, e questo vale analogamente anche per la percezione cromatica. Dove non c'è contrasto tra uno o più colori, si parla d'identità, di somiglianza o di ambiguità. «Di fronte al "nuovo", non importa se naturale o artificiale, il nostro modo di indagare segue elementari processi di paragone, di confronto fra ciò che appartiene al nostro bagaglio di memoria, al nostro "archivio

mentale", e ciò che, invece, troviamo presente nel momento conoscitivo» (Veca 2007: 200). Da un punto di vista generale, e non esclusivamente riferito al colore, il contrasto è una soluzione argomentativa di grande efficacia comunicativa. Panofsky definisce l'espressione "quadro di contrasto" come «la rappresentazione contemporanea di due figure [...] che simboleggino e sostengano due principi [...] divergenti» (Panofsky 1939: 212; in Veca 2007: 193). È una modalità retorica comune ed elementare quella di porre in relazione due o più figure appartenenti alla medesima area semantica, facendo sì che esse siano immediatamente messe a confronto e che emergano sul sistema delle polarità. Così Giotto dispone nella Cappella degli Scrovegni le allegorie dei vizi adiacentemente a quelle delle virtù, affinché le prime immagini sia comprese in funzione delle seconde, e che la prossimità fisica provochi il confronto immediato, il contrasto e conseguentemente l'efficacia comunicativa dell'insieme. Ad esempio, gli attributi della "Giustizia" sono compresi rispetto a quelli presenti nella cornice adiacente dell'"Ingiustizia".

La figura del contrasto, che funziona per differenza, è da non confondere con quella dell'antitesi, che funziona per opposizione. La distanza tra le due figure argomentative è breve, ma occorre che sia precisata: il contrasto è meno radicale, e non necessita di contrapposizioni assolute. Tornando al caso particolare del contrasto cromatico e non dimenticandosi del valore dell'accessibilità precedentemente introdotto, è ben chiaro che ognuna delle quattro possibili valutazioni derivanti dal confronto di due o più colori (contrasto, ambiguità, somiglianza, identità) debba valere anche per gli utenti daltonici per com'è stato previsto progettualmente, altrimenti il progetto risulterà inefficace e non comunicante. La progettazione del colore, nel ruolo che riveste come variabile del campo visivo e per la sua funzione comunicativa (cfr. 1.4.1. e 1.4.2.), non può che includere un discorso d'accessibilità.

2.2 Progettare il colore accessibile

Questa tesi si occupa di descrivere una possibile soluzione d'approccio alla progettazione accessibile del contrasto cromatico, affinché la sua efficacia comunicativa sia invariata anche per le persone la cui

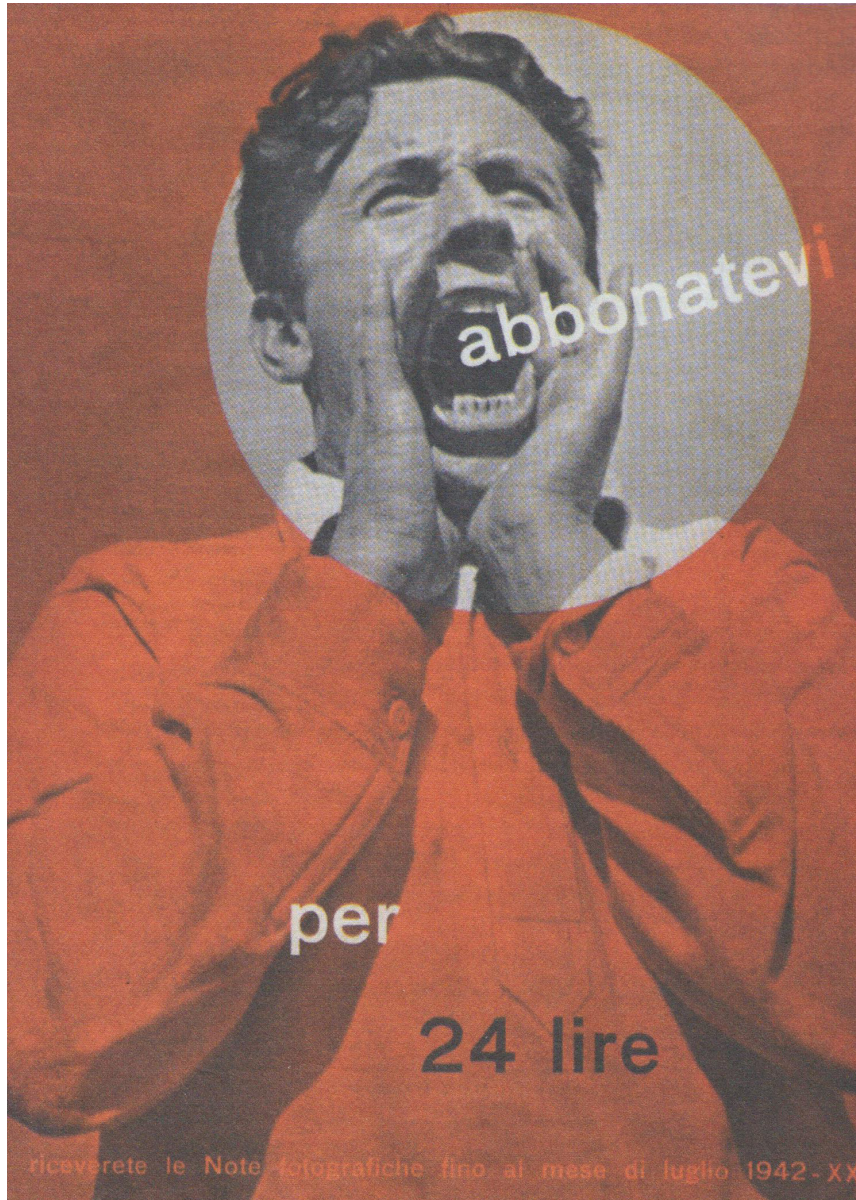


Figura 2.2

Il contrasto cromatico crea un *punctum* e indirizza lo sguardo del destinatario. Progetto Albe Steiner per Agfa, 1941-1942 (Bucchetti 2007: 74).

condizione comporta un'alterata percezione dei colori. La soluzione integra le teorie del contrasto cromatico, delle quali è dato un quadro critico di riferimento, con i metodi di simulazione algoritmica, che consentono di sperimentare la percezione del colore nelle persone con daltonismo, più propriamente detto discromatopsia (cfr. Choi, E. Lee e H. Lee 2020).

La simulazione prende avvio dalla possibilità di sottoporre qualsiasi dato cromatico digitale (in formato RGB ad esempio) in input a una serie di operazioni tale da alterarne i parametri numerici, affinché il dato in output sia un nuovo colore diverso dall'originale. Ciò proviene innanzitutto dalla comprensione del funzionamento del processo fisiologico con il quale l'occhio trasforma la luce in informazione cromatica per il cervello, e quindi del modo in cui il deficit sensoriale presente nelle persone con discromatopsia alteri questa trasformazione. Pertanto, il processo di simulazione su base algoritmica modifica i colori di un'immagine digitale per far sì che siano somiglianti ai colori percepiti da chi possiede ciascuno dei diversi tipi di discromatopsia. Questo processo è di facilissima implementazione in ognuno dei software di progettazione, e rappresenta il primo step nella progettazione del contrasto cromatico accessibile.

Il secondo step attinge alla storia della teorizzazione del colore per un approccio sistematico al progetto d'accessibilità. Sono i modelli concettuali di cui ci appropriamo che strutturano e ci mettono in relazione con la realtà percepita, e ci suggeriscono quali strade intraprendere e quali evitare per non incorrere in ambiguità ed errori che penalizzino gli utenti con discromatopsia. Il grado di complessità di questa sfida progettuale esige che l'esperienza e l'intuito consueti siano accompagnati da una comprensione del fenomeno cromatico più organizzata e rigorosa.

3.1 L'esistenza dei colori

I colori esistono perché le cellule della retina, nell'occhio, sono in grado di trasformare le radiazioni elettromagnetiche in segnali elettrochimici con cui il nostro cervello costruisce la sensazione del vedere (cfr. Falcinelli 2017). Il colore è solo un dato psicologico. Una radiazione elettromagnetica è visibile se la sua lunghezza d'onda è compresa tra i 380 e i 760 nanometri (nm). La ragione per cui questi sono gli estremi dell'intervallo è prettamente evolutiva; per esempio, le api possono vedere gli ultravioletti e i serpenti gli infrarossi.

Ogni sorgente luminosa emette radiazioni di diverse lunghezze d'onda, e il colore che percepiamo è solo la risultante psicologica delle singole lunghezze. Un insieme di radiazioni verdi e rosse ci apparirà indistinguibilmente giallo, e senza che ne siano riconoscibili i componenti. Tra le radiazioni, il giallo *unico* è stato localizzato tra i 568 e i 583 nanometri, il verde unico 498-583 nm e il blu unico 468-487 nm. Il rosso unico è una tinta fuori dallo spettro, ed è descritto come il complementare di un turchese di 495 nm (nel diagramma Cie è indicato con segno negativo: -495 nm).

I recettori della retina sono divisi in quattro categorie: i bastoncelli e i tre tipi di coni. I bastoncelli sono sensibili alle basse illuminazioni e la loro visione è in scala di grigi, e dunque chiaroscurale. I tre tipi di coni sono sensibili specificamente per le onde lunghe, medie e corte e vengono quindi identificati con L, M e S (*long, medium e short*). Vengono anche detti rispettivamente coni blu, coni verdi e coni rossi, perché le rispettive aree di maggiore sensibilità corrispondono all'incirca alle aree dei blu, dei verdi e dei rossi nello spettro visibile (v. fig.3.1.). I coni verdi sono circa il 60%, i coni rossi il 30% e i coni blu solo il 10% rimanente.

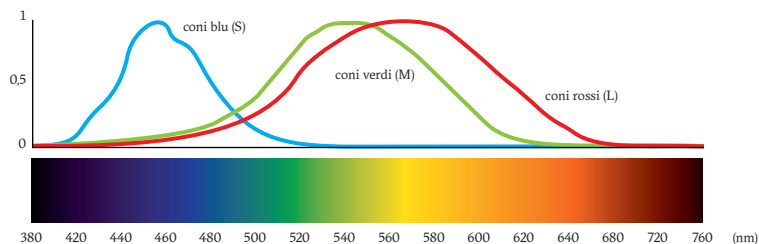
3.1.1 Coni e discromatopsia

Il daltonismo, o più correttamente discromatopsia, è causato dal danneggiamento totale o parziale di uno o più dei tre coni. Esistono diversi tipi di discromatopsia, al variare del tipo di cono danneggiato e dell'intensità del danno. La corretta percezione dei colori è detta tricromatismo, mentre si parla di tricromatismo anomalo nel caso in cui uno dei tre coni sia solo parzialmente danneggiato e che sia solo ridotta la capacità di riconoscere direttamente il colore di cui è maggiormente sensibile quel cono; si parla di tritanomalia per il cono blu, di protanomalia per il cono rosso e di deuteranomalia per il cono verde. Quando il danno è totale ad uno dei tre coni, si parla di dicromatismo; di tritanopia per il cono blu, di protanopia per il cono rosso e di deuteranopia per il cono verde. Esistono anche casi

di acromatopsia o monocromatismo, di danno totale a tutt'e tre i cono che consiste nell'incapacità di distinguere qualsiasi colore, ma sono particolarmente rari.

I deficit del cono S (tritanopia e tritanomalia) implicano un'ambiguità totale o parziale tra blu e giallo e per i deficit del cono M o L l'ambiguità è tra verde e rosso. Il fatto che sia il danneggiamento del cono per le onde medie che quello del cono per le onde lunghe causino la stessa ambiguità rosso-verde è dovuto alla quasi sovrapposizione delle loro curve di sensibilità (v. fig.3.1.). Già nel 1855, il matematico James Clerk Maxwell si espresse in termini piuttosto affidabili a proposito del daltonismo, nelle sue indagini sul funzionamento della percezione dei colori.

In these more definite cases of colour-blindness, the phenomena can be tolerably well accounted for by the hypothesis of an insensibility to red light; and this is, to a certain extent, confirmed by the fact, that red objects appear to these eyes decidedly more obscure than to ordinary eyes. But by experiments made with the pure spectrum, it appears that though the red appears much more obscure than other colours, it is not wholly invisible, and, what is more curious, resembles the green more than any other colour. The spectrum to them appears faintly luminous in the red; bright yellow from orange to yellow, bright but not coloured from yellow-green to blue, and then strongly coloured in the extreme blue and violet, after which it seems to approach the neutral obscure tint of the red. It is not easy to see why an insensibility to red *mys* should deprive the green rays, which have no *optical* connection with them, of their distinctive appearance. The phenomena seem rather to lead to the conclusion that it is the red *sensation* which is wanting, that is, that supposed system of nerves which is affected in various degrees by all light, but chiefly by red. (Maxwell 1857: 284-285; corsivo dell'autore)



I deficit del cono S sono scarsamente frequenti, tra lo 0,005 e lo 0,1%, mentre i deficit del cono M e L sono molto maggiori e sono presenti nell'8% della popolazione maschile e nello 0,5% di quella femminile. Inoltre, sappiamo che il tricromatismo anomalo è il 75% dei casi assoluti di discromatopsia (cfr. Alferdinck e Walraven 1997).

3.1.2 Effetti collaterali del deficit

Poiché l'occhio di tutti gli acromatopsici è privo di coni funzionali, esso è costretto a fare affidamento solo sull'afferenza dei bastoncelli, che sono distribuiti alla periferia della retina. Queste cellule, che non possono discriminare il colore, sono molto sensibili alla luce. Normalmente, i bastoncelli sono utilizzati per la visione scotopica, in condizioni di bassa intensità luminosa, ma negli acromatopsici, ai quali manca la mediazione dei coni in presenza di luce intensa, queste cellule si saturano e quasi cessano di funzionare. Di conseguenza, l'acuità visiva di questa categoria di persone è praticamente ridotta a un decimo del normale.

Inoltre, l'assenza di cellule funzionali nella fovea, che è l'area centrale della retina nella quale starebbero i coni, provoca difficoltà di fissazione, ossia difficoltà a mantenere lo sguardo puntato su un oggetto, soprattutto con luce intensa. Infine, ogni acromatopsico «deve anche, a livello conscio o inconscio, trovare il modo di ricavare informazioni da altri aspetti del mondo visivo, cogliendo altri indizi che, in assenza del colore, assumono importanza relativa maggiore. Da questa esigenza derivano la sua grande sensibilità e l'attenzione alla forma e alla tessitura, ai profili e ai margini, alla prospettiva, alla profondità e ai movimenti anche piccoli» (Sacks 1996: 22 tr. it.).

Nell'*isola dei senza colore*, l'autore e protagonista Oliver Sacks si stupì quando il compagno Knut, acromatopsico, fu capace di riconoscere nel cielo notturno migliaia di stelle invisibili all'occhio normodotato. Le difficoltà di fissazione provocano dei movimenti a scatti degli occhi, il cosiddetto nistagmo, e si domandarono se questo non facesse sbavare un'immagine puntiforme, altrimenti invisibile, con il risultato d'ingrandirla. Se pure in misura decisamente inferiore, queste considerazioni sono da ritenersi valide per ogni tipo di discromatopsia.

3.1.3 Costruire il colore mediante confronto

È molto importante notare che tutti i coni rispondono a tutte le lunghezze d'onda, seppur con sensibilità molto diverse, e che è «il confronto di queste risposte [che] permette la costruzione di quello che sentiamo come colore, per confronto e non per mescolanza» (Falcinelli 2017: 420). Infatti, non c'è corrispondenza con la tricromia RGB. In quest'ultimo caso, si tratterebbe di mescolanza additiva e non di confronto, e dunque non c'è da far corrispondere l'idea dei primari al modo in cui funzionano i coni.

3.2 Confronto e mescolanze cromatiche

Come si vedrà successivamente, è nel rapporto fra queste due modalità, confronto e mescolanza, che si sviluppa la simulazione. La mescolanza cromatica esiste in tre tipi: additiva, sottrattiva e partitiva. La mescolanza additiva è basata sull'utilizzo di luci colorate. Aggiungendo una luce rossa a una luce verde si ottiene una luce gialla, più luminosa delle singole precedenti. La generazione dei colori a monitor è additiva, secondo la tricromia RGB (*red, green, blue*) con specifiche lunghezze d'onda. Nella mescolanza sottrattiva vengono impiegati dei materiali per assorbire la luce selettivamente. Il risultato della somma di più colori è un colore più scuro degli addendi. Ad esempio, la mescolanza sottrattiva di ciano e giallo è verde, più scuro. Questa modalità è quella impiegata nella quadricromia CMYK per la stampa.

La mescolanza è partitiva se il colore risultante è la media esclusivamente percettiva dei colori che sono giustapposti. Questo fenomeno avviene quando la proiezione retinica di un'immagine è troppo piccola perché la distanza dall'immagine è elevata, e allora i dettagli cromatici risultano indistinguibili e si fondono in un'unica sensazione di colore. È per questa ragione che le campiture distinte nelle trottelle di Maxwell si mescolano facendo ruotare la trottola.

3.2.1 L'opponenza cromatica

La complementarità fondamentale o generativa (cfr. Arnheim 1954: 276 tr. it.) non è da confondersi con l'opponenza cromatica. La teoria

dei colori opposti nacque da un'ipotesi del fisiologo Ewald Hering nella seconda metà dell'Ottocento, che fu poi confermata scientificamente. Sebbene i colori siano risultanti da tre recettori, secondo Hering è da notare che il giallo «è una sensazione elementare e non composta [...]. È dunque possibile che dal punto di vista psichico i primari siano quattro e non tre, se per primario intendiamo una sensazione elementare in cui non avvertiamo in alcun modo la presenza di altri colori» (Falcinelli 2017: 194).

È quindi sospettabile una sorta di antagonismo tra coppie: il giallo contro il blu, il verde contro il rosso, il bianco contro il nero. Ad ogni segnale dei coni seguono sempre un'eccitazione e contemporaneamente un'inibizione, perché nell'elaborazione della corteccia cerebrale non conta più la lunghezza d'onda in sé ma conta il segnale opponente: aumenta il rosso quindi diminuisce il verde, aumenta il giallo quindi diminuisce il blu, aumenta il bianco quindi diminuisce il nero. Di conseguenza, è possibile ottenere un terzo tipo di colori primari, detti psicologici, che sono il rosso, il giallo, il verde, il blu, il bianco e il nero.

3.3 Il processo traduttivo

La simulazione è il processo algoritmico che permette di trasformare i colori di un'immagine digitale per come sarebbero visti da una persona con uno dei differenti tipi di discromatopsia. In questo modo, è possibile testare il livello d'accessibilità dell'immagine per intervenire, eventualmente, in modo più o meno mirato.

Com'è già stato anticipato, la simulazione nasce dal rapporto fra la modalità con cui i coni costruiscono la sensazione del colore e la modalità con cui il colore è generato nello spazio digitale. Un rapporto che è doppiamente traduttivo, di andata e ritorno. Secondo Li e Ye, «the simulation of color vision deficiency can be achieved by three steps: convert the RGB data to LMS values; apply the colorblind projection to the LMS values; and convert the LMS coordinates back to RGB values» (Li e Ye 2018: 2).

Il dato RGB è il dato cromatico associato a ciascuno dei pixel dell'immagine digitale, mentre lo spazio cromatico LMS non è che un modello per quantificare il colore secondo il funzionamento dei

tre coni. Con una sequenza di operazioni algebriche e geometriche il colore di ciascuno dei pixel dell'immagine viene trasformato per simulare il danneggiamento totale o parziale di uno dei tre coni.

3.3.1 Nella pratica progettuale

La simulazione, come processo algoritmico, è facilmente implementabile anche nei software di progettazione più comuni, dal momento che «computer graphics images can now be synthesized to accommodate color-defective users» (Greenberg e Meyer 1988: 39).

Ciascuna delle applicazioni Adobe per la creatività offre alcuni strumenti che consentono di realizzare progetti accessibili per le persone con discromatopsia. Nella figura 3.2, si vede come sia possibile simulare la visione con deuteranopia e con protanopia direttamente in fase di produzione grafica su Adobe Illustrator. La tritanopia è stata esclusa dagli sviluppatori per la scarsa rilevanza di questo deficit in termini statistici sulla popolazione. Con questa impostazione nessuno dei codici cromatici cambia realmente (v. fig.3.3), ma cambia solo temporaneamente il modo in cui il colore è visibile all'interno del software.

Con Adobe Color è possibile creare dei temi cromatici accessibili. Si tratta di un tool online con il quale realizzare i propri temi armonici o esplorare quelli realizzati dagli altri utenti. Successivamente, ogni tema cromatico può essere salvato ed importato nei vari prodotti Adobe (Illustrator, Photoshop, After Effects etc.), tramite Creative Cloud Libraries. Nella sezione “Strumenti di accessibilità” si trova un simulatore di daltonismo per testare l'efficacia del tema, ed apportare le modifiche opportune. Questo strumento ci avvisa quando ci si imbatte in qualche conflittualità tra colori, ovvero sia quando due o più colori risulterebbero inavvertitamente indistinguibili ad un utente con discromatopsia. Con le guide di conflitto si interagisce intuitivamente con le varie conflittualità, direttamente sulla ruota colore. Selezionando ognuno dei segnaposti associati ai colori del tema, queste guide si attivano ed evidenziano quali zone della ruota sarebbero da evitare. Facendo in modo che le linee non siano intercettate da altri segnaposti, è possibile evitare le diverse conflittualità. Le linee guida sono tre, una per ogni deficit, e la distanza di sicurezza

Figura 3.2

L'impostazione di visualizzazione di Adobe Illustrator per simulare la visione con deuteranopia o protanopia.

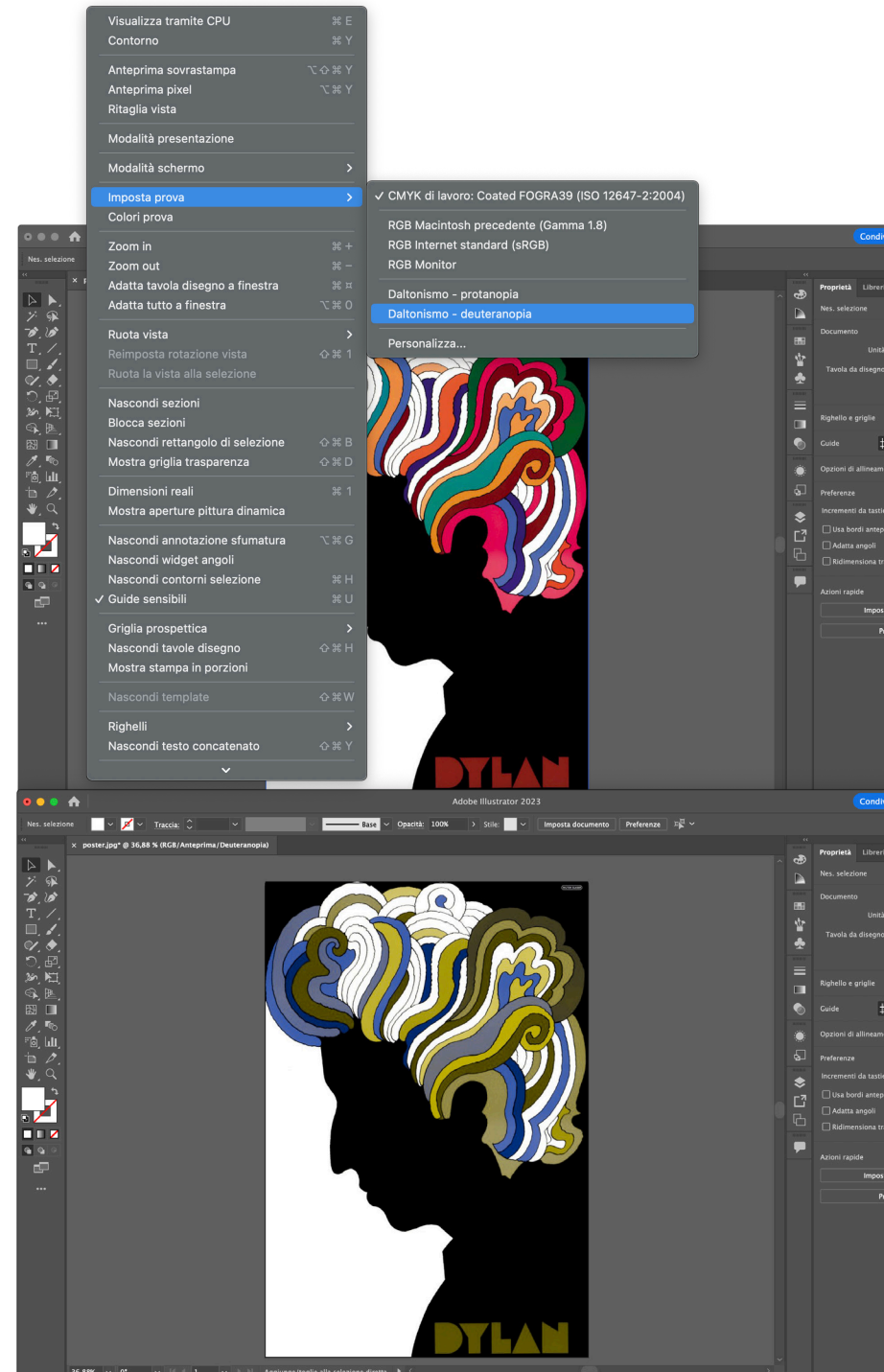




Figura 3.3

Durante la simulazione di Adobe Illustrator il codice cromatico non cambia, anche se è visualizzato diversamente, com'è confermato dal Selettore colore.

dalle linee può variare a seconda dell'area della ruota colore. Questa strategia di correzione si basa innanzitutto sulla modifica della tonalità e della saturazione, senza introdurre direttamente la luminosità.

Nella stessa sezione, è anche possibile verificare che il rapporto di contrasto tra due colori non sia inferiore alla soglia definita dalle linee guida di accessibilità WCAG. Lo standard internazionale WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) stabilisce che, in un sito web, tra sfondo e testo debba essere garantito un certo livello minimo di contrasto. Questo valore si ottiene attraverso una formula matematica che considera esclusivamente la luminosità del colore e non considera la tonalità e la saturazione. La classificazione con le sigle AA e AAA indica che il contrasto è adeguato, in modo rispettivamente sufficiente e ottimale (WCAG 2.0 1.4). Questo contrasto è vantaggioso per il progetto cromatico accessibile perché la dimensione chiaroscurale si mantiene invariata anche in presenza dei diversi deficit dei coni. Secondo altri sottopunti WCAG, è raccomandabile che le informazioni trasmesse dalle differenze di colore siano sempre disponibili anche in altro modo, preferibilmente testuale, per garantire la più completa accessibilità.

In generale ci sono diversi tool pratici per la progettazione, come il plug-in di Figma "Color Blind", per la simulazione in tempo reale di ogni tipo di discromatopsia. La dimensione digitale è sempre ben governabile, a differenza dei progetti comunicativi destinati alla realtà fisica, le cui condizioni contestuali e di luce ambientale alterano facilmente la percezione del colore. Per questa ragione, è difficile catturare e digitalizzare con accuratezza ogni immagine destinata alla simulazione. «These tools could have problems with color accuracy due to color transfer in the process to uploading and simulating the images» (Choi, E. Lee e H. Lee 2020: 42).



Figura 3.4
Sandy Skoglund, *The Green House*, 1990,
fotografia a colori, 117,5×150cm.

Figura 3.5
The Green House sottoposta a simulazione
della visione con deuteranopia, per mezzo
del software online DaltonLens.





Figura 3.6
Martin Parr, fotografia nel lavoro *A Year in the Life of Chew Stoke Village*, 1992.

Figura 3.7
Lo scatto di Martin Parr sottoposto a simulazione della visione con tritanopia, per mezzo del software online DaltonLens.





Figura 3.8
William Eggleston, *Red Car*, 1976.

Figura 3.9
Lo scatto *Red Car* sottoposto a simulazione della visione con protanopia, per mezzo del software online DaltonLens



Capitolo quattro: teorizzare il contrasto cromatico

La seconda metà della soluzione d'approccio alla progettazione accessibile del colore riguarda l'applicazione delle teorie del contrasto cromatico. Il richiamo ad esse, poiché «la rappresentazione e la schematizzazione concettuale funzionano come un filo d'Arianna nel labirinto del molteplice, dove senza un modello d'approccio sistematico alla realtà soccomberemmo alla frammentazione delle singole impressioni sensoriali» (Barberis 1991: 27) e poiché è noto il grado di complessità della sfida progettuale che è in corso d'analisi, è quindi ben congruente ed opportuno. Johannes Itten scrisse che «le teorie valgono solo nelle ore di debolezza» (Itten 1961: 12 tr. it.). La debolezza di cui scrisse è ciò che si posiziona dove l'intuito e l'esperienza ordinaria terminano di essere esaurienti, e c'è bisogno che s'introduca una qualche novità processuale, e che s'introduca dunque un approccio sistematico al colore. In questo capitolo sarà dato un quadro critico di riferimento che sia funzionale per orientarsi nell'eterogeneità del panorama teorico, ed individuare la più pertinente tra le casistiche allo specifico argomento progettuale a cui sarà destinata.

Il tema della teorizzazione del colore ha coinvolto un numero notevole di autori, collocati in un interminato intervallo storico. Chevreul, Bezold, Hering, Blanc, Munsell e molti altri si spesero per stabilire quali leggi e quali principi governassero il comportamento del fatto cromatico per quanto riguarda la percezione. Dal tempo di Leonardo da Vinci, e indubbiamente anche prima, ogni artista prendeva appunti su quali combinazioni funzionassero e quali circostanze rendessero certi effetti riproducibili. In modo più o meno sistematico, questi tentativi sono accomunati dal desiderio di giungere alla comprensione di un fenomeno dalla natura così sfuggente.

Le teorie consentono di descrivere e di interpretare, a vari livelli di generalità, gli aspetti del colore. Partiamo dalla teorizzazione, e pertanto dal modo in cui nasce una teoria, prima di approdare alle casistiche. È ammesso che una teoria coincida con la rappresentazione che si fa del fenomeno che è l'oggetto della comprensione (cfr. Cassirer 1923), e che descrivendo il modo in cui si fonda una rappresentazione sapremo della fondazione della prima. Ogni rappresentazione definisce un repertorio di segni totalmente astratto e indipendente dal contesto che rappresenta; essa è pensabile in modo autonomo nelle sue qualità logiche. Consiste in un sistema che si organizza nella reciprocità tra le costanti, che sono ciò che rimane uguale in ogni mutare, e le leggi che governano ciò che, diversamente, è variabile. La fondazione di una rappresentazione è un processo che avviene in due fasi consecutive. La prima fase è il porre, fuori da sé, una coscienza intuitiva. È la produzione dell'interpretazione del fenomeno, in modo espressivo e si manifesta in modalità metaforiche, allegoriche o simboliche. Una formalizzazione, il risultato dell'azione del dare forma

all'oggetto rappresentato attraverso il soggetto che rappresenta: anche un semplice disegno schizzato è determinato dall'atto istintivo del porre fuori da sé l'immagine intuitiva dell'oggetto pensato. Il processo termina con il cogliere, ovvero con l'interpretazione dell'esistente noto del porre. La produzione della prima fase non è completa, poiché «non individua né enuncia regole che consentano di formulare un catalogo di gesti e segni in grado di ricostruire quella realtà come realtà in sé [...] [ed] è solo nell'atto del cogliere le specificità di quel gesto che si riesce ad ottenere lo svolgersi di una teoria» (Barberis 1991: 15). La funzione del cogliere è quella di riconoscere gli elementi strutturali all'interno dei quali si è mossa la coscienza intuitiva, e di tradurli in termini rigorosi. L'assunzione di un corpo di regole autonome e sistematizzate fa sì che ogni dato qualitativo dell'intuizione si sottometta alle modalità quantitative della matematica e della geometria. Un'operazione di riduzione dell'esperienza, in seguito alla quale l'esperienza passa attraverso un cannocchiale concettuale, seppur necessaria. «Qualsiasi schema aggregativo, che ci consente di raggruppare i fenomeni secondo una serie di costanti, parte da un numero limitato di regole che costituiscono infine il nostro fondamentale rapporto con il mondo» (ivi: 22).

4.1 Il primo periodo di teorizzazione

4.1.1 La concezione geometrica di Moon e Spencer

Il colore può essere rappresentato in modi diversi: ad esempio, da una parola o da un codice numerico. Nell'utilizzo dei codici (per esempio, il modello RGB 24-bit) prevale il valore indicale, che consente di attribuire un nome biunivoco a molte centinaia di migliaia di gradazioni diverse (2^{24} possibili combinazioni). Inoltre, questa scelta privilegia la formazione di un sistema chiuso e rigoroso, con leggi proprie e comportamenti autonomi. Con questo tipo di rappresentazione, è interessante che l'individuazione di ogni colore possa avvenire per mezzo della sola riconducibilità dell'elemento alle leggi del sistema. L'individuazione del verde, come mescolanza di giallo più blu, come opposto al rosso o come membro dei secondari fondamentali, può prescindere dalla presenza stessa del colore in questione. La sche-

matizzazione, quando riduce e quantifica l'esperienza in un numero di unità discrete, «elimina la necessità della presenza fisiologica del colore» (ivi: 27).

Fu così che, «nel tentativo di trasformare la sensazione in un numero» (ivi: 13) e di gestirne la forza elusiva, la comprensione del colore scelse di legarsi strettamente alla geometria. Nel 1944, il professore del MIT's Electrical Engineering Department Parry Moon e la matematica Domina Eberle Spencer pubblicarono l'articolo "Geometric Formulation of Classical Color Harmony" nel *Journal of The Optical Society of America*, con cui proporre «a scientific basis for a comprehensive theory of color harmony – e affermare che – [...] The basic principle behind all this work is that any arrangement of colors that can be sensed as an orderly combination will be pleasing. The general method is to reduce the problem to one of geometry in ω -space. Various types of harmony correspond to various geometric figures in this space» (Moon e Spencer 1944: 47).

La formulazione geometrica di Moon e Spencer richiede che esista una certa misurabilità da attribuire al colore, e che sia possibile rappresentarla all'interno di un sistema di coordinate cartesiane. Un colore è variabile lungo tre dimensioni, tra loro indipendenti: tonalità, chiarezza e saturazione; una per ogni dimensione dello spazio. Poiché le tre coordinate spaziali sono indicate con ω^1 , ω^2 e ω^3 , lo spazio cartesiano prende il nome di ω -space (v. fig.4.1). Ogni colore è rappresentato da un punto P, i cui valori possono oscillare nell'intervallo ammesso da ciascuna delle tre variabili. È noto che la tonalità sia periodica, e che sia meglio esprimibile in termini di angolo, attorno all'asse ω^2 . Pertanto, conviene che sia impiegato un sistema di coordinate cilindriche, anziché rettangolari: $P = (r, \vartheta, z)$ per ogni punto dello spazio. La variabile r indica la saturazione, ed ha un valore crescente all'aumentare della distanza dal centro nel piano delle coordinate ω^1 e ω^3 . La chiarezza è indicata dalla variabile z, ed ha valore oscillante tra i poli bianco e nero. La variabile angolare ϑ , com'è detto, è per la tonalità. Analogamente a quanto è stato descritto nel processo di simulazione algoritmica, ogni conversione equivale ad una trasformazione delle coordinate del punto corrispondente nello spazio. Questo sistema di attribuzione spaziale è stato determinato in conformità con il modello di Munsell, sebbene non ci sia una corrispondenza perfetta, com'è puntualizzato dagli autori stessi.

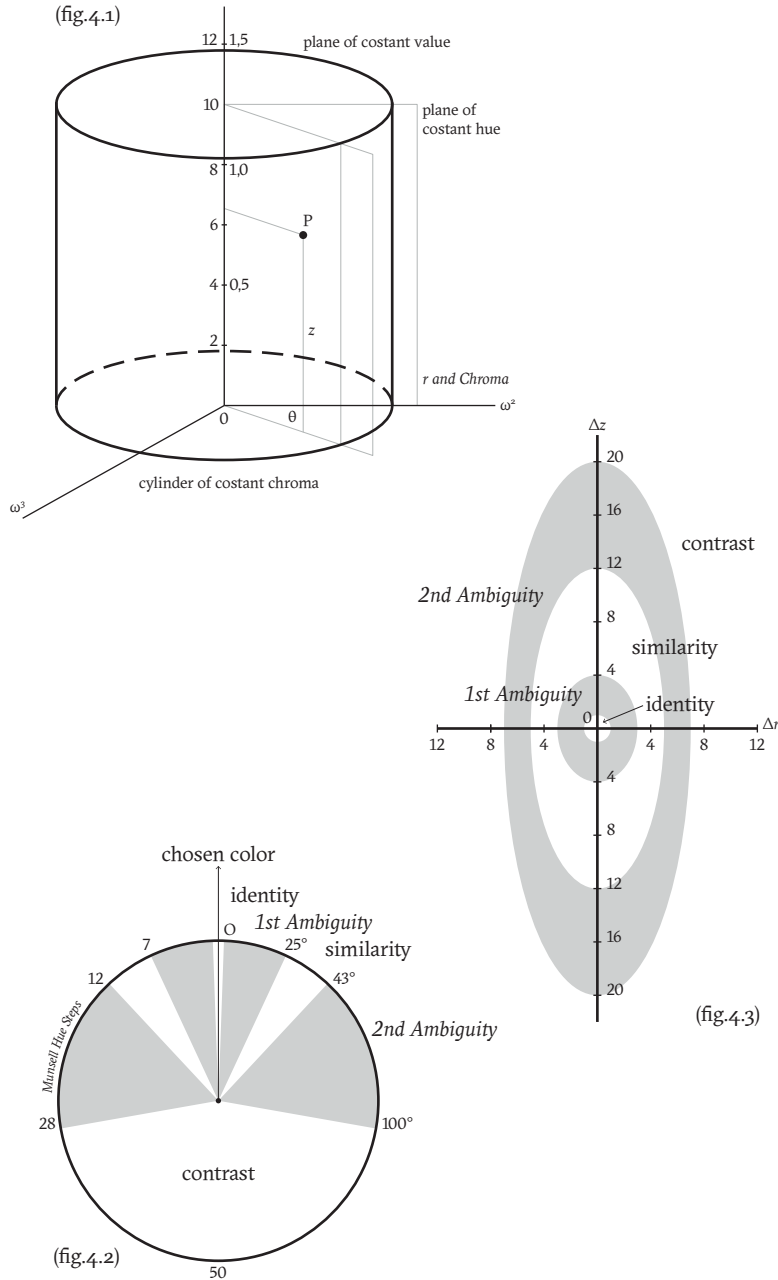


Figura 4.1
Lo spazio cromatico ω -space, secondo Moon e Spencer.

Figura 4.2
Aree di contrasto al variare della tonalità, con luminosità e saturazione costanti, nel ω -space.

Figura 4.3
Aree di contrasto al variare della luminosità e della saturazione con tonalità costante, nel ω -space.

Tabella 4.1
Intervalli di discriminazione tra coppie di colori, al variare di una sola variabile.

Desirable and ambiguous intervals between colors (ω -space)

pleasing interval	displeasing interval	Variation in z only	Variation in r only	Variation in θ only
identity		0 to 1 j.n.d.	0 to 1 j.n.d.	0 to ± 1 j.n.d.
	1st ambiguity	1 j.n.d. to 4	1 j.n.d. to 3	± 1 j.n.d. to $\pm 25^\circ$
similarity		4 to 12	3 to 5	$\pm 25^\circ$ to $\pm 43^\circ$
	2nd ambiguity	12 to 20	5 to 7	$\pm 43^\circ$ to $\pm 100^\circ$
constrast		20 to 80	7→	$\pm 100^\circ$ to $\pm 180^\circ$
	glare	>80		

Ci si soffermi ora su cosa s'intenda per armonia. Secondo Moon e Spencer, c'è un presupposto inesatto nella letteratura pertinente, e cioè che tutte le combinazioni di colori possano essere suddivise in due sole classi distinte: *armonie* e *disarmonie*, con una sorta di linea di demarcazione perfettamente netta. Ogni combinazione cromatica dovrebbe trovarsi in una classe o nell'altra, deducendone che tutte le armonie sarebbero ugualmente piacevoli e tutte le disarmonie ugualmente sgradevoli. Secondo il parere degli autori, questa divisione non è conforme ai fatti, ed è possibile disporre le combinazioni cromatiche secondo una graduatoria di piacevolezza, dopo aver rimosso ogni influenza della sfera soggettiva. «The purpose of color harmony theory is to provide a method of picking out color combinations that tend to rank high on this scale of aesthetic merit. These combinations may be called "harmonies," in [sic] deference to tradition, though they are not of equal merit and they do not constitute a definite class» (*ivi*: 50). La formulazione geometrica dell'armonia dei colori di Moon e Spencer si basa sui seguenti postulati. Combinazioni cromatiche "oggettivamente" piacevoli si ottengono quando:

1. l'intervallo tra due colori qualsiasi non è ambiguo
2. i colori sono scelti in modo che i punti che li rappresentano nel ω -space siano correlati in modo geometricamente semplice

Non è per noi pertinente analizzare il secondo punto dell'elenco, e nemmeno andare a fondo nel senso matematico di queste considerazioni. Ciò che conta per noi è il modo in cui gli autori hanno affrontato il tema dell'ambiguità, e annesso dell'identità, della somiglianza e del contrasto, tra colori.

Una relazione tra colori può essere d'identità, di somiglianza o di contrasto. Tra l'identità e la somiglianza, e tra la somiglianza e il contrasto, si trova l'ambiguità. Tra due colori di una combinazione dev'essere chiaro in quale dei tre casi sia la relazione per potersi dire armonica, e, secondo Moon e Spencer, una risposta è possibile attraverso il calcolo della distanza tra i punti nel ω -space. Nella tabella 4.1, gli autori riportano gli intervalli numerici con cui riconoscere ciascuna delle casistiche, quando tra due colori ci sia la variazione del valore di una sola variabile. Per la tonalità, i risultati sono mostrati nella figura

4.2. Con z e r costanti, è la differenza tra i valori angolari della tonalità che consente di stabilire se si tratti di identità, di somiglianza o di contrasto, o se si tratti di ambiguità. Nella figura, le aree di ambiguità sono quelle tratteggiate. Se r e z variassero contemporaneamente, la tabella precedente non sarebbe applicabile. Nella mappa della figura 4.3 ci sono le aree ellittiche con cui risolvere questa circostanza, secondo le analisi di Moon e Spencer.

L'idea che ci siano delle regioni di ambiguità era già stata formulata da Bezold, Brücke e Chevreul, mentre Moon e Spencer ne attribuirono una riconducibilità quantitativa. Ad ogni modo, le considerazioni raccolte nell'articolo "Geometric Formulation of Classical Color Harmony" sono da contestualizzare nel tempo. Il colore non era ancora digitalizzato, e la produzione grafica non era computerizzata. Era il tempo di Norbert Wiener e della nascita delle teorie cibernetiche, della fascinazione del numero e della speranza che per mezzo di esso si potesse giungere alla comprensione esatta dei fenomeni del mondo.

4.1.2 Itten e il contrasto nell'arte

L'insegnante presso il Bauhaus Johannes Itten si occupò di sviluppare una propedeutica all'uso dei contrasti cromatici, che raccolse infine in *Arte del colore*, pubblicato nel 1961. L'opera non è discordante con quanto detto precedentemente, ma affronta il tema con una certa maturazione e un senso sperimentale allo studio del colore. Nell'opera stabilisce sette tipi di contrasto.

Per cimentarsi adeguatamente nel lavoro di Itten è opportuno fare prima un passo indietro e parlare dell'organizzazione cromatica su cui poggia, e quindi del così nominato disco cromatico (v. fig.4.4). Che cosa sia quest'ultimo è un requisito alla comprensione di questa parte del quadro di riferimento. Si tratta di un modello strutturale dei colori secondo un'organizzazione concentrica. Si dispongono, innanzitutto, i tre colori primari all'interno di un triangolo equilatero mettendo il giallo in alto, il blu in basso a sinistra e il rosso in basso a destra. Al triangolo si circoscrive un esagono con i colori secondari. Infine, il modello è esteso tracciando un anello esterno a cui si aggiungono i colori terziari, i risultanti dalla combinazione

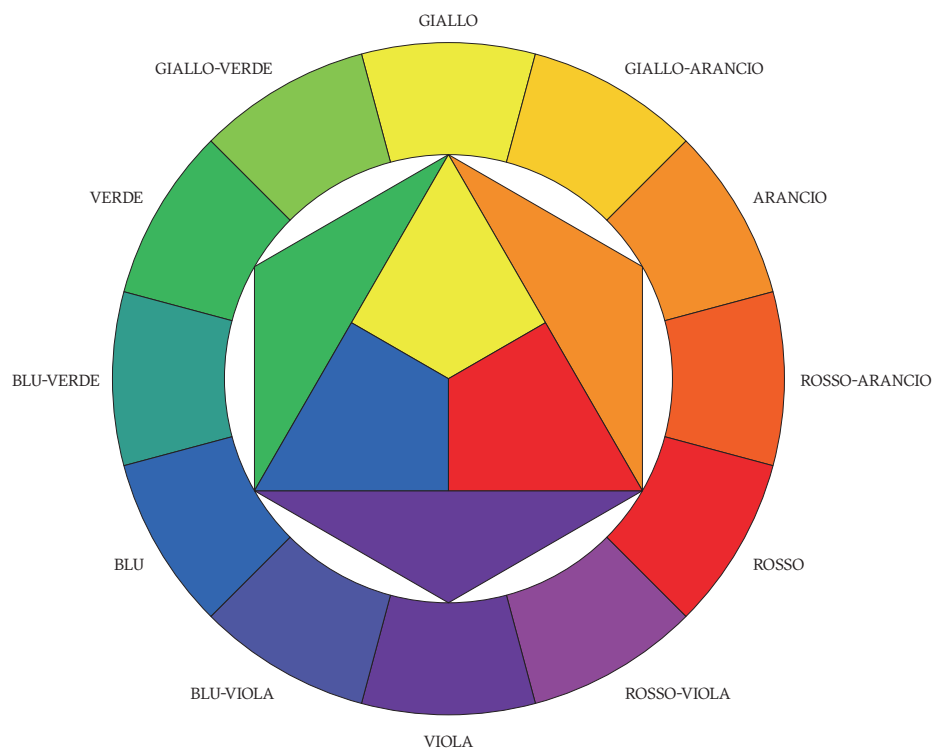
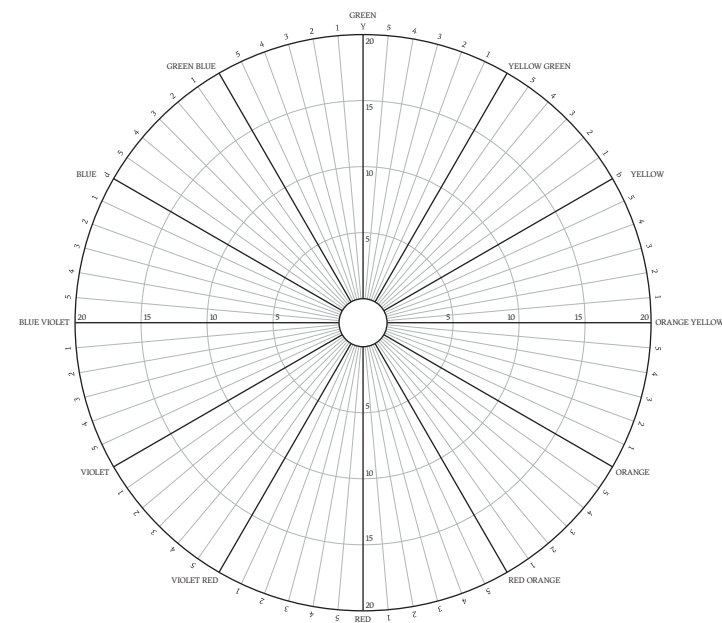
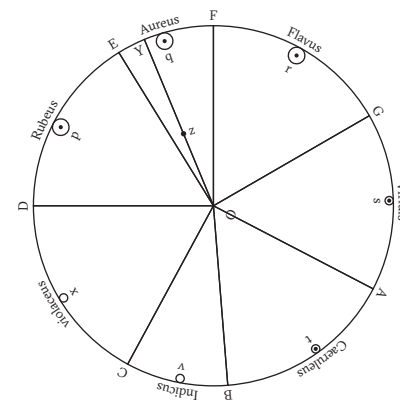


Figura 4.4
Il disco cromatico a dodici parti
utilizzato da Itten nella sua propedeutica.

Figura 4.5
Il cerchio cromatico di Newton.

Figura 4.6
Il cerchio cromatico di Chevreul.

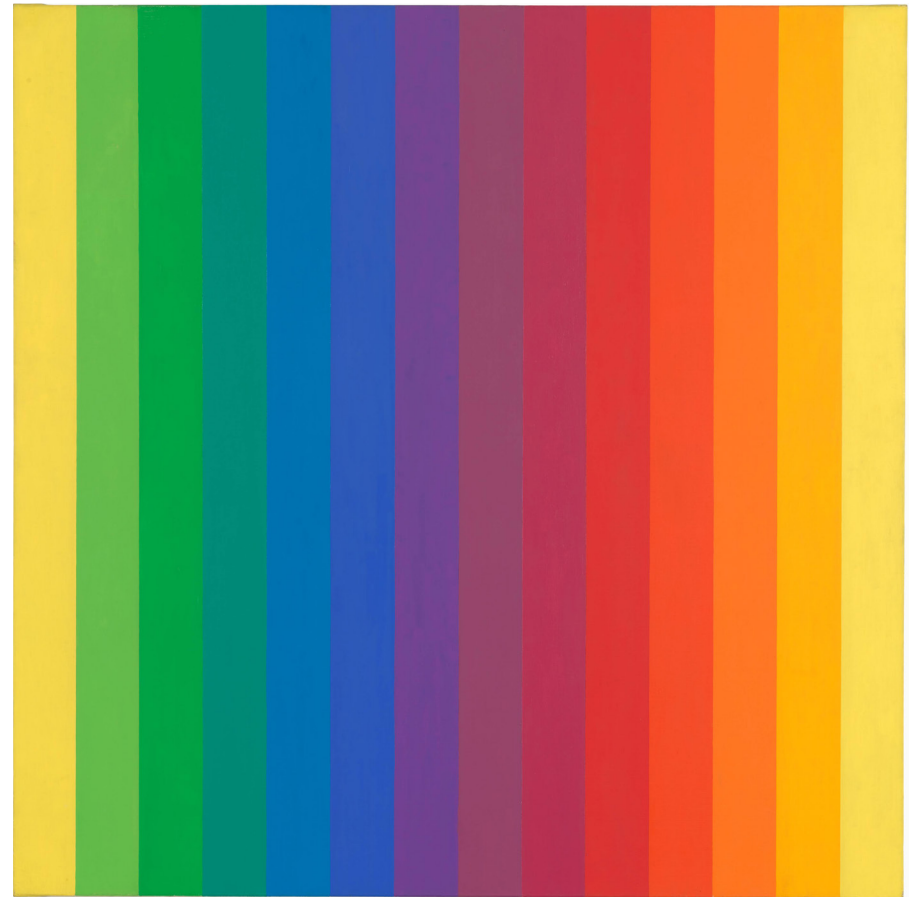


**Figura 4.7**

Apple, *Rainbow* logo, fatto da Rob Janoff nel 1977.

Figura 4.8

Ellsworth Kelly, *Spectrum I*, 1953, olio su tela, 153×153cm, San Francisco Museum of Modern Art.



di un primario e di un secondario adiacente. Si ottiene così una superficie anulare divisa in dodici parti all'interno della quale i colori primari, secondari e terziari si susseguono secondo l'ordine dello spettro. Questa sequenza fu ricavata da Newton durante i suoi studi sulla scomposizione della luce, quando inserì nello spettro il porpora (o rosso-viola) con cui il disco si completa.

Eppure, la sequenza di Newton ebbe una differenza non trascurabile. All'età di ventidue anni, Isaac Newton fece rifrangere la luce bianca attraverso un prisma di vetro e produsse uno spettro colorato, dopodiché distinse il risultato in sette colori distinti: rosso, arancione, giallo, verde, blu, indaco e violetto; quelli che noi ora chiamiamo i colori dell'arcobaleno. Il numero dei colori non corrispose quindi a quello del disco cromatico, che nemmeno coincisero con una parte di essi. Si seppe che Newton coltivava un forte interesse per le armonie musicali, e che divise lo spettro in sette colori cosicché corrispondessero alle sette note della scala musicale. Per Charles Blanc sembrò opportuno che la tavolozza di Dio si dividesse in sei colori, come fu per lo spettro nel logo della Apple, che comincia con il verde e finisce con il blu. Nella serie di dipinti intitolati *Spectrum*, Ellsworth Kelly usò tredici colori con due gialli diversi alle estremità. La pittura medioevale ha rappresentato lo spettro a volte con due, a volte con quattro, a volte con più colori. L'arcobaleno è un fenomeno osservabile coerentemente da tutti (quasi tutti: il 94% della popolazione, vedi 3.1.1) «e tuttavia le sue rappresentazioni, sia verbali che visive, sono incoerenti in maniera impressionante. Gli arcobaleni sono sempre visti attraverso il prisma di una cultura» (Batchelor 2000: 117 tr. it.). Ogni rappresentazione, com'è detto, traduce arbitrariamente un flusso analogico in un numero di unità discrete e, inoltre, marca diversamente l'attenzione sulle relazioni interne al sistema. Il cerchio cromatico di Chevreul (v. fig.4.6), ad esempio, è una variante del disco cromatico che mantiene invariata la disposizione dei colori ma sceglie di concentrarsi sulla consequenzialità di essi, con una segmentazione intermedia di sei, e sceglie di omettere il passaggio centrifugo che dai primari fondamentali permette di stabilire i secondari, e poi i terziari, che è cardinale nel modello a cui Itten si riferisce. Concludendo, nella figura 4.4 ci sono i nomi assegnati a ciascuno dei dodici colori del disco cromatico, con cui riferirsi univocamente da essi durante la trattazione del lavoro di Itten.

Contrasto di colori puri

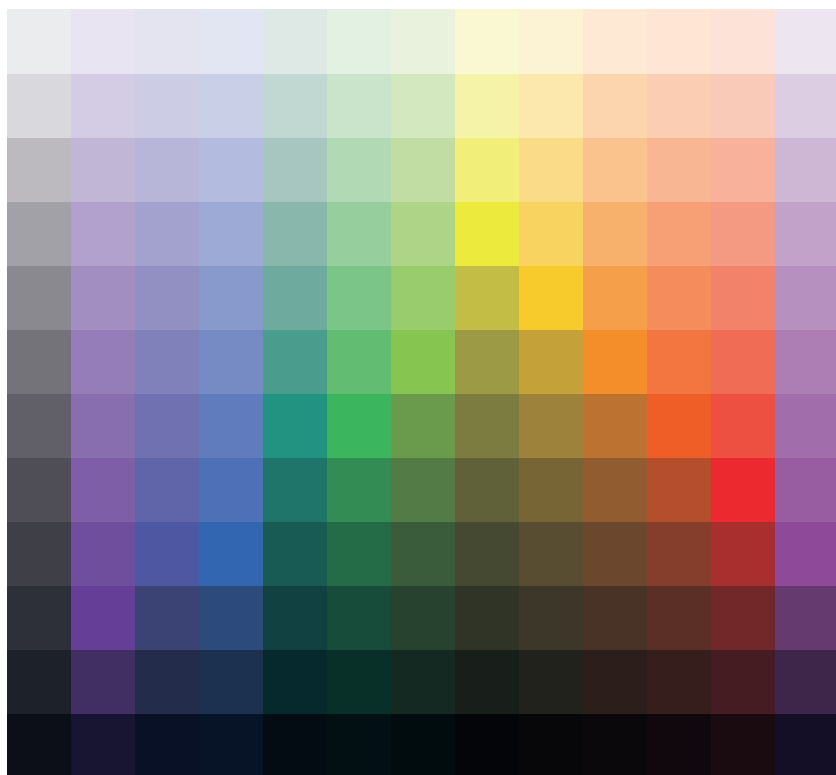
Si crea dall'accostamento di un insieme di colori al punto più alto di saturazione. Il numero di colori all'interno dell'insieme è necessario che sia maggiore o uguale a tre, e il grado massimo di tensione si raggiunge quando i colori selezionati sono i tre complementari fondamentali. Conseguentemente, l'efficacia di questo contrasto si riduce all'aumentare della distanza da questi poli. Inoltre, le tinte ottengono maggiore risalto se sono separate da linee bianche e nere, ed acquistano autonomia. L'esempio dell'autore è Mondrian, le cui composizioni si affidano ampiamente a questi principi.

Contrasto di chiaro e scuro

Il bianco e il nero sono gli estremi del contrasto chiaroscurale, separati dalla scala continua di gradazioni di grigio, e analogamente di ogni colore puro. Il centro della scala di grigio è il cosiddetto grigio neutro o grigio medio, di cui si vedrà successivamente le proprietà. Il contrasto chiaroscurale è piuttosto predominante e può mettere in secondo piano altri tipi di contrasto compresenti, ed è sempre preservato anche nelle persone con daltonismo. Le ragioni della sua immunità sono le seguenti. Si dispone una scala di dodici gradazioni di grigio sull'asse verticale e la sequenza dei dodici colori puri del disco sull'asse orizzontale, spostando poi l'altezza di questi ultimi per far sì che i valori di luminosità corrispondano a quelli del grigio con il quale condividono l'ordinata. Il giallo si troverà nella quarta riga dall'alto, il rosso nell'ottava, il viola nella terzultima. Ai fini dell'analisi in corso, è piuttosto rilevante che i colori puri al massimo grado di saturazione abbiano diversi valori di luminosità: il loro impiego combinato funziona sia per contrasto di colori puri sia per contrasto chiaroscurale e questo offre diverse assicurazioni in termini di accessibilità. Una composizione basata sul contrasto chiaroscurale può fondarsi solo su due, tre o quattro piani attendibilmente. Ogni piano può avere delle variazioni al suo interno, ma non ampie da annullare il contrasto tra i piani.

Contrasto di freddo e caldo

L'autore individua le polarità del contrasto termico. Posizionati sul diametro orizzontale del disco cromatico, il rosso-arancio è il colore più caldo e il verde-blu il più freddo. In funzione di poli, i loro valori



sono fissi, mentre il valore degli altri colori è assunto solo mediante confronto. Poiché il contrasto chiaroscurale è predominante, è utile rimuoverlo quando l'attenzione è da volgersi al contrasto di freddo e caldo. Nella figura 4.10, si vede una composizione a scacchiera sviluppata sul contrasto in questione, in modo antitetico: i colori, infatti, reagiscono contestualmente alle differenti polarità compresenti. Questo risultato è ottenuto utilizzando una scala di gradazioni cromatiche che va dal blu-verde al rosso-arancio passando per il blu, il blu-viola, il viola, il rosso-viola e il rosso.

Contrasto dei complementari

Itten definisce complementari due colori i cui pigmenti mischiati danno un grigio medio e due luci la cui miscela dia una luce bianca. Di ogni colore esiste un solo complementare, e nel disco cromatico si trovano diametralmente opposti. Ogni coppia di complementari possiede dei caratteri specifici: la giustapposizione giallo-viola, ad esempio, dà luogo a un forte contrasto chiaroscurale; la coppia rosso-arancio e verde-blu sono rappresentano il grado massimo della polarità freddo-caldo; la luminosità del rosso e del verde è equivalente.

Contrasto di simultaneità

Vale a dire il fenomeno fisiologico per cui l'occhio, sottoposto a un colore dato, ne esige simultaneamente il suo complementare, e non ricevendolo se lo rappresenta da sé. Gli esperimenti correlati sono molteplici: nella figura 4.12 ci sono sei quadrati di colori puri ed è posto al centro di ciascuno di essi un quadratino di grigio con la stessa gradazione luminosa del fondo. Ogni quadratino assumerà il riflesso del complementare del colore di fondo. Gli effetti di simultaneità sono più forti se aumenta il tempo d'osservazione del colore dominante e non nascono solo da un grigio e un colore puro, ma anche fra colori qualsiasi che non siano esattamente complementari.

Contrasto di qualità

Per qualità Itten intende la saturazione. La qualità di un colore è compromettibile secondo quattro diversi procedimenti di mescolanza: col bianco, col nero, col grigio in una delle sue gradazioni e col suo complementare, ottenendo da ognuno una de-saturazione differenziata. Questo processo è detto di offuscamento, e con i tre colori pri-

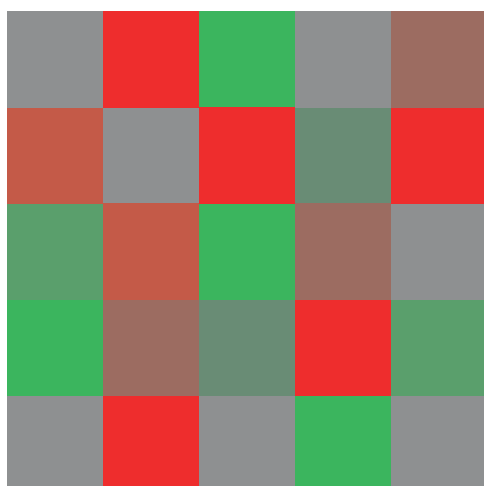
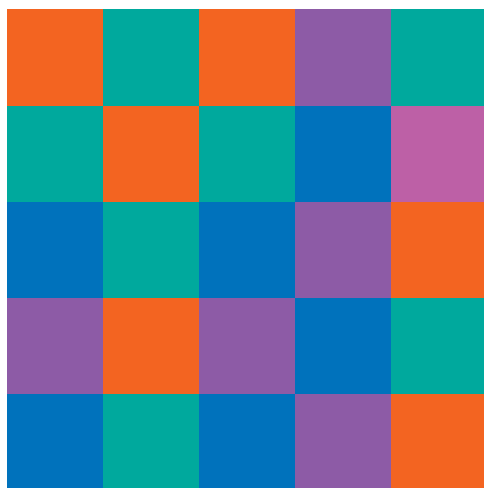


Figura 4.10

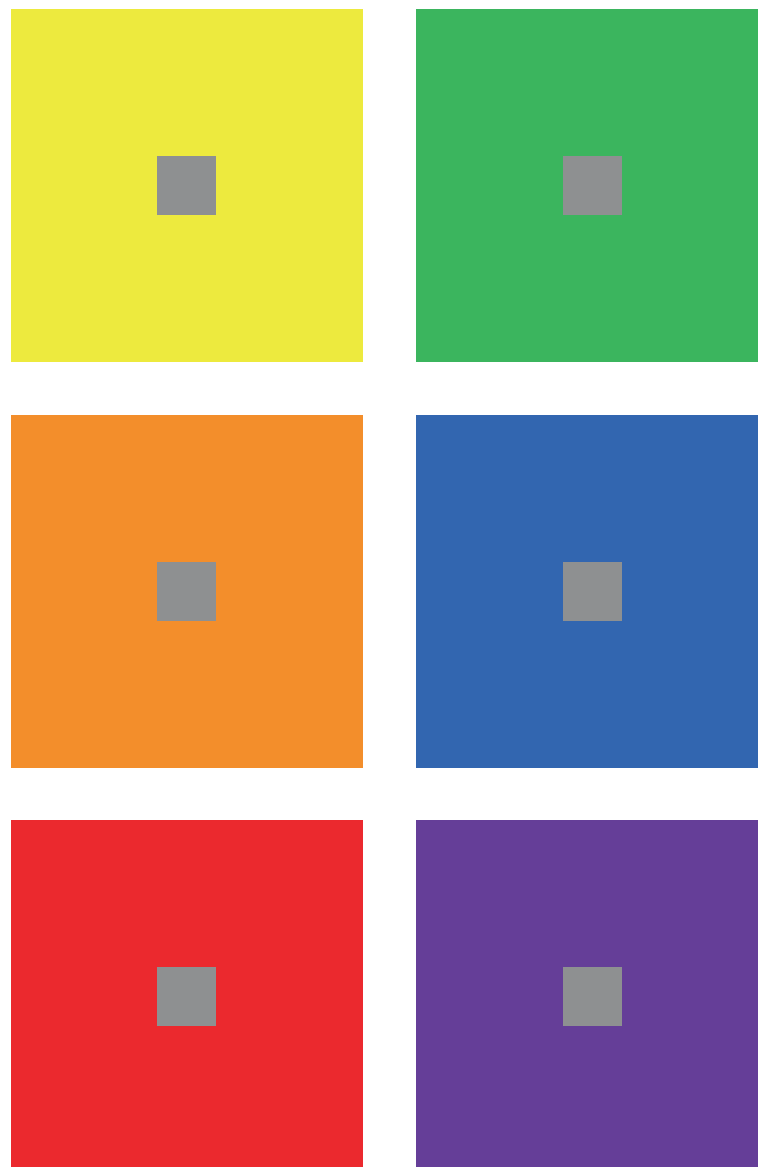
Esercizio di contrasto caldo-freddo, da Itten.

Figura 4.11

Esercizio di contrasto di complementari, da Itten.

Figura 4.12

Sei casi di contrasto di simultaneità, da Itten.



mari si possono ottenere tutte le possibili gradazioni. Il contrasto di qualità è facilmente soffocabile da altri contrasti.

Contrasto di quantità

L'ultimo contrasto della selezione di Itten proviene dal rapporto quantitativo di due o più colori. Questo contrasto non è determinato esclusivamente dal confronto della dimensione delle aree colorate; anche l'intensità del colore stesso incide sull'effetto cromatico. L'autore di *Arte del colore* riporta le considerazioni di un teorico antecedente, Goethe, che ha stabilito una scala numerica dei valori d'intensità per i colori primari e secondari fondamentali.

I valori reciproci d'intensità secondo Goethe sono i seguenti: giallo : arancio : rosso : viola : blu : verde = 9 : 8 : 6 : 3 : 4 : 6. E questi, quindi, i valori delle coppie di complementari: giallo : viola = 9 : 3 = 3 : 1; arancio : blu = 8 : 4 = 2 : 1; rosso : verde = 6 : 6 = 1 : 1. Per tradurre i valori d'intensità in valori armonici di quantità, i valori invertiti sono da applicarsi alla dimensione delle superfici. Ad esempio, il giallo, che è tre volte più intenso del suo complementare, dovrà occupare una superficie tre volte più piccola del viola affinché il rapporto sia armonico. Conseguentemente, i valori delle proporzioni armoniche sono: giallo : arancio : rosso : viola : blu : verde = 3 : 4 : 6 : 9 : 8 : 6. Qualora sia necessario, si è visto dunque che il contrasto quantitativo si neutralizza con l'impiego dei valori armonici.

4.2 Un cambio di prospettiva

Tuttavia, queste teorie si basano su delle rappresentazioni dei fenomeni cromatici che non sono più considerate adeguate. (cfr. Kanizsa [1980] 1997). Esse – ad esempio, il modello di Munsell – hanno il limite di riferirsi esclusivamente alle impressioni di colore in sé, allo stato puro, isolate dal contesto. Un'impressione cromatica è variabile lungo tre dimensioni, tra loro indipendenti: tonalità, chiarezza e saturazione. Queste dimensioni corrispondono ad altrettante caratteristiche dello stimolo fisico costituito dalle radiazioni luminose che agiscono sulla retina: lunghezza d'onda o frequenza, ampiezza o intensità, composizione spettrale o purezza. In un diagramma dei colori ogni impressione è localizzata univocamente, in base ai valori

che assumono le tre variabili precedenti. In realtà, «noi non percepiamo mai delle pure qualità cromatiche, ma i colori sono da noi vissuti sempre in relazione a una particolare struttura percettiva, sono colori di qualche cosa, ci appaiono integrati con gli altri aspetti fenomenici del nostro mondo visivo» (ivi: 211).

Ad ogni modo, queste teorie non hanno delle inadeguatezze che siano perentorie; conservano un valore come strumento progettuale e per la messa a fuoco. Moon e Spencer introdussero anzitempo la questione: «Classical color harmony ignores a number of factors that have important bearing on the subject. The effect of area is almost completely neglected. Adaptation of the eye is ignored – e che, nella loro proposta – these limitations of classical theory remain» (Moon e Spencer 1944: 47). Gli stessi Heejin Lee, Eunsil Lee e Gyoung-sil Choi, ai quali si è fatto riferimento durante la descrizione della soluzione d'approccio progettuale a cui è dedicata questa tesi, hanno scelto di applicare le teorie di Chevreul, Munsell, Ostwald (tutt'e tre antecedenti ad Itten) e appunto di Itten nel progetto delle combinazioni cromatiche accessibili per la segnaletica di Seoul, come si vedrà per esteso in 5.3.

4.2.1 Albers e l'interazione del colore

All'oggettività di Itten si antepose Josef Albers. Anch'esso proveniente dal Bauhaus, Albers pubblicò nel 1963 *Interazione del Colore*, un'opera didattica sulle proprietà del colore fondata sulla percezione diretta e l'esperienza. Egli sostenne che la percezione di un colore è ingannevole, che esiste una discrepanza tra realtà fisica ed effetto psichico, che «il colore è il mezzo più relativo in campo artistico» (Albers 1963: 28 tr. it.) e che fosse opportuno rovesciare la concezione più consueta del rapporto tra teoria e prassi, secondo la quale ci si debba occupare primariamente della teoria e solo poi della pratica. *Interazione del Colore* è uno studio sui colori basato su esercizi, con lo scopo di educare allo sviluppo «attraverso l'esperienza e gli errori [...] [dell'] occhio per il colore» (ivi: 14). A detta dell'autore, nessuna teoria comporta di per sé alcuna attitudine o sensibilità all'uso del colore, e che l'approccio sperimentale debba considerarsi invece più esauriente all'apprendimento.

Superando il limite di riferirsi alle sole impressioni isolate dal contesto, Albers rivolse l'attenzione all'interazione del colore. Non esiste un'esperienza del colore isolato dagli altri: «i colori si presentano in un flusso continuo, costantemente in rapporto con vicini che variano e in condizioni variabili» (*ivi* 21). Proseguendo fino al termine del volume, Albers si dedicò al confronto con i sistemi cromatici.

Dopo la scoperta che il colore è il mezzo più relativo in campo artistico e che il suo maggior interesse non consiste in regole o canoni, si è resa necessaria una capacità di distinzione più precisa e sensibile. Più si sviluppava un uso creativo del colore, meno si auspicava una sua applicazione meramente fiduciosa e obbediente. Il nostro primo obiettivo è divenuto quindi lo sviluppo di una sensibilità visiva al colore. [...] Abbiamo appreso che il loro ordine [dei sistemi cromatici, *nda*], spesso molto attraente, è più facilmente riconosciuto e apprezzato quando gli occhi e la mente – dopo esercizi efficaci e produttivi – sono meglio preparati e più ricettivi. (*ivi*: 119-120)

Dalle considerazioni appena seguenti, invece, emergono altri aspetti. Dell'arbitrarietà di certe sistematizzazioni che si dicono oggettive, che non colgono che «il modo in cui comprendiamo il mondo è attraverso le nostre interazioni con esso» (Lakoff e Johnson 1980: 237 tr. it.). E introducendo un senso interdisciplinare all'approccio al colore.

Sarà utile invece distinguere tre modi radicalmente diversi di avvicinarsi al colore, basati sui diversi interessi del fisico, dello psicologo e dell'artista del colore. Indichiamo solo una delle tante differenze: se per l'artista del colore (pittori e designers) i colori primari sono, come sappiamo, giallo-rosso-blu, il fisico si serve di altri tre colori primari, rosso-blu-verde (escluso il giallo), e lo psicologo conta quattro primari (compreso il verde), più due colori acromatici. (Albers 1963, 119-120 tr.it.)

Ma questo particolare cerchio [il cerchio cromatico, *nda*] non è di molta utilità per i tipografi, o per quelli che mescolano i loro colori attraverso il tubo catodico, o per quelli che conducono le macchine di miscelazione delle tinte nei negozi di vernici. I colori primari dei tipografi sono il giallo, l'azzurro ciano, il magenta e il nero; le televisioni mescolano rosso, verde e blu chiaro; il cerchio dei colori delle vernici commerciali ha quattro colori primari effettivi che sono il rosso, il giallo, il blu e il verde. Abbiamo, dunque, diversi colori primari per diversi scopi; diversi colori primari per diversi tipi di pittura; colori primari per mescolare inchiostri e per mescolare luce. (Batchelor 2000: 117-118 tr.it.)

4.2.2 L'interdisciplinarietà attuale

Con l'evoluzione tecnologica e scientifica, lo studio del colore diventa progressivamente interdisciplinare e specialistico. La prospettiva dell'arte sul colore viene integrata con quella di altri ambiti disciplinari, dalla fisica alla psicologia. Il design, dal canto suo, ha l'occorrenza di sapersi muovere con crescente dimestichezza all'interno di questa varietà di prospettive.

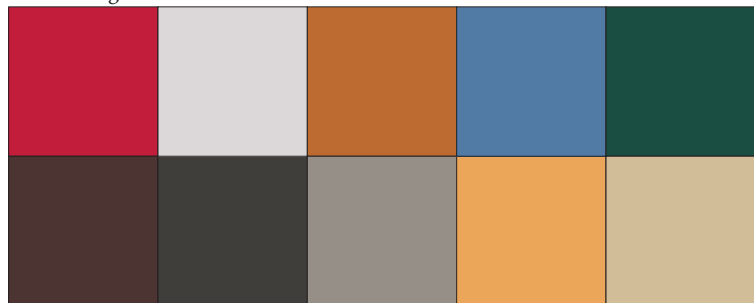
Non è un caso che fu nel Bauhaus, di cui fecero parte Itten e Albers, che s'iniziò a parlare di questo approccio interdisciplinare. Disse Kandinskij: «Il lavoro nel Bauhaus è in generale subordinato a quello dell'unità, finalmente affiorante, di vari settori che fino a poco tempo fa venivano ancora concepiti come rigorosamente separati. [...] Il lavoro nel Bauhaus è di tipo sintetico» (Falcinelli 2022: 62). La comprensione del fenomeno cromatico in tutti gli aspetti evolve allora di pari passo, per mettersi al servizio delle sfide progettuali più complesse e meno consuete, come quelle dell'accessibilità.

La sede del lavoro di Heejin Lee, Eunsil Lee e Gyoung-sil Choi è stata la città di Seoul. La capitale coreana fu individuata nel 2007 dalla World Design Organization come World Design Capital per il 2010, e cominciò da allora a finanziare alcune attività di rinnovamento interno. Per quest'occasione, la città di Seoul avviò un progetto per riallestire il proprio paesaggio urbano, come parte di un'azione di rebranding cittadino. In questo processo, la scelta dei colori per l'identità visiva ricevette una certa accortezza. La raccolta fu inizialmente di 250 colori, ispirati dall'architettura cittadina, dalla natura locale e da vari elementi della cultura coreana tradizionale. Da questi, ne furono selezionati 50 da utilizzare come colori identificativi distrettuali e poi 10 della seconda selezione specificamente per l'identità visiva della città. Gli autori propongono nella loro analisi una riprogettazione delle combinazioni cromatiche per la segnaletica di Seoul, partendo dai colori identificativi della città, affinché il contrasto sia reso accessibile anche alle persone daltoniche. Se sappiamo che l'impiego del colore nel wayfinding è particolarmente efficace, la sua mancanza di percepibilità in un sottoinsieme degli utenti non potrebbe che creare parecchie difficoltà e limitazioni. La riprogettazione degli autori si concentra esclusivamente sulla deuteranopia, sul danneggiamento del cono verde (M) che causa l'ambiguità rosso-verde. Questa cernita è di ragione statistica, trattandosi dell'ambiguità più frequente nella popolazione mondiale. Il metodo progettuale che è stato impiegato in questa circostanza è coerente con le fasi precedentemente descritte in questa tesi. In primo luogo, ci si occupò di recuperare alcuni campioni necessari: i campioni della segnaletica, oggetto d'analisi e di riprogettazione, furono raccolti nell'area pubblica di Gwanghwamun, una zona centrale dell'area metropolitana solitamente affollata di cittadini e turisti. Di quest'area, sono stati selezionati 50 campioni, di cui 10 sono segnali stradali, 14 sono segnaletica d'orientamento e 26 sono insegne o cartelli pubblicitari. In secondo e terzo luogo, attraverso la simulazione digitale e l'uso di alcune teorie del contrasto cromatico, è stato possibile valutare i campioni raccolti in termini d'accessibilità per gli utenti con deuteranopia, capire quali di questi fossero inadeguati, e ripensare alle combinazioni cromatiche correntemente in uso negli stessi termini d'accessibilità. Infine, le nuove combinazioni sono state applicate ad alcuni casi di segnaletica d'orientamento, così che soddisfino finalmente i requisiti d'accessibilità stabiliti inizialmente.

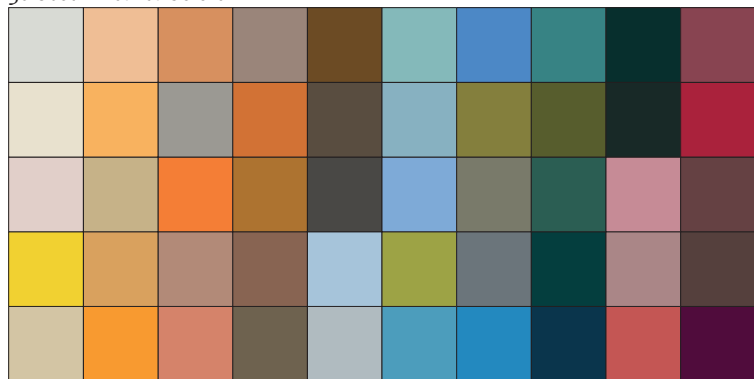
5.1 I risultati della simulazione

La figura 5.2 mostra i risultati di un primo ciclo di simulazione, per otto tonalità NCS: rosso (R), verde (G), blu (B), giallo (Y), arancio (Y50R), viola (R50B), blu-verde (B50G) e giallo-verde (G50Y). Per le

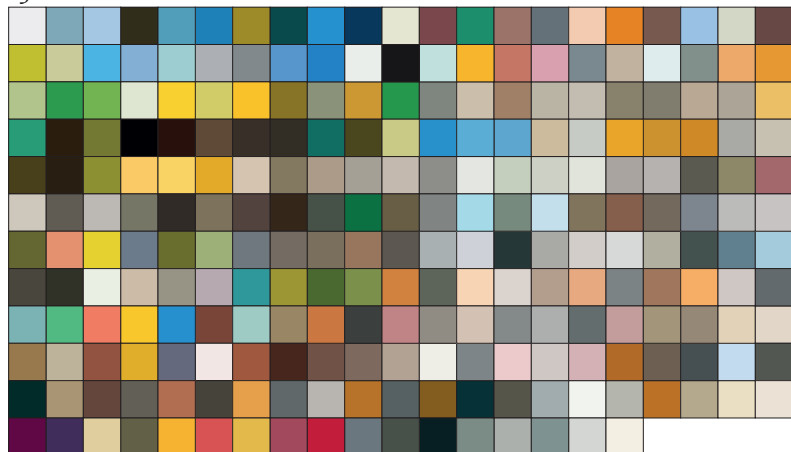
10 Seoul Signature Colors



50 Seoul District Colors



250 Seoul Current Colors



persone con deuteranopia, il giallo (Y) appare giallo-arancio, l'arancio (Y₅₀R) è leggermente desaturato, il rosso (R) è molto desaturato, il viola (R₅₀B) appare blu, il blu (B) è desaturato, il blu-verde (B₅₀G) e il verde (G) cambiano completamente e appaiono giallo-arancio e il giallo-verde (G₅₀Y) appare giallo senza verde. Questi risultati rivelano chiaramente che alcune combinazioni di colori dovrebbero essere evitate perché possono creare confusione per le persone daltoniche. Nella figura 5.3 ci sono tre esempi di combinazioni da evitare.

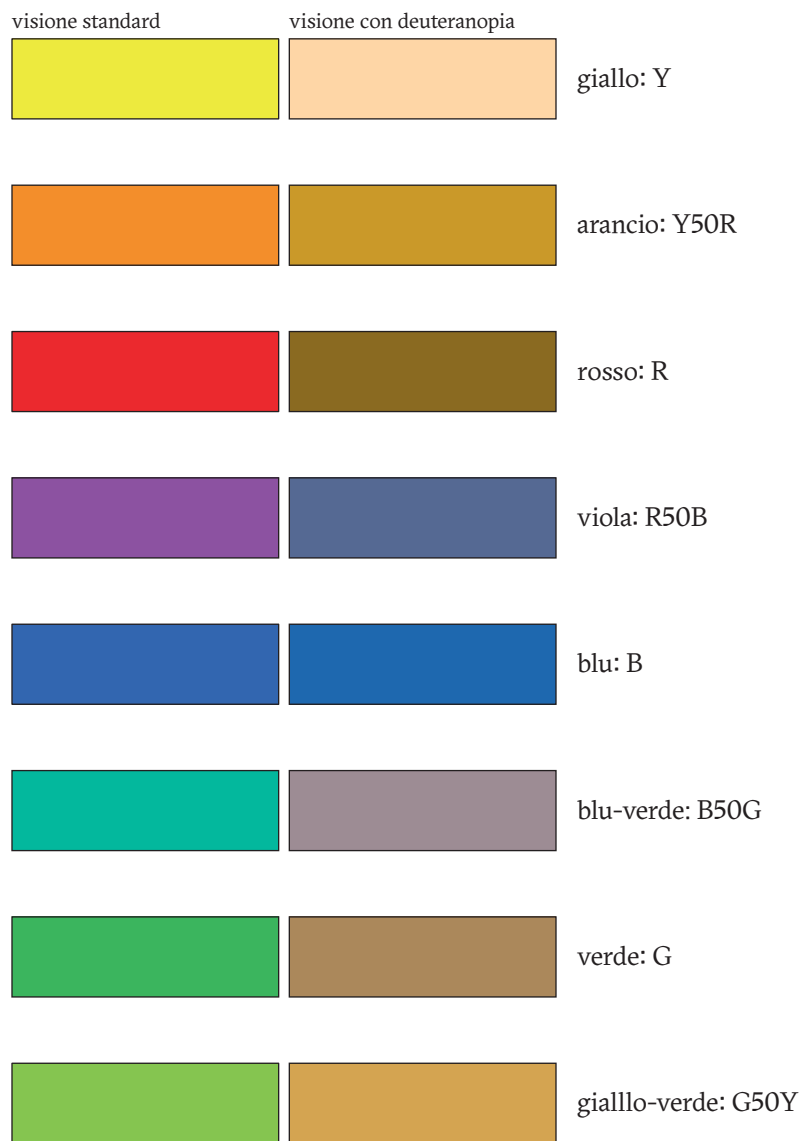
1. Il rosso (R), l'arancio (Y₅₀R) e il blu-verde (B₅₀G) sono percepiti in modo molto simile all'arancio desaturato
2. Il giallo (Y), il verde (G) e il giallo-verde (G₅₀Y) sono percepiti come quasi uguali
3. Il viola (R₅₀B) e il blu (B) sono percepiti come blu

D'altra parte, i risultati della simulazione rivelano anche quali combinazioni cromatiche sono compatibili. Nella figura 5.4 ci sono tre esempi di combinazioni consigliate.

1. Il giallo (Y) e il blu (B): i gialli e i blu restano sufficientemente fedeli alle loro tonalità originali e, poiché sono colori opposti (cfr 3.2.1), hanno un alto contrasto e sono ben distinguibili
2. Il giallo (Y) e il viola (R₅₀B): sebbene i viola risultino blu, il contrasto si mantiene elevato
3. Il viola (R₅₀B) e il giallo-verde (G₅₀Y): poiché i viola e i giallo-verde risultino rispettivamente blu e giallo, i colori mantengono un alto contrasto, come nel primo punto dell'elenco.

5.1.1 La simulazione sulla segnaletica

Un ciclo successivo di simulazioni, su 50 campioni di segnaletica, ha dato conferma di alcune incompatibilità su cui è stato necessario intervenire. Tre segnali stradali e quattro di orientamento non rispettavano i requisiti d'accessibilità, perché la leggibilità era scarsa per via del basso contrasto tra colori secondo la visione deuteranopica. Nella



Otto tonalità NCS simulate per la visione con deuteranopia. La tonalità è rappresentata al massimo di saturazione.

Figura 5.3, figura 5.4

Combinazioni da evitare e combinazioni consigliate nella proposta di Choi, E. Lee e H. Lee.

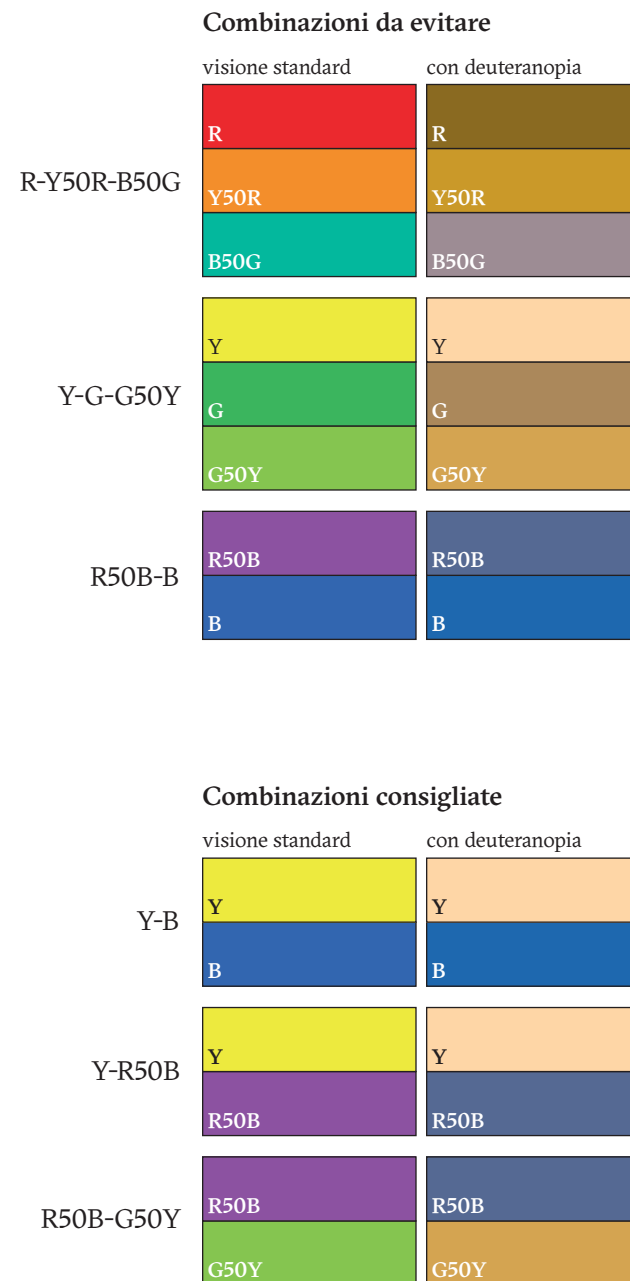


figura 5.5 ci sono due dei campioni che non erano accessibili per le persone con deuteranopia, e si nota che il colore rosso è praticamente invisibile una volta sottoposto a simulazione.

Per inciso, progettare senza rosso può essere complicato. Il rosso è uno dei complementari fondamentali, ha una forte capacità attrattiva e inoltre possiede un'ampia valenza simbolica in molteplici contesti. Oltretutto, secondo l'ipotesi degli antropologi Brent Berlin e Paul Kay del 1969, tutte le lingue naturali possiedono tra i due e gli undici nomi generali di colori, e per essi esiste una gerarchia coerente e ricorrente: «se una lingua possiede solo due nomi di colore, essi saranno nero e bianco; se ne ha tre, saranno nero, bianco e rosso; se ne ha quattro, saranno nero, bianco, rosso e giallo o verde [...]» (Batchelor 2000: 107 tr. it.); e così via. Se, all'infuori della polarità chiaro-scuro (bianco-nero), il rosso è il primo colore ad essere nominato, è facile dedurne una certa rilevanza assoluta per l'essere umano. Certamente, l'ostacolo di doversene privare può essere un imprevisto dalle conseguenze progettuali interessanti.

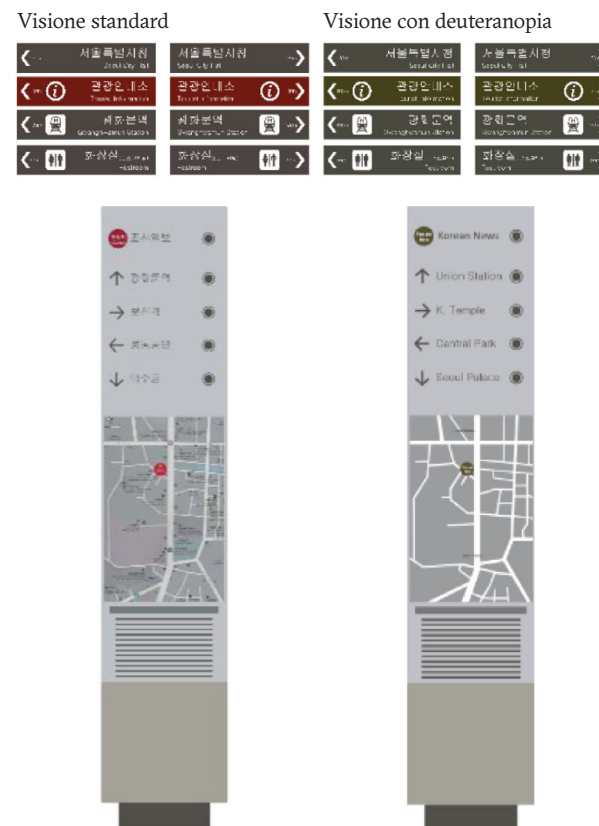
5.2 Nuove combinazioni accessibili

Gli autori del progetto hanno sviluppato una serie di combinazioni cromatiche accessibili partendo dai colori identificativi della città, di cui se ne vedranno tre coppie di esempi applicati alla segnaletica d'orientamento di Seoul. La serie è sviluppata rispettando il modello di Kim delle funzioni del colore nella comunicazione visiva (cfr. Choi, E. Lee e H. Lee 2020), per quanto riguarda la sicurezza, l'identificazione e le funzioni estetiche. Le combinazioni cromatiche sono state progettate sulla base delle teorie sull'armonia dei colori di Chevreul, Itten, Munsell e Ostwald.

5.2.1 Combinazioni cromatiche per la sicurezza

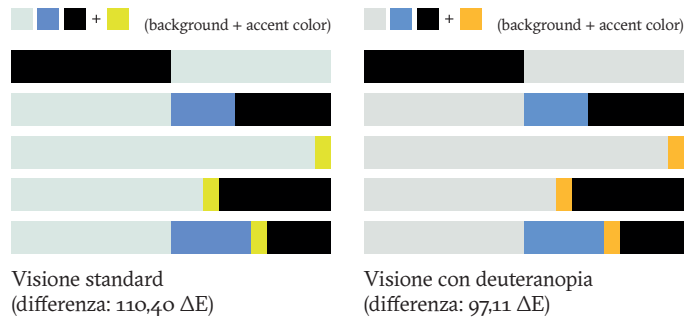
«Color can signify danger or alert people to physical hazards. Colors can be used for safety diagnosis, safety classification, and safety maintenance. High contrast in hue, brightness, or saturation can draw the attention» (ivi: 38). Per supportare la funzione di sicurezza

Figura 5.5
Esempio di segnaletica che, sottoposta a simulazione, rivela alcune inadeguatezze in termini d'accessibilità.

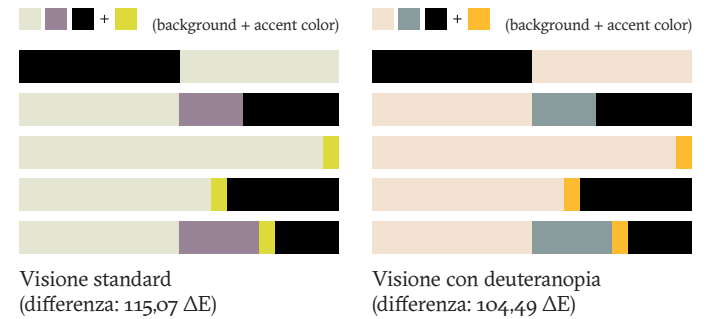


del colore di Kim nella segnaletica, le combinazioni cromatiche devono avere un contrasto elevato. La prima combinazione cromatica (v. fig.5.6) è sviluppata su un contrasto giallo-blu, da cui si ottiene un valore di differenza cromatica di 110,40 ΔE e di 97,11 ΔE per la visione con deuteranopia. La seconda combinazione è sviluppata su un contrasto giallo-viola, e produce un valore di differenza di 115,07 ΔE e di 104,49 ΔE per la visione con deuteranopia. Secondo l'U.S. Department of Transportation del 2009, questo valore di differenza dev'essere incluso tra i 40 e i 120 ΔE e quindi, com'è osservabile negli esempi in figura 5.6, queste combinazioni permettono di sostituire efficacemente le combinazioni preesistenti e non accessibili.

Prima combinazione cromatica



Seconda combinazione cromatica



Segnaletica attuale



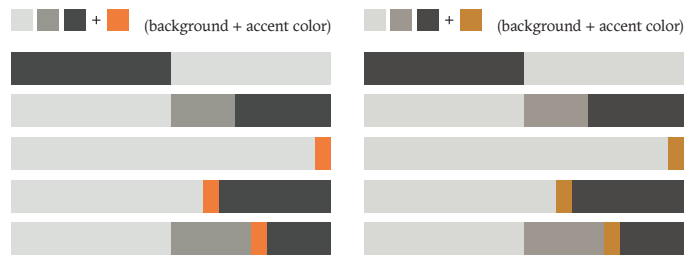
Applicazione

Segnaletica attuale



Applicazione

Prima combinazione cromatica



Visione standard
(differenza: 75,48 ΔE)

Visione con deuteranopia
(differenza: 76,38 ΔE)

Segnaletica attuale



visione standard

Visione con deuteranopia

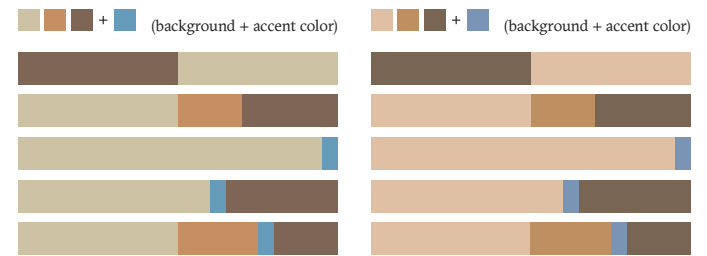
Applicazione



visione standard

Visione con deuteranopia

Seconda combinazione cromatica



Visione standard
(differenza: 54,02 ΔE)

Visione con deuteranopia
(differenza: 36,39 ΔE)

Segnaletica attuale



visione standard

Visione con deuteranopia

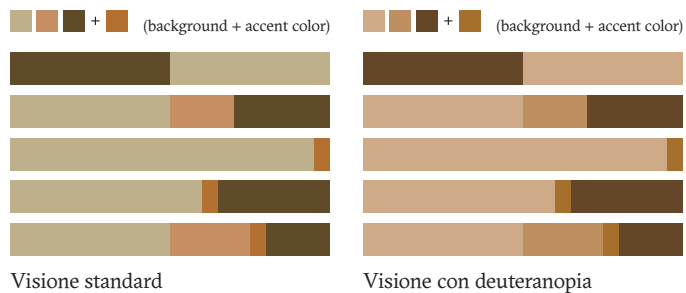
Applicazione



visione standard

Visione con deuteranopia

Prima combinazione cromatica

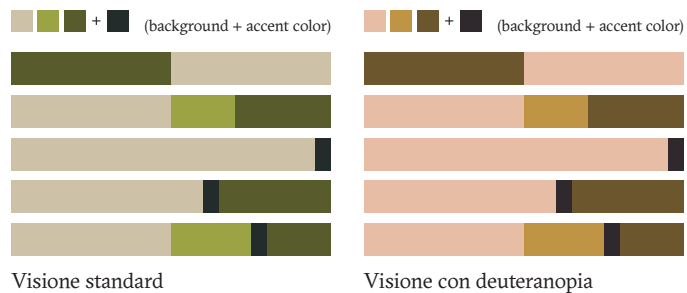


Segnaletica attuale



Figura 5.8
Combinazioni cromatiche accessibili
per la funzione estetica, nella proposta
di Choi, E. Lee e H. Lee.

Seconda combinazione cromatica



Applicazione alla segnaletica



5.2.2 Combinazioni cromatiche per l'identificazione

«Color can distinguish or highlight objects or information. This function is particularly important for maps or signage» (*ibidem*). L'impiego del colore accessibile e adeguatamente progettato consente l'identificazione di ogni parte costituente per com'è stata prefigurata. La prima combinazione per la funzione d'identificazione si fonda su un contrasto che Itten direbbe di qualità oltreché chiaroscurale. I valori di differenza ottenuti accostando un arancio e una scala di grigio sono 75,48 ΔE e di 76,38 ΔE per la visione con deuteranopia. La seconda combinazione, bicromatica, utilizza un azzurro e un gradiente marrone-arancio, per valori di differenza di 54,02 ΔE e 36,39 ΔE . Le due proposte si dimostrano piuttosto solide in termini d'accessibilità, dal momento che i valori di differenza dopo la simulazione si discostano solo leggermente da quelli originali.

Le due combinazioni per l'identificazione sono state applicate al segnale d'ingresso della metropolitana di Seoul e a un segnale direzionale autoportante. Il segnale d'ingresso della metropolitana attuale ha uno sfondo verde scuro, che è scarsamente efficace per le persone daltoniche perché il verde diventa grigio e il contrasto diventa ambiguo. Applicando invece la prima combinazione cromatica, la percezione del segnale rimane pressoché invariata e tutte le informazioni restano ben leggibili. La seconda combinazione è stata applicata al segnale direzionale autoportante che, basato sul contrasto di qualità tra rosso e grigio, è difficilmente leggibile se sottoposto a simulazione. Col set 2, che si sviluppa su una coppia di tonalità e pure su un rapporto di tipo chiaroscurale, il segnale è accessibile.

5.2.3 Combinazioni cromatiche per l'estetica

«Color evokes feelings. Colors are used to elicit esthetically positive or negative visual impressions in a variety of ways. Color can create an esthetically pleasing visual world» (*ivi*: 39). Gli autori del progetto hanno utilizzato i colori identificativi della città per sviluppare due esempi di combinazioni accessibili per la segnaletica secondo la funzione estetica di Kim (v. fig.5,8), affinché ci sia dell'armonia tra i colori della segnaletica e quelli dell'ambiente circostante. Le due combinazioni cromatiche sono sviluppate entrambe su un'unica tonalità,

privilegiando un discorso di tipo chiaroscurale. I risultati della simulazione dimostrano la buona accessibilità della scelta: la prima combinazione è percepita in modo praticamente equivalente anche dalle persone con deuteranopia, mentre la seconda combinazione, passando dal verde al giallo-arancio attraverso la simulazione, non perde comunque d'efficacia perché il contrasto chiaroscurale si mantiene. La seconda combinazione è stata poi applicata alla segnaletica di Seoul. Inizialmente, il segnale nell'esempio è inaccessibile per la scelta del colore rosso-bordeaux, che si confonde con il grigio di sfondo una volta sottoposto a simulazione. Applicando la combinazione cromatica accessibile, il segnale è leggibile chiaramente anche per gli utenti daltonici.

5.3 Considerazioni conclusive

Lo studio di Heejin Lee, Eunsil Lee e Choi ha offerto un'alternativa alle precedenti scelte cromatiche per la segnaletica, che hanno dimostrato delle inadeguatezze in termini d'accessibilità. Più generalmente, il primo ciclo di simulazione sulle otto tonalità ha fatto intendere facilmente quali colori diventino ambigui per l'utenza di riferimento e quali siano preservati. Poi applicati ai casi di segnaletica selezionata, hanno confermato gli stessi dubbi precedentemente sorti. Gli artefatti segnaletici sono artefatti comunicativi complessi e articolati, che svolgono un ruolo di servizio importante per l'utente e devono essere preservati nelle loro qualità per l'utenza ampliata. Proprio per questo, gli autori hanno deciso che fosse opportuno intervenire al mantenimento della loro efficacia comunicativa, come attori nel processo di wayfinding.

Conclusioni

Progettare il colore è un'attività simile a quella che compie colui che Lévi-Strauss chiama *bricoleur* (cfr. Lévi-Strauss: 1966). Il *bricoleur*, a differenza dell'ingegnere, non progetta qualcosa di realmente nuovo, ma progetta solo con ciò che è dato, sfruttando esclusivamente un insieme di elementi preesistenti e già utilizzati da altri per altre finalità, e che ora vengono ripensati, risignificati e riutilizzati per scopi nuovi che prima erano inimmaginati. Egli inventa una nuova modalità d'uso per i pezzi di cui dispone. Quando progettiamo con il colore, non possiamo che attingere solamente dall'insieme cromatico che la natura e la nostra fisiologia ci permettono di esperire, e progettiamo allora proprio come un *bricoleur*.

Mi piace cioè pensare ai colori come elementi di un ipotetico alfabeto, ruolo che in genere è demandato alle forme, spesso inventate ex novo, ad arte, o copiate e riprese dalla natura. I colori no, è difficile pensarli come assoluta artificialità. Tutt'al più li rimescoliamo, li ridefiniamo per continua manipolazione chimica, ma a partire da ciò che la natura mette a disposizione. Le forme poi stanno sempre davanti a noi, staccate da noi, mentre i colori ci penetrano dentro, si fissano nelle nostre sensazioni. (Bonfantini e Zingale 2005: 154)

In questi termini, prendiamo ulteriormente coscienza che il fenomeno cromatico è tale attraverso i limiti e le modalità della visione, e che con tali limiti e modalità bisogna confrontarsi necessariamente. Questa tesi è stata innanzitutto una riflessione sul colore, come elemento costituente dell'esperienza visiva e del suo contributo nella progettazione. Una volta chiaritane la rilevanza e l'irrinunciabilità, la tesi ha cercato d'individuare una soluzione d'approccio che permettesse d'includere il colore in ogni progetto comunicativo senza che esso si riveli inaccessibile alla parte della popolazione che vede i colori in modo alterato e limitato. Il mio lavoro di consolidamento è volto a produrre una rinnovata consapevolezza sul tema del colore e dell'accessibilità, e cerca di restituire una sintesi auspicabilmente chiara e disadorna dello stesso, attraverso la chiave di lettura selezionata.

Tra i possibili sviluppi di questo lavoro di tesi, c'è senz'altro l'esecuzione di un progetto che segua le orme di quello di Marilisa Pastore per l'ospedale San Paolo, in termini d'accessibilità, e che veda integrato anche un progetto della segnaletica. Inoltre, il tema potrebbe tradursi anche in altri ambiti del design della comunicazione, dal web design alla visualizzazione di dati.

In ultimo, la stessa soluzione d'approccio che struttura questa tesi può prestarsi a delle integrazioni. Ad esempio, affrontando il problema progettuale attraverso lo studio delle sinestesie, della possibilità di indurre la sensazione cromatica attraverso altre modalità sensoriali.

Bibliografia

- Albers, Josef
1963 *Interaction of Color*, New Haven, Yale University Press; tr. it. *Interazione del colore: esercizi per imparare a vedere*, Milano, Il Saggiatore, 2013.
- Alferdinck, Johan W.; Walraven, Jan
1997 «Color displays for the color blind», *Color and Imaging Conference*, 5, 17-22.
- Aneschi, Giovanni
1991 «Grafica, visual design, comunicazioni visive», in AA.VV. *Storia del disegno industriale. 1919-1990 il dominio del design*, vol. III, Milano, Electa, 56-83.
- Arnheim, Rudolf
1954 *Art and Visual Perception: a Psychology of the Creative Eye*, Berkeley, University of California Press; tr. it. *Arte e percezione visiva*, Milano, Feltrinelli, 1984.
- Barberis, Maurizio
1991 *Teorie del colore: frammenti per un'analisi fenomenologica*, Bologna, Progetto Leonardo Esculapio.
- Baracco, Lucia (a cura di)
2005 *Questione di leggibilità*, <www.letturagevolata.it/uploads/files/questionedileggibilita.pdf>, online il 24 giugno 2023.
- Batchelor, David
2000 *Chromophobia*, London, Reaktion Books; tr. it. *Cromofobia: storia della paura del colore*, Milano, Mondadori, 2001.
- Berenson, Bernard
1950 *Aesthetics and History*, London, Constable.
- Blanc, Charles
1867 *Grammaire des arts du dessin*, Paris.
- Boeri, Cristina; Pastore, Marilisa; Zingale, Salvatore
2011 «Colore e wayfinding: una sperimentazione all'Ospedale San Paolo di Milano», in Rossi, M. (a cura di), *Colore e colorimetria. Contributi multidisciplinari Vol. VII/A*, Rimini, Maggioli.
- Bonfantini, Massimo A.
2000 *Breve corso di semiotica*, Napoli, Edizioni scientifiche italiane.
- Bonfantini, Massimo A.; Zingale, Salvatore
2005 «Sui colori», in Zingale, S. (a cura di), *La semiotica e le arti utili in undici dialoghi*, Bergamo, Moretti Honegger.
- Bucchetti, Valeria
2007 «Forme visive organizzate», in Bucchetti, V. (a cura di), *Culture visive: contributi per il design della comunicazione*, Milano, POLI.design.
- Cassirer, Ernst
1923 *Philosophie der symbolischen Formen*, Berlin, Bruno Cassirer; tr. it. *Filosofia delle forme simboliche*, Scandicci, La nuova Italia, 1984.
- Chabris, Christopher F.; Simons, Daniel J.
1999 «Gorillas in our midst: sustained inattention blindness for dynamic events», *Perception*, 28, 1059-1074.
- Choi, Gyoung-sil; Lee, Eunsil; Lee, Heejin
2020 «Wayfinding Signage for People with Color Blindness», *Journal of Interior Design*, 45(2): 35-54.

- Falcinelli, Riccardo
2017 *Cromorama: come il colore ha cambiato il nostro sguardo*, Torino, Einaudi.
2022 *Filosofia del graphic design*, Torino, Einaudi.
- Greenberg, Donald P.; Meyer, Gary W.
1988 «Color-defective vision and computer graphics displays», *IEEE Computer Graphics and Applications*, 8(5), 28-40.
- Hutchon, Kathryn; McLuhan, Eric; McLuhan, Marshall
1977 *City as Classroom. Understanding Language and Media*, Agincourt, The Book Society of Canada.
- Itten, Johannes
1961 *Kunst der Farbe*, Ravensburg, Ravensburger Buchverlag; tr. it. *Arte del colore: esperienza soggettiva e conoscenza oggettiva come vie per l'arte*, Milano, Il saggiatore, 2002.
- Jakobson, Roman
1963 *Essais de linguistique générale General linguistic essays*, Paris, Minuit.
- Johnson, Mark; Lakoff, George
1980 *Metaphors We Live By*, Chicago, University of Chicago Press; tr. it. *Metafora e vita quotidiana*, Milano, Strumenti Bompiani, 1998.
- Kanizsa, Gaetano
1980 *Grammatica del vedere: saggi su percezione e gestalt*, Bologna, il Mulino, 1997.
- Kant, Immanuel
1790 *Kritik der Urteilskraft*; tr. it. *Critica del giudizio*, Roma-Bari, Laterza, 1997.
- Le Corbusier; Ozenfant, Amédée
1964 «Purism», in Herbert, R.L. (a cura di), *Modern Artists on Art: Ten Unabridged Essays*, New Brunswick, Prentice-Hall.
- Lévi-Strauss, Claude
1962 *La pensée sauvage*, Paris, Plon.
- Li, Ce; Ye, Rong
2018 «Colorblind Image Correction Based on Segmentation and Similarity Judgement», *Journal of Physics: Conference Series*, 1098, 1-7.
- Lynch, Kevin
1960 *The Image of the City*, Cambridge (Mass.), MIT Press.
- Maxwell, James Clerk
1857 «Experiments on Colour, as Perceived by the Eye, with Remarks on Colour-Blindness», *Earth and Environmental Science Transactions of The Royal Society of Edinburgh*, 21(2), 275-298.
- Melville, Herman
1851 *Moby-Dick; or, The Whale*, London, Richard Bentley; tr. it. *Moby Dick o la Balena*, Milano, Adelphi, 2000.
- Moon, Parry; Spencer, Domina Eberle
1944 «Geometric Formulation of Classical Color Harmony», *Journal of The Optical Society of America*, 34, 46-59.
- Munari, Bruno
1981 *Da cosa nasce cosa: appunti per una metodologia progettuale*, Bari, Laterza, 2018.
- Panofsky, Erwin
1939 *Studies In Iconology*, Oxford, Oxford University Press; tr. it. *Studi di iconologia*, Torino, Einaudi, 1975.
- Peirce, Charles Sanders
1931-58 *Collected Papers*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press.
- Riccò, Dina
2008 *Sentire il design: sinestesia nel progetto di comunicazione*, Roma, Carocci.
2022 «Accessibilità e Design. Un percorso per condividere principi, metodi, filosofie di progetto», *Accessibility Days 2022*, Milano, <www.youtube.com/watch?v=8tDTltFoJFY>, online il 18 giugno 2023.
- Sacks, Oliver
1996 *The Island of the Colorblind and Cycad Island*, New York, Alfred a Knopf Inc.; tr. it. *L'isola dei senza colore e L'isola delle Cicadine*, Adelphi, 2004.
- Schachtel, Ernest
1943 «On color and affect», *Psychiatry*, 6, 262-300.
- Schmitz, Burkhard; Zwick, Carola
2003 *Digital Color for the Internet and Other Media*, Bloomsbury Academic.
- Silvestrini, Narciso; Tornaghi, Ave
1981 *Colore: codice e norma*, Bologna, Zanichelli.
- Sutnar, Ladislav
1961 *Visual Design in Action*, Zürich, Lars Müller Publishers.
- Veca, Alberto
2007 «Figure di argomentazione», in Bucchetti, V. (a cura di), *Culture vivise: contributi per il design della comunicazione*, Milano, POLI.design.
- Wiener, Norbert
1948 *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Cambridge (Mass.), MIT Press; tr. it. *La cibernetica: controllo e comunicazione nell'animale e nella macchina*, Milano, Il saggiatore, 1968.
- Williams, Joseph M.
1976 «Synaesthetic Adjectives: A Possible Law of Semantic Change», *Language*, 52(2), 461-478.
- Zingale, Salvatore
2006 «Segnare la strada. Il contributo della semiotica al wayfinding», *Ergonomia*, 4, 35-37.
2009 *Gioco, dialogo, design: una ricerca semiotica*, Mazza di Rho, ATI editore.
2010 «Wayfinding using colour: a semiotic research hypothesis», in Chen, L.L. et al., *Design and semantics of form and movement. DeSForM 2010*, Luzer, Interact Verlag für Soziales und Kulturelles.
2012 «Orientarsi tutti. Il contributo della semiotica per un Wayfinding for All», in Steffan, I.T. (a cura di), *Design for All. Il Progetto per Tutti. Metodi, strumenti, applicazioni (Parte prima)*, Maggioli.
2016 «Innamoramento e abduzione. Il progetto, l'imprevisto, l'improvviso», in Bonfantini, M.A. (a cura di), *Storia storie romanzo: per una filosofia delle narrazioni*, Napoli, Edizioni scientifiche italiane.

Sitografia

- Mason de Caires, Sam
2019 *Color Blind: Figma Community*, <www.figma.com/community/plugin/733343906244951586/Color-Blind>, online l'11 maggio 2023.
- Adobe Color
Strumento di controllo del contrasto di colore, <www.color.adobe.com/it/create/color-contrast-analyzer>, online l'11 maggio 2023.
- W3C Web Accessibility Initiative (WAI)
WCAG 3 Introduction, <<https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/wcag3-intro/>>, online il 5 giugno 2023.

Indice delle figure

Figura 1.1

La farfalla semiotica,
(grafo 11.1 in Bonfantini 2000).

Figura 1.2

Le funzioni del colore secondo Jakobson,
rielaborazione grafica (fig.2 in Zingale 2010).

Figura 2.1

Effetti di senso previsti e imprevisti nella logica utente,
rielaborazione grafica (fig. in Zingale 2016: 139).

Figura 2.2

Il contrasto cromatico crea un punctum e indirizza lo sguardo del destinatario.
Progetto Albe Steiner per Agfa, 1941-1942,
scansione (Bucchetti 2007: 74).

Figura 3.1

L'intervallo visibile delle radiazioni elettromagnetiche secondo la lunghezza
d'onda, e la corrispondente sensibilità dei coni della retina,
rielaborazione grafica (figg. in Falcinelli 2017:418-420).

Figura 3.2

L'impostazione di visualizzazione di Adobe Illustrator per simulare
la visione con deuteranopia o protanopia,
screenshot di Adobe Illustrator, versione 27.6.1 del 2023.

Figura 3.3

Selettore colore di Adobe Illustrator,
screenshot di Adobe Illustrator, versione 27.6.1 del 2023.

Figura 3.4

Sandy Skoglund, *The Green House*, 1990, fotografia a colori, 117,5×150cm,
<<http://www.sandyskoglund.com/pages/imagelist/imagelist%20home.html>>.

Figura 3.5

The Green House sottoposta a simulazione della visione con deuteranopia,
<<https://daltonlens.org/colorblindness-simulator/>>.

Figura 3.6

Martin Parr, fotografia nel lavoro *A Year in the Life of Chew Stoke Village*, 1992,
<<https://www.martinparr.com/recent-5/>>.

Figura 3.7

Lo scatto di Martin Parr sottoposto a simulazione della visione con tritanopia,
<<https://daltonlens.org/colorblindness-simulator/>>.

Figura 3.8

William Eggleston, *Red Car*, 1976,
<<https://stilllondon.wordpress.com/2014/03/24/william-eggleston/>>.

Figura 3.9

Lo scatto *Red Car* sottoposto a simulazione della visione con protanopia,
<<https://daltonlens.org/colorblindness-simulator/>>.

Figura 4.1

Lo spazio cromatico ω -space, secondo Moon e Spencer, rielaborazione grafica (fig.1 in Moon e Spencer 1944).

Figura 4.2

Aree di contrasto al variare della tonalità, con luminosità e saturazione costanti, nel ω -space, rielaborazione grafica (fig.2 in Moon e Spencer 1944).

Figura 4.3

Aree di contrasto al variare della luminosità e della saturazione con tonalità costante, nel ω -space, rielaborazione grafica (fig.3 in Moon e Spencer 1944).

Figura 4.4

Il disco cromatico a dodici parti, (fig.37 in Itten 1961).

Figura 4.5

Il cerchio cromatico di Newton, rielaborazione grafica (fig. in Barberis 1991: 25).

Figura 4.6

Il cerchio cromatico di Chevreul, rielaborazione grafica (fig. in Barberis 1991: 31).

Figura 4.7

Apple, *Rainbow* logo, fatto da Rob Janoff nel 1977, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apple_Computer_Logo_rainbow.svg>.

Figura 4.8

Ellsworth Kelly, *Spectrum I*, 1953, olio su tela, 153×153cm, San Francisco Museum of Modern Art, <<https://www.sfmoma.org/artwork/99.353/>>.

Figura 4.9

Scala chiaroscurale per le tonalità primarie e secondarie, (fig.58 in Itten 1961).

Figura 4.10

Esercizio di contrasto caldo-freddo, (fig.70 in Itten 1961).

Figura 4.11

Esercizio di contrasto di complementari, (fig.79 in Itten 1961).

Figura 4.12

Sei casi di contrasto di simultaneità, (figg.80-85 in Itten 1961).

Figura 5.1

I colori per l'identità visiva della città di Seoul, rielaborazione grafica (fig.1 in Choi, E. Lee e H. Lee 2020).

Figura 5.2

Otto tonalità NCS simulate per la visione con deuteranopia, rielaborazione grafica (fig.2 in Choi, E. Lee e H. Lee 2020).

Figura 5.3

Combinazioni da evitare, rielaborazione grafica (fig.3 in Choi, E. Lee e H. Lee 2020).

Figura 5.4

Combinazioni consigliate, rielaborazione grafica (fig.4 in Choi, E. Lee e H. Lee 2020).

Figura 5.5

Esempio di segnaletica sottoposta a simulazione, rielaborazione grafica (fig.5 in Choi, E. Lee e H. Lee 2020).

Figura 5.6

Combinazioni cromatiche accessibili per la funzione di sicurezza, rielaborazione grafica (fig.6 in Choi, E. Lee e H. Lee 2020).

Figura 5.7

Combinazioni cromatiche accessibili per la funzione d'identificazione, rielaborazione grafica (fig.7 in Choi, E. Lee e H. Lee 2020).

Figura 5.8

Combinazioni cromatiche accessibili per la funzione estetica, rielaborazione grafica (fig.8 in Choi, E. Lee e H. Lee 2020).

Indice delle tabelle**Tabella 4.1**

Intervalli di discriminazione tra coppie di colori, al variare di una sola variabile, rielaborazione grafica (tab.1 in Moon e Spencer 1944).

Colgo l'occasione per ringraziare innanzitutto la mia famiglia, i miei amici ed ogni compagno di corso con cui ho condiviso l'esperienza di questi anni. Infine, ringrazio il professor Salvatore Zingale per avermi guidato in quest'ultima fase del mio percorso accademico.

Si parla di contrasto cromatico nella misura in cui è evidente una differenza tra due o più colori posti a confronto. Parlare d'accessibilità durante la progettazione, al contempo, significa occuparsi che quest'evidenza sia garantita a tutti gli utenti per com'è stata prefigurata, affinché la sua efficacia comunicativa rimanga invariata anche per le persone con discromatopsia, una condizione che comporta un'alterata e limitata percezione dei colori.

Questa tesi è volta a descrivere, innanzitutto, le ragioni d'impiego del colore nel progetto di comunicazione. Il colore è seducente e impattante, capace di chiamare l'attenzione e guidare il comportamento dell'utente, e il suo impiego nell'ambito del wayfinding evidenzia bene questo ruolo di marcatore e guida.

In seguito, s'introduce una possibile soluzione d'approccio alla progettazione del contrasto cromatico accessibile, in due fasi. Nella prima, i metodi di simulazione trasformano i colori di un'immagine digitale per come sarebbero visti da una persona con uno dei differenti tipi di discromatopsia, permettendo di testarne il livello d'accessibilità e di intervenire dove ci sian delle inadeguatezze.

Secondariamente, le teorie del contrasto cromatico, di cui è dato un quadro storico di riferimento, consentono un approccio sistematico al colore, quando cresce il grado di complessità della sfida progettuale e dove l'intuito e l'esperienza ordinaria terminano di essere esaurienti. Infine, è descritto un precedente sviluppato secondo l'approccio appena esposto: la riprogettazione delle combinazioni cromatiche per la segnaletica di Seoul affinché il contrasto sia reso accessibile anche alle persone con discromatopsia.