

ALMA MATER STUDIORUM · UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

---

SCUOLA DI SCIENZE

Corso di Laurea in Informatica per il management

**L'IMPATTO DEL COLORE  
PREDOMINANTE  
E DELLA POSIZIONE  
NELL'AMBITO DEL  
SOCIAL MEDIA ADVERTISING**

Relatore: Prof.  
RUFFINO MARCO

Presentata da:  
GUERZONI LORENZO

Sessione II  
Anno Accademico 2015-16



*Cento volte al giorno, ogni giorno, io ricordo a me stesso  
che la mia vita, interiore ed esteriore, dipende dal lavoro  
di altri uomini, viventi o morti, e che io devo sforzarmi  
per dare nella stessa misura in cui  
ho ricevuto e continuo a ricevere.*

*(A. Einstein)*



# Introduzione

Quando scelsi questo corso di laurea, sapevo che stavo per intraprendere un percorso che avrebbe unito discipline scientifiche (informatica, matematica, fisica. . .) e discipline umanistiche ed economiche (decisioni e processi cognitivi in ambienti di rete, strategia aziendale, storia dell'informatica...). Era proprio questo contrasto a rendermi curioso e attento. Oggi, alla fine di questo viaggio formativo, posso affermare che quello che all'inizio era una curiosità — un interrogativo — ora è una certezza: materie scientifiche e umanistiche devono essere studiate insieme, parallelamente.

Le innovazioni tecnologiche che sono emerse nell'ultimo decennio non solo hanno dato vita a un mondo nuovo, quello digitale, ma stanno anche modificando i nostri comportamenti e il nostro modo di ragionare. Basti pensare che, in tutta la storia dell'umanità, non era mai esistito un ambiente differente da quello analogico e gli effetti di quella che in molti chiamano *digital transformation* sono ancora tutti da scoprire.

Tra le diverse idee emerse per la realizzazione di questa tesi, ho cercato di scegliere quella più significativa in questo senso: scoprire come funzionano i nostri processi cognitivi in un contesto di rete e notare le differenze comportamentali delle persone tra il mondo analogico e digitale è un'idea che mi affascina molto.

Il ruolo di libero professionista nel settore del *digital marketing* e del *web development* che ho svolto in questi anni mi ha sempre messo di fronte a diversi interrogativi. Comprendere quali fattori attraggono maggiormente l'attenzione degli utenti nell'ambito del *social media advertising*, per esempio, mi ha sempre incuriosito molto. Tra le tante teorie ipotizzate a riguardo, quella sull'impatto dei colori “caldi” e “freddi” ha sempre suscitato in me la curiosità di analizzare sperimentalmente questa teoria.

Durante l'analisi sperimentale svolta per questa tesi, ho cercato di verificare la seguente ipotesi:

*Se il colore predominante di un'immagine - nell'ambito del social media advertising - è "caldo" piuttosto che "freddo", allora l'annuncio ha un impatto più incisivo sull'utente.*

I risultati trovati dimostrano che la variabile del colore predominante viene surclassata dalla posizione dell'annuncio. Nel capitolo 4 spiego nel dettaglio il significato del termine "posizione" in questo contesto ed effettuo un'analisi dei risultati ottenuti durante l'esperimento.

# Indice

<b>Introduzione</b>	<b>i</b>
<b>1 Scienze cognitive in ambienti di rete</b>	<b>1</b>
1.1 Sovraccarico cognitivo e <i>Attention Economy</i>	2
1.2 La forma prevale sul contenuto	8
1.3 <i>Bias</i> cognitivi in ambiente digitale	11
<b>2 Oculometria</b>	<b>19</b>
2.1 La percezione visiva	19
2.2 Che cos'è e come funziona <i>l'eye tracking</i>	21
2.2.1 Accuratezza e precisione	25
2.2.2 Rappresentazione dei dati prodotti	26
2.3 La storia	28
2.4 Applicazioni nel <i>digital marketing</i>	31
<b>3 Colorimetria</b>	<b>37</b>
3.1 La percezione del colore	37
3.1.1 Colori e categorie	39
3.2 Attributi e proprietà del colore	41
3.2.1 Modi di presentare il colore	41
3.2.2 Attributi del colore	42
3.2.3 Il sistema sottrattivo	43
3.3 Misurazione del colore	46
3.3.1 Il sistema Munsell	47
3.3.2 Il metodo H.S.V.	48
3.4 Il colore predominante di un'immagine	49

---

3.4.1	”My Prominent Colors”: il mio applicativo web per il calcolo della tinta predominante . . . . .	50
<b>4</b>	<b>Analisi sperimentale</b>	<b>57</b>
4.1	Esperimento 1 . . . . .	58
4.1.1	Caratteristiche del campione . . . . .	60
4.1.2	Ambiente sperimentale . . . . .	61
4.1.3	Processo sperimentale . . . . .	62
4.1.4	Risultati . . . . .	65
4.2	Esperimento 2 . . . . .	75
4.2.1	Caratteristiche del campione . . . . .	77
4.2.2	Ambiente sperimentale e implementazione del software .	77
4.2.3	Processo sperimentale . . . . .	81
4.2.4	Risultati . . . . .	81
	<b>Conclusioni</b>	<b>85</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>87</b>

# Elenco delle figure

1.1	Immagine di una ragazza arrabbiata utilizzata da Kahneman nel 2011 [TF11]	3
1.2	Illusione di Müller-Lyer	5
1.3	Grafico sulla decrescita delle agenzie viaggi	6
1.4	Schermate esemplificative dell'applicazione Tinder	10
1.5	Relazioni tra percezione, intuizione e ragionamento [TF11]	12
1.6	Come vincere a battaglia navale applicando il <i>middle bias</i>	13
1.7	<i>Bias</i> cognitivi suddivisi per categorie	14
2.1	Rappresentazione dell'errore di accuratezza di un eye tracker	25
2.2	Relazione tra accuratezza e precisione di un eye tracker	26
2.3	Rappresentazione dei dati tramite scanpath	27
2.4	Rappresentazione dei dati tramite heatmap	28
2.5	Rappresentazione dei dati tramite mappa a zone cieche	28
2.6	Eye tracker di Yarbus	30
2.7	Immagine tratta dallo studio di Yang	33
2.8	Immagine tratta dallo studio di Nielsen dove viene mostrato il pattern "F-shaped" nella lettura online	33
2.9	Immagine tratta dallo studio di Chatpong	35
2.10	Immagine tratta dallo studio di Nielsen	36
3.1	Sequenza con cui compaiono i termini base di colore nelle varie lingue	40
3.2	Relazione fra sintesi additiva e sintesi sottrattiva	44
3.3	Disco cromatico [AC92]	45
3.4	Il sistema dei colori Munsell	48
3.5	Descrizione grafica dello spazio colore HSV	49

---

3.6	Colori caldi e colori freddi . . . . .	50
3.7	Screenshot dell'applicazione . . . . .	51
4.1	Annunci "caldi" utilizzati durante l'analisi sperimentale . . . . .	58
4.2	Annunci "freddi" utilizzati durante l'analisi sperimentale . . . . .	59
4.3	Rappresentazione del layout utilizzato nell'esperimento 1 . . . . .	62
4.4	Istruzioni fornite ai partecipanti nell'esperimento 1 . . . . .	63
4.5	Permutazione delle tinte predominanti durante l'esperimento 1 . . . . .	65
4.6	Schermata dell'esperimento 1 suddivisa nelle aree di interesse . . . . .	66
4.7	Istogramma delle durate di fissazione delle AOIs nell'esperimento 1 . . . . .	67
4.8	Risultato del test chi quadrato su R Studio nell'esperimento 1 . . . . .	71
4.9	Prima applicazione di AN.O.VA. nell'esperimento 1 . . . . .	73
4.10	Andamento delle durate di fissazione nell'esperimento 1 . . . . .	73
4.11	Seconda applicazione di AN.O.VA. nell'esperimento 1 . . . . .	74
4.12	Risultato del Test U di Mann-Whitney con gli zeri nell'esperimento 1 . . . . .	74
4.13	Risultato del Test U di Mann-Whitney senza gli zeri nell'esperimento 1 . . . . .	75
4.14	Rappresentazione del layout di Facebook: l'utente è indotto a scorrere rapidamente i contenuti verso il basso . . . . .	76
4.15	Esempio di una schermata mostrata durante l'esperimento 2 . . . . .	78
4.16	Diagramma dell'architettura client-server realizzata per l'esperimento 2 . . . . .	79
4.17	Diagramma dell'architettura client-server realizzata per l'esperimento 2 . . . . .	81
4.18	Risultato del test di Kruskal-Wallis a campioni indipendenti nell'esperimento 2 . . . . .	82
4.19	Correlazione bivariata tra l'ordinamento e la durata nell'esperimento 2 . . . . .	83
4.20	Risultato del test U di Mann-Whitney a campioni indipendenti nell'esperimento 2 . . . . .	83

## Elenco delle tabelle

4.1	Segmenti del campione dell'esperimento . . . . .	60
4.2	Sequenze di fissazione emerse durante l'esperimento 1 . . . . .	70
4.3	Tabella di contingenza sulle sequenze di fissazione nell'esperimento 1 . . . . .	70
4.4	Test del chi quadrato applicato nei 4 segmenti del campione, esperimento 1 . . . . .	71
4.5	Percentuali delle durate di fissazioni nell'esperimento 1 . . . . .	72
4.6	Tabella per casi aggregati, esperimento 2 . . . . .	82



# Capitolo 1

## Scienze cognitive in ambienti di rete

Chi studia scienze cognitive, psicologia o teoria delle decisioni conosce bene i funzionamenti dei nostri processi cognitivi e decisionali. Essi analizzano il funzionamento del nostro cervello, i modi in cui pensiamo, ragioniamo e prendiamo le decisioni. Una delle scoperte più importanti in questo ambito arriva nel 2011 da Daniel Kahneman [TF11]. Egli dimostrò che l'essere umano è composto da due sistemi diversi: uno intuitivo, veloce ed automatico e l'altro più lento, che ragiona e svolge calcoli. Una teoria — quella dei due sistemi — che descrive come è fatta la nostra mente, e che sta tuttora alla base degli studi di neuroscienze, di economia, di politica, e di tantissimi altri settori e discipline.

Chi studia informatica e reti, d'altro canto, sa benissimo che il proprio lavoro è strettamente collegato a quello delle scienze cognitive e della psicologia. Quando si progetta e si sviluppa *software*, è necessario tenere sempre a mente che bisogna creare applicazioni intuitive per l'utente finale. Ciò implica che la conoscenza del funzionamento dei processi cognitivi e decisionali delle persone risulta estremamente importante — se non addirittura necessario — per specializzarsi in informatica.

L'informatica e le scienze cognitive hanno un elemento in comune molto importante: entrambe le discipline vengono occupate in diversi ambiti. L'informatica, infatti, viene utilizzata ormai in tutti i settori, in quello medico, militare, commerciale, e la lista è molto lunga, forse infinita. Ma non possia-

mo dire lo stesso delle scienze cognitive? Conoscere la nostra mente e i suoi processi, non sta forse alla base di tutte le discipline?

In questo capitolo della tesi mi focalizzo sui funzionamenti dei nostri processi cognitivi e decisionali in ambienti di rete. Oltre a una panoramica generale sugli argomenti di presa delle decisioni e di scienze cognitive, mi soffermerò sullo studio delle loro osservazioni in ambiente digitale. Nelle sezioni successive parlerò dei comportamenti più diffusi tra i processi decisionali online, di come gli utenti pensano quando navigano su internet e di come le proprietà del nostro cervello stiano cambiando — negli ultimi anni — di fronte ad uno schermo.

Su internet la nostra mente utilizza processi decisionali più **veloci**, **superficiali** e **offuscati** da *bias* cognitivi nuovi, che fino a pochi anni fa non erano emersi.

In questo contesto emergono i principi del **digital marketing** e della **pubblicità online**. Parlerò di economia dell'attenzione, citerò altri studi di questo tipo e andrò man mano a spiegare le scelte che mi hanno condotto a formulare l'ipotesi da verificare durante l'analisi sperimentale (cap. 4).

## 1.1 Sovraccarico cognitivo e *Attention Economy*

Viviamo in un'era mai esistita prima: quella degli schermi, quella digitale, quella dei *big-data*.

Nell'ultimo decennio, internet è cresciuto esponenzialmente, non solo a livello di utenza attiva, ma anche — e soprattutto — a livello di quantità di dati. Come riportato dal sito ufficiale di IBM, il 90% di tutti i dati esistenti sono stati prodotti negli ultimi 2 anni [BB], un'informazione davvero sbalorditiva, che ci fa comprendere la velocità di evoluzione della rete.

Tra questa mole di informazioni pressoché infinita, possiamo realmente cercare qualsiasi cosa tramite i motori di ricerca. Google, in poche frazioni di secondo, ci restituisce milioni e milioni di risultati per ogni ricerca che effettuiamo. Ma, la domanda è: siamo realmente in grado di elaborare tutte queste informazioni in modo razionale? O, se non tutte, quante?

Per comprendere al meglio il campo del discorso, vorrei introdurre alcuni concetti base nell'ambito delle scienze cognitive, riportando quello che scrisse Kahneman nel 2011 [TF11]: mi riferisco ai concetti riguardanti i **due sistemi** di cui è composto ognuno di noi e il termine di **sforzo cognitivo**, o *mental effort*.

Kahneman sostiene infatti che l'essere umano sia formato da due sistemi:

- *System 1*: che opera in modo automatico e veloce, senza sforzo cognitivo;
- e *System 2*: che è lento e svolge i compiti cognitivamente più costosi (come calcoli, computazioni) allocando attenzione e concentrazione alle attività che lo richiedono.

A titolo esemplificativo, basta osservare la fig 1.1. Mentre guardiamo il volto della ragazza, la nostra mente agisce attraverso il primo sistema. Infatti si nota subito, in pochi milli secondi, che si tratta di una donna dai capelli neri molto arrabbiata. In quella frazione di secondo, i nostri processi cognitivi sono riusciti a cogliere moltissime informazioni, anche riguardanti il futuro: possiamo infatti immaginare che essa stia per urlare con voce acuta dei termini volgari e possiamo percepire il suo umore negativo. Tutto questo in uno sguardo. Per Kahneman, questo è un chiaro esempio del nostro pensiero veloce e frugale. System 1, appunto.



Figura 1.1: Immagine di una ragazza arrabbiata utilizzata da Kahneman nel 2011 [TF11]

System 2, invece, si può vedere all'opera osservando la riga seguente:

17 x 24

È una moltiplicazione, la si riconosce subito. Sappiamo anche che abbiamo le competenze per risolverla. Ci basterebbe prendere carta e penna e mettere i numeri in colonna come ci hanno insegnato a scuola, oppure svolgere la computazione mentalmente. Possiamo anche intuire circa la cifra del risultato, o meglio: sappiamo che di certo il prodotto non è 12,6 piuttosto che 123. Ma non possiamo escludere che il risultato sia 568. Quello che possiamo decidere, dopo tutte queste classificazioni avvenute nel primo sistema, è di svolgere l'operazione oppure no. Quando svolgiamo computazioni, entra in gioco il secondo sistema: quello lento, che utilizza la nostra parte razionale. Il processo che esegue è un compito mentale. In gioco ci sono le nostre capacità di **calcolo**, di **memoria** e di **ordinamento**. Tutto ciò viene considerato faticoso per la nostra mente, e non solo. Daniel Kahneman ha osservato sperimentalmente che anche il nostro corpo, durante l'utilizzo del secondo sistema, reagisce di conseguenza. Egli ha scoperto che le nostre pupille, durante gli sforzi cognitivi, si dilatano e rimangono in tale stato fino a quando non viene trovata la soluzione al problema (408, in questo caso) oppure fino a quando non si decida di arrendersi.

I due sistemi spesso entrano in **conflitto** tra loro. Osservando la figura 1.2 si notano subito due linee di lunghezza diversa, con delle frecce negli estremi capovolte. La nostra prima impressione, derivante dal pensiero veloce, è proprio quella di vedere due linee di lunghezza diversa. Ma non è così: esse sono esattamente identiche. Se le misuriamo con il righello, lo notiamo subito. Il concetto di conflitto tra i due sistemi emerge proprio qui: sappiamo che le linee sono uguali, ma anche continuando a osservare l'immagine il nostro istinto continua a vederle differenti.

Ora che ho introdotto questi concetti basilari, vorrei rifocalizzare l'attenzione sulle domande di partenza: nell'era dell'informazione, siamo realmente in grado di elaborare tutti questi dati? E se non tutti, quanti? L'intervallo di informazione che riusciamo a cogliere e ad elaborare viene chiamato **attenzione**.

Nell'ultimo libro di Shlomo Benartzi [SS15], quello della *attention economy* è un argomento molto discusso. Egli racconta una storia sulle agenzie di viaggi prima e dopo internet, a titolo esemplificativo della sua tesi finale: ovvero che

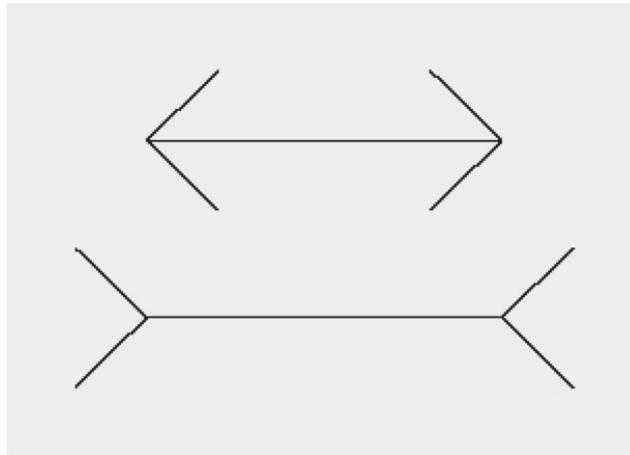


Figura 1.2: Illusione di Müller-Lyer

l'uomo — essendo razionalmente limitato, e su internet ancor di più — non solo non è in grado di elaborare tutta questa mole di dati, ma addirittura finisce nella situazione di **sovraccarico cognitivo**. Tale stato mentale induce l'utente ad essere più sensibile agli sforzi cognitivi e, di conseguenza, ad essere meno razionale del solito commettendo scelte inappropriate e senza un senso logico.

In sintesi, la storia racconta le differenze tra i processi di prenotazione degli hotel prima e dopo internet. Prima, non avendo un metodo diverso dalla consultazione dell'elenco telefonico per crearsi alternative valide, i consumatori dovevano rivolgersi alle agenzie viaggi, che eseguivano le ricerche al posto loro, trattenendo poi una commissione - che di norma era del 10% - sul prezzo totale. Oggi con l'avvento di internet non funziona più così. Lo conferma un articolo del Washington Post del 2013 [TA13] dove, parlando della situazione delle agenzie viaggi negli Stati Uniti, si mette in luce il fatto che negli ultimi 15 anni esse sono diminuite del 55%. Più della metà. Il grafico della decrescita è in figura 1.3.

La motivazione di questo fenomeno riguarda proprio l'*attention economy*. Infatti, cercando su Google soluzioni di pernottamento in un dato paese vedremo comparire in cima all'infinita lista di risultati le proposte degli OTAs (Online Travel Agents), che non sono i siti web degli hotel, ma agenzie viaggi online. La differenza tra questi e le agenzie viaggi tradizionali — oltre agli strumenti che utilizzano — è la commissione che passa dal 10% al 20-30%, al



Figura 1.3: Grafico sulla decrescita delle agenzie viaggi

contrario delle aspettative comuni. Gli OTAs non hanno i costi delle agenzie viaggi classiche, ma pagano fior di quattrini gli annunci in cima alle pagine dei risultati dei motori di ricerca. Booking.com, per esempio, paga ben \$7.68 per ogni clic sull’annuncio “new york hotel” [WI11].

Questa storia — vera — è un chiaro esempio di quanto l’attenzione sia importante nell’era digitale. L’andamento è inversamente proporzionale: più aumenta la mole di dati, più cala la nostra capacità di elaborarli e di conseguenza la nostra attenzione vale sempre di più. Vorrei citare Herbert Simon, che nell’ormai lontano 1971 disse queste frasi [DO71]:

- “*In an information rich world, a wealth of information creates a poverty of attention.*”, in un mondo così ricco di informazione, tale ricchezza crea povertà di attenzione.
- “*In the age of information we are less able than ever before to process information, since our attention is all used up.*”, nell’era dell’informazione siamo meno capaci che mai di elaborarla, visto che la nostra attenzione è completamente utilizzata.

Tali affermazioni, ripeto, furono fatte nel 1971. All’epoca l’utilizzo di internet era praticamente inesistente, se paragonato ad oggi. Benartzi sostiene che in ambiente digitale e di rete, le persone siano molto meno attente della norma. Lo dimostra l’esperimento svolto da Daniel Oppenheimer nel 2009 [IM09].

Ai soggetti venne fornito un questionario, dove la prima pagina mostrava le istruzioni dell'esperimento:

*Molte delle moderne teorie sui processi decisionali riconoscono il fatto che le decisioni non vengono prese dal nulla. Le preferenze degli individui e le loro competenze, insieme alla variabili del contesto, possono avere un forte impatto sul processo decisionale. Per facilitare la nostra ricerca sulla presa delle decisioni, siamo interessati a conoscere alcuni fatti su di te, il decisore. In particolare, siamo interessati a capire se leggerai queste istruzioni; se non lo farai, significa che dovremo porci delle domande. Quindi, per dimostrare che hai letto le istruzioni, per favore non rispondere alle domande della prossima pagina. Comincerai a rispondere alle domande dalla seconda pagina in poi.*

L'esperimento venne eseguito su due campioni analoghi, con l'unica differenza nel supporto del questionario: il primo campione effettuò la prova su carta, mentre il secondo la svolse sullo schermo. Il primo gruppo era formato da 480 persone, suddivise ulteriormente in base alla motivazione. La percentuale di fallimento del test fu tra il 14% e il 28,7%. Nel secondo gruppo, formato da 213 persone, questo dato incrementò raggiungendo un livello di fallimento pari al 46%.

Questa è un'altra prova a sostegno della tesi di Benartzi: l'uomo, in ambiente digitale, diventa ancora più veloce e frugale, riducendo al minimo gli sforzi cognitivi con la conseguenza di non considerare una parte consistente di informazioni. Quindi l'uomo è meno attento, più superficiale. Le implicazioni di ciò possono risultare pericolose: pensiamo a un medico che effettua le diagnosi osservando le radiografie su uno schermo, piuttosto che un gruppo di militari che muove i droni stando dentro una stanza, guardando la realtà tramite uno schermo.

Nella mia tesi di laurea, tutto ciò riconduce allo studio dell'attenzione nell'ambito del social media advertising. In questo contesto, esistono dei parametri che attirano la percezione visiva dell'utente più di altri? Se sì, quali? Katharina Reinecke, nel 2013 [PU13], si pose questi interrogativi durante un'analisi sperimentale sull'effetto delle prime impressioni online. Dopo aver visionato la letteratura, essa concluse che le caratteristiche estetiche più rilevanti in questo ambito fossero la **colorazione** e la **complessità visiva**. Ed è

proprio per questo motivo, che anche nel contesto del social media advertising, ho deciso di verificare se il **colore predominante** di un annuncio pubblicitario su Facebook ha un impatto di qualche tipo sulla percezione dell'utente. Ma non solo: a proposito di complessità visiva, durante i miei esperimenti ho constatato che anche la **posizione** degli annunci - sia in orizzontale, che in verticale - ha degli effetti rilevanti in questo senso.

## 1.2 La forma prevale sul contenuto

Il web nasce nel 1991 come invenzione del noto informatico inglese Tim Berners-Lee per condividere documenti online tramite ipertesti [CN02]. È chiaro: il mondo del web nasce per condividere contenuti, aumentando di conseguenza la conoscenza collettiva e permettendo a chiunque di analizzare dati e informazioni.

Oggi, il web è molto più di questo. Siamo passati dall'utilizzare internet per scambiarsi documenti all'utilizzarlo per vendere o comprare tramite gli *e-commerce* piuttosto che instaurare relazioni con gli altri tramite i *social network*. Tutte queste modalità d'uso del sistema informatico online fa sì che l'uomo, oggi, si trovi spesso di fronte a un **processo decisionale** mediato da uno schermo. Scegliere quale prodotto acquistare su Amazon, scegliere tra i risultati di un motore di ricerca, scegliere il migliore hotel su Booking... Questi sono tutti esempi di decisione che quotidianamente affrontiamo online. Ma allora, quali sono i parametri che determinano queste decisioni? Nella sezione precedente ho parlato di *attention economy*, spiegando come l'essere umano riesca ad elaborare solo una minima parte di tutte le informazioni disponibili sul web. La domanda che mi pongo ora è la seguente: se è vero che le poche informazioni che elaboriamo sono considerate le alternative dei nostri processi decisionali, quali sono i parametri che influenzano tali processi?

Benartzi sostiene che, su internet, i fattori che più influenzano le nostre scelte sono quelli estetici. Ovvero: *la forma prevale sul contenuto*. Egli introduce l'argomento parlando di un esperimento da lui stesso svolto sull'analisi della percezione subliminale online. Nella prova, viene richiesto ai soggetti di valutare l'attrazione di un sito web dopo averlo visto tre volte: la prima per 50ms, la seconda per 500ms e la terza volta per 5 secondi; nel primo caso, i

partecipanti valutano l'attrazione del sito in base all'intuizione, in quanto 50 milli secondi sono addirittura meno del tempo che impieghiamo per battere le ciglia, di circa 300-400 milli secondi [HS13]. Osservando i risultati, si nota chiaramente che il nostro giudizio estetico non dipende dai processi cognitivi consci, ma da quelli frugali, automatici e veloci in quanto le valutazioni di chi ha partecipato all'esperimento erano costanti in tutte e tre le dimostrazioni. Usando le parole dell'autore: "*We know what we like before we even know what we are looking at*", sappiamo cosa ci piace ancora prima di sapere cosa stiamo guardando [SS15].

Negli ultimi decenni sono stati svolti tantissimi esperimenti di questo tipo, anche fuori dal contesto online [TD04]. Un esempio interessante riguarda la percezione subliminale dei Brand internazionali. Lo studio dimostra che i soggetti che hanno visto il logo Apple per una frazione di secondo hanno aumentato la propria produttività nello svolgimento di compiti creativi [AE08].

Tutto ciò significa - ai fini del discorso principale - che nell'ambito dell'*attention economy*, del *digital marketing* e della pubblicità *online* risulta importantissimo il *packaging* dei contenuti, più di quanto non lo siano i contenuti stessi. Le persone prendono le proprie decisioni scegliendo fra le alternative disponibili (e abbiamo visto che nonostante l'infinita mole di dati presente sul web, esse siano davvero poche) in base alla forma di presentazione delle informazioni.

Analizzando la letteratura a riguardo, si scopre subito che questa notizia non è una novità. Da sempre l'uomo si è comportato in modo irrazionale di fronte a un processo decisionale. Ma quello che sta emergendo nell'era digitale è che questa caratteristica comportamentale risulta amplificata di fronte a un display. Ovvero: su internet, i nostri processi di scelta sono ancora più compromessi della norma, in quanto **i fattori estetici influenzano la nostra percezione delle alternative disponibili**. Tutto ciò non avviene a causa dello strumento in sé - il display - ma a causa del mondo che ci sta dietro. Esso cerca continuamente di renderci le cose apparentemente semplici e rapide, rendendoci sempre più superficiali di fronte alle scelte.

Anche se questa tesi è abbastanza recente, sembra essere vera. Un risultato preliminare, in questo senso, è dato da un primo studio svolto da Shlomo Benartzi e John Payne [SS15] in cui un campione di 360 persone, diviso in tre gruppi equivalenti, doveva rispondere a una domanda sulla scelta del tasso

d'interesse del conto corrente più conveniente. Il primo gruppo svolse l'esperimento su un supporto cartaceo, il secondo su un PC e il terzo su un iPhone. I risultati sono coerenti con l'affermazione precedente: il 57% di chi svolse la prova su carta rispose correttamente, mentre solo il 45% di chi la svolse su un iPhone diede la stessa risposta.

Osservando alcuni casi reali, invece che dei semplici test sperimentali, la tesi sembra sempre più confermata. Basti osservare il noto caso dell'applicazione per appuntamenti Tinder. Il meccanismo di Tinder è semplice: un nuovo utente si registra con un clic, utilizzando il proprio account Facebook (mantenendo così una sorta di identità), poi l'applicazione - utilizzando i servizi di geo localizzazione degli *smartphone* e i *social network* - propone degli appuntamenti. Ogni volta che viene suggerita una persona, Tinder mostra a tutto schermo la sua foto, con una brevissima biografia. Ma arriviamo al punto cruciale: il gesto di utilizzo di Tinder, lo *swipe*. Per accettare o meno una proposta di appuntamento, infatti, basta strisciare a destra o a sinistra la fotografia dell'altro utente. Se entrambe le persone hanno strisciato a destra, allora esse vengono re-indirizzate in una chat privata. In figura 1.4 alcuni *screenshot* dell'applicazione.

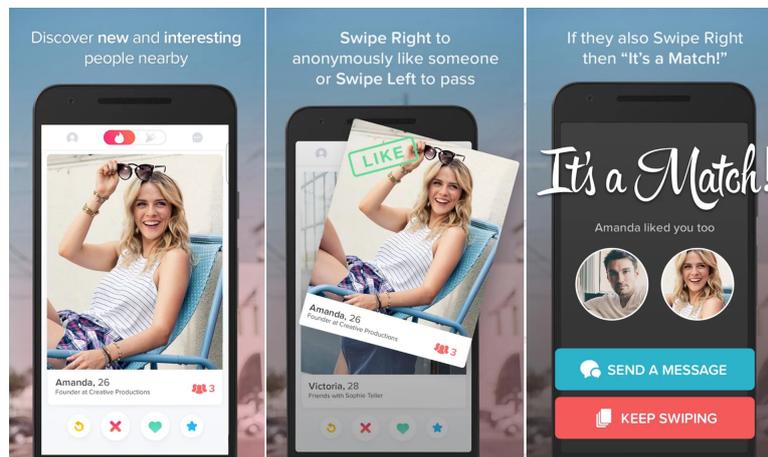


Figura 1.4: Schermate esemplificative dell'applicazione Tinder

Tinder incoraggia gli utenti a valutare una persona in pochissimo tempo, e porta con sé una media di 12 valutazioni al minuto. Questo spiega come mai Tinder elabora più di 1.2 bilioni di *swipe* al giorno [ES14]. È un sito progettato completamente sulle prime impressioni delle persone. Perché dovremmo inte-

ressarci agli hobby e agli interessi degli altri, se ci bastano 500ms per vedere se c'è qualcuno di più interessante? “*Just swipe.*”, *basta uno swipe.*

Quindi è vero: ormai ci basta uno *swipe* per prendere una decisione di fronte a uno smartphone. Come possiamo pretendere di effettuare scelte razionali in 500 milli secondi? È letteralmente impossibile: in quel brevissimo lasso di tempo agisce soltanto il nostro primo sistema, quello dell'intuizione. Niente ragionamenti.

Un altro caso interessante è lo studio effettuato da alcuni ricercatori della Northeastern University nel 2010 [WA10]. Essi hanno scoperto che moltissime aziende multinazionali che vendono su internet, mostrano prodotti differenti in base al dispositivo con cui si visita il sito. Home Depot, per esempio, mostra degli articoli più costosi se si osserva l'e-commerce con uno smartphone. Infatti, il costo medio dei prodotti mostrati dopo una ricerca è di 120\$ da computer, mentre risulta di 230\$ da smartphone. Come mai questa impresa ha adottato questa politica? Nessuno può saperlo con certezza, in quanto i rappresentanti dell'azienda non si sono mai espressi in merito. Personalmente, credo fermamente che questo sia dovuto al fatto che, per l'appunto, le persone siano più **impulsive** nel decidere utilizzando uno smartphone.

Il mondo del web è già pieno di aziende che utilizzano tecniche di *digital marketing* per fare leva su questa caratteristica delle persone. **Velocità, superficialità e impulsività** nelle decisioni sono i punti chiave del **processo decisionale online**.

Il mio esperimento, essendo svolto in un contesto di rete, ha lo scopo di comprendere se le caratteristiche estetiche di un annuncio pubblicitario - quali il colore e la posizione - hanno un'influenza sulla percezione visiva degli utenti, attirando quindi la loro **attenzione**. In un mondo dove l'utente medio spende soltanto 15 secondi per leggere un intero articolo di un blog [WY], risultano di vitale importanza — per chi vende sul web — i principi dell'*online advertising*.

### 1.3 *Bias* cognitivi in ambiente digitale

Anzitutto, che cos'è un *bias* cognitivo? Per spiegarlo in breve, cito nuovamente lo psicologo e premio Nobel per l'economia Daniel Kahneman [TF11]. Nella prima sezione di questo capitolo ho introdotto i due sistemi di cui ognuno

di noi è composto. System 1: veloce, frugale, intuitivo; e System 2: quello che ragiona, lento e pigro. Ora, per introdurre il concetto di *bias* cognitivo, vorrei parlare brevemente di un terzo sistema, che agisce ancor prima del primo: la **percezione**.

Quando ci troviamo di fronte a uno stimolo proveniente dall'esterno, significa che una o più informazioni stanno per essere elaborate dalla nostra mente. Questo avviene perché i nostri sensi riescono a percepire tale stimolo. Subito dopo la percezione, in termini temporali, l'informazione viene elaborata dal primo sistema poi, per ultimo, dal secondo. Questo processo, che passa per tre stati, non è però di tipo sequenziale. Anzi, è da considerarsi **iterativo**. Il che significa che l'essere umano non fa altro che passare da uno stato all'altro in continuazione, senza mai fermarsi. Questa ridondanza tra i sistemi della mente, a volte gioca brutti scherzi. Essi, vengono chiamati appunto *bias*. Ovvero, degli **offuscamenti del nostro giudizio**. In figura 1.5 uno schema indicante le caratteristiche principali dei tre sistemi.

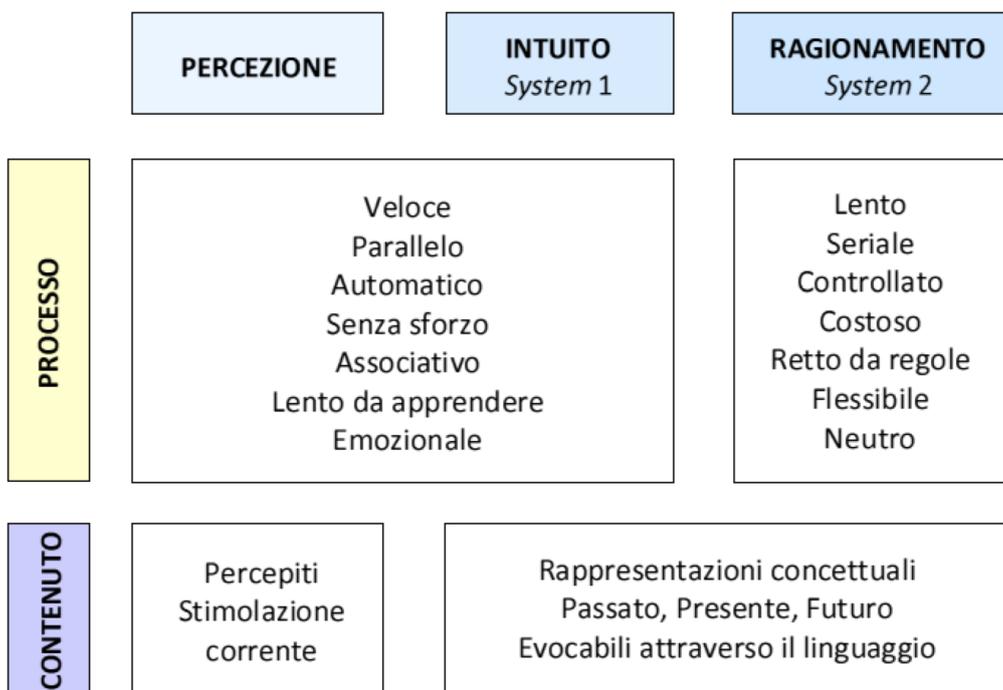


Figura 1.5: Relazioni tra percezione, intuizione e ragionamento [TF11]

In particolare, possiamo dire che durante un processo decisionale l'uomo effettua scelte irrazionali a causa di questi offuscamenti. Altrimenti saremmo

precisi come le macchine. Ma cosa succede quando ci troviamo in un ambiente digitale? Abbiamo visto nella sezione precedente come, di fronte ad uno schermo, effettuiamo le nostre scelte in modo frenetico, veloce e superficiale: in questo mondo, l'effetto dei *bias* cognitivi non può che essere esagerato.

Di seguito presenterò alcuni dei *bias* più conosciuti nell'ambito delle scienze cognitive. Prima, tuttavia, vorrei soffermarmi su uno in particolare — emerso nell'era attuale, quella dei display. Sto parlando del *middle bias*. Per comprenderlo, basta guardare la figura 1.6. In una ricerca svolta da Ruma Falk e colleghi [SS15], la scelta delle posizioni da colpire in una partita di battaglia navale non è casuale. Essa segue dei *pattern*, e anche se ogni giocatore possiede matematicamente l'88.1% di probabilità di colpire almeno una barca, se l'avversario pone le barche sui lati della griglia, quasi sicuramente vincerà. Il *bias* del centro dimostra che l'uomo tende a focalizzare la propria concentrazione al centro degli schermi, ignorando i lati.

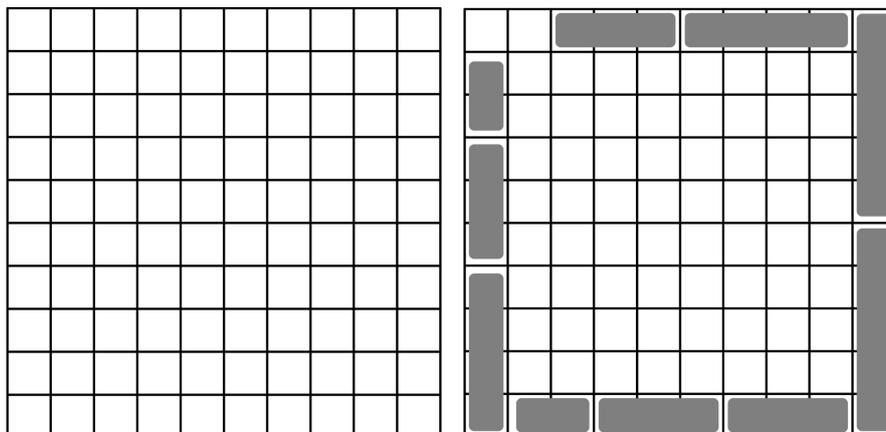


Figura 1.6: Come vincere a battaglia navale applicando il *middle bias*

Le conseguenze di questo problema applicate a una partita di battaglia navale sono ridicole. Ma pensiamo, per esempio, a un radiologo che deve analizzare per tutto il giorno delle lastre su dei dispositivi digitali. Nonostante esso abbia studiato e accumulato esperienza per decine di anni risulta comunque una persona e, pertanto, il suo giudizio è offuscabile dal *middle bias*. In un esperimento svolto da Trafton Drew e colleghi all'università di Harvard nel 2013 [IR13], infatti, viene mostrata una serie di lastre a 23 radiologi esperti. Ad essi è stato chiesto di cercare dei noduli nei polmoni che potessero essere degli

indicatori di cancro. Quello che i radiologi non sapevano è che nell'angolo in alto a destra delle lastre era stata inserita l'immagine di un gorilla. Nonostante il gorilla fosse 45 volte più grande di un normale nodulo, l'85% dei radiologi non lo notò, spendendo in media soltanto 250 milli secondi per scannerizzare quell'angolo dell'immagine.

Il *middle bias* è solo uno dei tanti esistenti. Nella figura 1.7 se ne possono vedere moltissimi altri, suddivisi in 4 categorie principali: quelli che riguardano la nostra **memoria**, quelli che riguardano i nostri **processi decisionali**, quelli che riguardano la nostra necessità di **agire velocemente** e quelli che riguardano la necessità di **attribuire senso** alle cose.

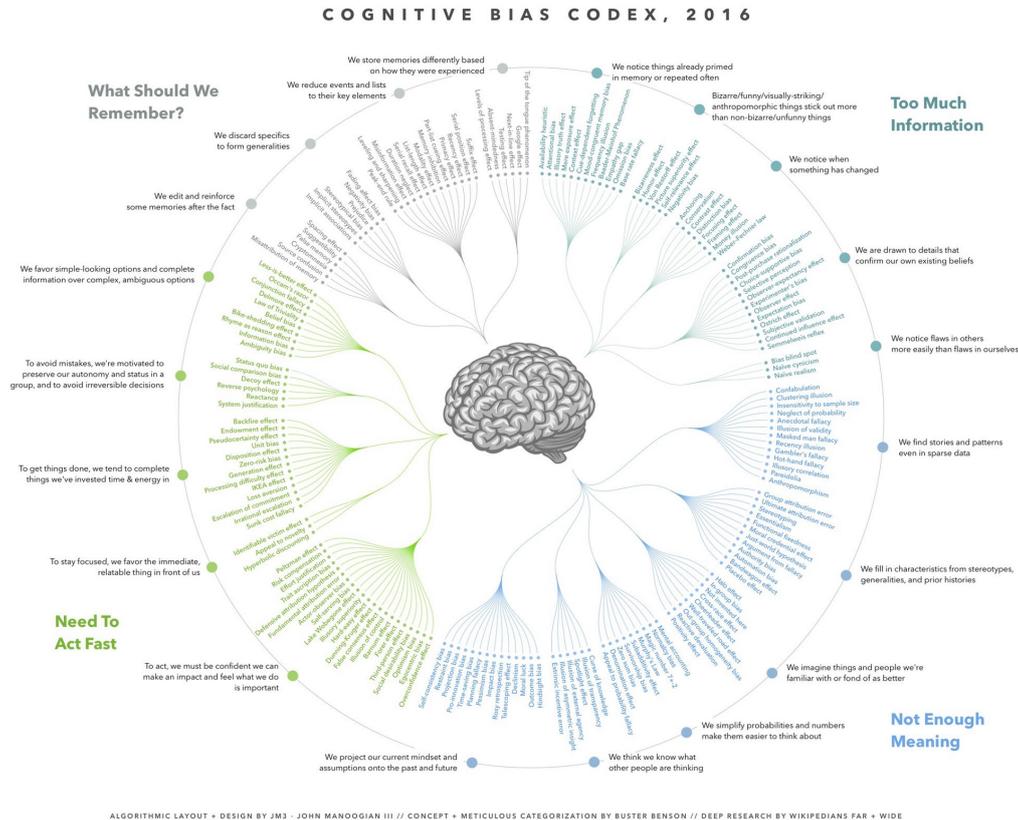


Figura 1.7: *Bias* cognitivi suddivisi per categorie

Di seguito, alcuni *bias* molto conosciuti:

- **Attentional Bias:** avviene quando la nostra percezione tende ad essere influenzata da pensieri ricorrenti.

*Un esempio:* una persona appassionata di moda, o che semplicemente ama curare il proprio modo di vestire, presterà maggiore attenzione a come si vestono gli altri.

*Un esempio nel mondo digitale:* una persona abituata a condividere sul proprio profilo Facebook fotografie scattate durante la preparazione di un pasto, sarà particolarmente attratta da tutte le fotografie di cibo presenti sulla propria bacheca.

- **Confirmation Bias:** avviene quando la nostra mente tende a cercare informazioni che confermino le nostre certezze, piuttosto che metterle in discussione (le domande, a livello cognitivo, pesano molto di più delle risposte). Tendiamo a ricercare evidenze che confermino ciò che crediamo evitando le disconferme.

*Un esempio:* una persona che crede all'esistenza degli alieni, tenderà a giustificare uno strano bagliore nel cielo come una prova della sua credenza, piuttosto che valutare l'avvenimento razionalmente.

*Un esempio nel mondo digitale:* una persona emotivamente coinvolta in una relazione a distanza *online*, tenderà a ignorare tutti i segnali che possano indurla a pensare che l'individuo dall'altra parte dello schermo non sia la persona che dice di essere.

- **Bizarreness Effect:** tra una serie di alternative possibili, la nostra memoria tende a memorizzare quelle più strane e bizzarre, quelle fuori dal comune, diverse dalla norma.

*Un esempio:* un bambino che sta imparando le vocali, tenderà a ricordarle meglio se rappresentate tramite colori vivaci e forme buffe.

*Un esempio nel mondo digitale:* una persona che debba scegliere un'applicazione che svolga un compito comune quale l'annotazione, tenderà a ricordare quella con l'icona che maggiormente si discosta dalle altre a livello di forma, colore...

- **Anchoring Effect:** la nostra mente attribuisce un peso alle alternative durante un processo decisionale. Questo offuscamento del giudizio consiste nel dare troppo peso alla prima alternativa che vediamo. In questo

modo, tutte le alternative che seguono verranno valutate in confronto alla prima. In questo contesto, è importante il concetto di *reference point*.

*Un esempio:* una persona che debba acquistare una lavatrice, dopo aver visto il prezzo del primo elettrodomestico valutato, tenderà a stimare i prezzi dei seguenti per differenza.

*Un esempio nel mondo digitale:* una persona che visiti un sito web per cercare una casa in affitto a Bologna, quando ne osserverà altri tenderà a valutarli migliori o peggiori confrontandoli a quello iniziale.

- ***Choice-supportive Bias:*** quando abbiamo già preso una decisione, tendiamo a dimenticare gli svantaggi dell'alternativa scelta, ricordandoci solo dei vantaggi. Così come tendiamo a ricordare gli svantaggi dell'alternativa declassata, ignorandone i pregi.

*Un esempio:* un aspirante fotografo, durante il processo decisionale d'acquisto tra due modelli, valuta pregi e difetti di ciascuno. A seguito della decisione, egli tenderà a ricordare soltanto i pregi del modello acquistato, dimenticandone i difetti. Al contrario, tenderà a ricordare i lati negativi del modello scartato, ignorandone i lati positivi.

*Un esempio nel mondo digitale:* durante un dibattito pubblico *online*, se una persona si schiera da una parte, piuttosto che dall'altra, tenderà a mantenere la sua posizione ignorando ogni affermazione razionale che disconfermi la sua scelta. In ambiente digitale, tale offuscamento del giudizio risulta ancora più potente in quanto ogni affermazione rimane nero su bianco.

- ***Less-is-better Effect:*** se due oggetti sono valutati separatamente invece che insieme, i decisori ignorano gli attributi importanti perchè influenzati da altri più semplici da valutare.

*Un esempio:* ci vengono proposte due coppe gelato. La prima contiene 650 grammi di gelato ed è di piccole dimensioni (il gelato sembra tanto), la seconda contiene 900 grammi di gelato ed è di grandi dimensioni (il gelato sembra poco). Preferiamo la prima, nonostante sia meno vantaggiosa.

*Un esempio nel mondo digitale:* durante la valutazione *online* della bibliografia di due articoli accademici, l'utente tenderà a valutare come più numerose le citazioni con grafica più accattivante (per font, interlinea o layout), nonostante l'altro articolo presenti un numero maggiore di riferimenti esterni.

- **Status-quo bias:** avviene quando siamo di fronte a un cambiamento. La nostra tendenza è quella di fissare il *reference point* al livello attuale, per poi vedere qualsiasi cambiamento come una perdita.

*Un esempio:* un imprenditore che da anni vive grazie ai guadagni del suo piccolo ristorante, tenderà a vedere ogni cambiamento al suo locale come una perdita.

*Un esempio nel mondo digitale:* un servizio televisivo digitale propone due modalità di abbonamento: la prima più costosa ma con possibilità di scaricare i programmi per permetterne la visione offline, la seconda più economica ma con la sola possibilità di vedere in streaming. Un gruppo di utenti possiede di default la prima modalità, un altro la seconda. Se venisse data la possibilità di modificare il servizio, la maggior parte degli utenti del primo gruppo terrebbe l'abbonamento più costoso ritenendo una perdita la mancata possibilità di visionare i programmi offline; la maggior parte degli utenti del secondo gruppo, al contrario, manterrebbe l'abbonamento più economico, ritenendo la possibilità di visione offline meno significativa rispetto al cambiamento di prezzo.

- **Loss Aversion:** la nostra mente tende a preferire di non perdere qualcosa, piuttosto che trovarne una dello stesso valore.

*Un esempio:* preferiamo non perdere 5\$ piuttosto che trovare 5\$.

*Un esempio nel mondo digitale:* le persone che utilizzano un software per un certo periodo di prova, tendono a mantenerlo in quanto instaurano un senso di possesso. Rinunciarci allora significherebbe "perderlo".

- **Appeal to Novelty:** al contrario dello *status-quo bias*, questo offuscamento del giudizio tende a farci preferire l'alternativa più nuova (quella appena uscita) alle altre, solo per il fatto che è nuova.

*Un esempio:* una persona che debba acquistare un nuovo smartphone, tenderà a preferire il modello più recente dando per scontato che sia migliore, ma senza paragonarlo effettivamente con gli altri modelli.

*Un esempio nel mondo digitale:* gli utenti che utilizzano un certo sistema operativo tendono ad aggiornarlo senza informarsi sui cambiamenti che tale aggiornamento apporterà al dispositivo.

- ***Optimism Bias:*** tendiamo a credere di essere meno a rischio degli altri per quanto riguarda le esperienze negative.

*Un esempio:* un saltatore di bungee jumping crede di essere meno a rischio di un altro.

*Un esempio nel mondo digitale:* gli utenti abituati a fare acquisti sul web, tendono ad effettuarli senza stipulare assicurazioni, non considerando il rischio di sottrazione dei dati di pagamento.

La lezione finale è la seguente: in questo nuovo mondo fatto di schermi digitali, le preferenze inconsce del sistema visivo — dove guardiamo e come guardiamo — giocano un ruolo fondamentale nei nostri processi decisionali.

Nel capitolo successivo tratterò l'argomento dell'oculometria in relazione alla percezione visiva delle persone e del contributo fornitomi per lo svolgimento dell'analisi sperimentale.

# Capitolo 2

## Oculometria

L'oculometria, nota anche come monitoraggio oculare e con il termine inglese *eye tracking*, è il processo di misurazione dei punti di fissazione oculare o del moto di un occhio rispetto alla testa. Essa nasce nell'ottocento grazie a un noto oculista francese e si sviluppa fino ai giorni nostri tramite macchinari e tecnologie più avanzate che permettono ai ricercatori (e non solo) di effettuare studi empirici in diverse discipline.

In questa tesi, ho utilizzato uno strumento di *eye tracking* — detto appunto *eye tracker* — che mi ha permesso di svolgere il primo esperimento, in cui ho osservato le fissazioni oculari dei soggetti che hanno partecipato al test.

In questo capitolo, cercherò di fornire al lettore una panoramica sul mondo dell'oculometria a livello storico, tecnico e applicativo citando studi di caso effettuati anche recentemente e in diversi ambiti accademici e professionali.

### 2.1 La percezione visiva

Per introdurre l'argomento, è necessario descrivere il fenomeno di partenza, che è quello percettivo.

**Qual è il problema del vedere? Il fenomeno come punto di partenza:** la visione è un atto percettivo immediato e diretto, che ci consente, molto più di altre modalità sensoriali, di cogliere la maggior parte della ricchezza e della complessità del mondo che ci circonda. Questa breve descrizione mette in evidenza la caratteristica fondamentale della percezione visiva, già sottolineata da Wertheimer [UZ23], secondo cui vedere equivale a percepire oggetti nell'ac-

cezione fenomenica prima descritta e non variazioni di chiarezza o di colore distribuite nello spazio. Secondo le parole utilizzate dallo stesso Wertheimer ivi, p. 301: “Sto alla finestra e vedo una casa, alberi, il cielo. Teoricamente potrei dire che ci sono 327 variazioni di chiarezza e di colore. Percepisco realmente le 327 variazioni? No. Quello che vedo è il cielo, la casa e gli alberi. È impossibile ottenere quel 327 in quanto tale.

**La luce e l’occhio.** La visione è per l’uomo la modalità sensoriale più importante che richiede l’investimento neurale più consistente rispetto alle altre modalità. Capire l’organizzazione della realtà da parte del sistema visivo implica comprendere l’organizzazione dell’informazione che segue un percorso che va dall’occhio al cervello e il cui punto di partenza è la luce visibile, la quale è la parte dello spettro elettromagnetico a cui i nostri recettori sono sensibili e la cui lunghezza d’onda va dai 400 ai 700 nanometri circa.

Per comprendere come la retina trasduce l’energia luminosa e quindi avvia il processo di elaborazione dell’informazione, dobbiamo brevemente esplorare la struttura dell’occhio:

- La *sclera*: il cosiddetto “bianco dell’occhio” che ha una funzione principalmente protettiva;
- La *cornea*: posizionata sopra la sclera, è trasparente e consente il passaggio della luce verso le strutture più interne dell’occhio;
- L’*iride*: situata dietro la cornea e davanti al cristallino, è una membrana muscolare che attribuisce il colore all’occhio e si apre e si chiude ad anello creando la pupilla, un foro al centro dell’iride, per consentire a intensità variabili di luce di entrare nelle strutture interne;
- Il *cristallino*: è sostanzialmente una lente biconvessa ed è fondamentale per mettere a fuoco la luce sulla retina, dove si trasforma in attività neurale;

**La retina.** La luce passa quindi attraverso la cornea, supera la pupilla ed è messa a fuoco sulla retina dal cristallino. La retina è la membrana più interna composta da fotorecettori; essi sono posti dietro uno strato di neuroni trasparenti connessi tra di loro e con i fotorecettori stessi. I fotorecettori sono

i coni e i bastoncelli. Essi trasducono la luce in potenziali d'azione, discriminano le lunghezze d'onda e quindi i colori e reagiscono a diverse gradazioni di intensità luminosa.

I bastoncelli sono più numerosi dei coni e sono anche più sensibili in condizioni di scarsa illuminazione. I coni sono più sensibili alla luce intensa e consentono la visione dei dettagli e dei colori, in virtù della presenza di tre tipi di pigmenti (rosso, verde e blu). I coni sono maggiormente presenti al centro della retina; qui infatti è localizzata una piccola depressione chiamata fovea, dove avviene la più ampia discriminazione spaziale e cromatica. La fovea è quindi ciò che il sistema motorio oculare muove costantemente fino alla velocità di 900 gradi al secondo per analizzare i dettagli della realtà.

I fotorecettori sono connessi a due strati di neuroni retinici. Il primo strato contiene tre tipi di cellule: bipolari, orizzontali e amacrine. I primi due tipi sono cellule di interconnessione: le cellule orizzontali legano i fotorecettori alle cellule bipolari, mentre le cellule amacrine legano le bipolari alle cellule del secondo strato: le cellule gangliari. Gli assoni delle cellule gangliari si raccolgono in un fascio e si dirigono verso il cervello formando il nervo ottico.

**Oltre la retina, dall'occhio al cervello.** Tutti questi ricettori fanno sì che gli stimoli esterni arrivino al cervello, rendendo possibile la percezione visiva a tutti noi.

L'oculometria, descritta in questo capitolo, si occupa di monitorare il movimento oculare dei nostri occhi.

## 2.2 Che cos'è e come funziona *l'eye tracking*

*L'eye tracking* (oculometria) è una tecnologia in grado di monitorare il movimento dei nostri occhi; si tratta di una registrazione accurata dell'attività delle nostre pupille, che continuamente eseguono operazioni di contrazione e dilatazione.

Grazie al monitoraggio oculare è possibile tracciare il percorso effettuato dagli occhi in fase di osservazione. Infatti, quando ci prestiamo ad osservare qualcosa, gli occhi eseguono numerosi spostamenti nell'arco di un secondo detti **movimenti saccadici, movimenti d'inseguimento e fissazioni**.

Esistono numerose tecniche per la rilevazione del movimento oculare, ma, in generale, si basano tutte o sulla misurazione della posizione dell'occhio rispetto alla testa, o sulla misurazione dell'orientamento dell'occhio in uno spazio detto "punto di osservazione".

La misurazione dell'orientamento dell'occhio nello spazio è utilizzata quando si ha la necessità di individuare più elementi durante la proiezione di una scena visiva; ad esempio, nel campo della progettazione grafica di pagine online quando si tratta di *layout* grafici interattivi [ET07].

Come sostiene Claudio De' Sperati — professore associato di psicologia all'università Vita-Salute San Raffaele — lo scopo principale del sistema oculomotore consiste nel condurre la fovea (parte centrale della retina in cui è massima l'acuità visiva) sul "bersaglio" e nel mantenerla su di esso per il tempo necessario.

Di seguito, i tre tipi di movimenti che i nostri occhi svolgono:

- **Movimento oculare saccadico:** governa l'orientamento rapido della fovea verso un bersaglio che si trova nel campo visivo dell'osservatore. Si tratta di movimenti quasi del tutto automatici e spesso imprecisi. La capacità di compiere movimenti saccadici è presente in noi fin dalla nascita, essi tuttavia hanno bisogno di correzioni che cominciano già dal secondo mese di vita.

Il complesso intreccio di contrazioni nervose genera questi movimenti coniugati degli occhi detti appunto saccadici, i quali possiedono le seguenti caratteristiche:

- *Sono movimenti rapidissimi:* la loro velocità può raggiungere i 600/700 gradi al sec. Si tratta di movimenti estremamente veloci perché durante la loro esecuzione la visione viene sospesa per evitare il disturbo causato dal movimento dell'immagine sulla retina. Il movimento dura alcune frazioni di secondo, più nel dettaglio, inizia 0.2 secondi dopo l'individuazione del bersaglio e viene portato a termine in circa 0.05 secondi (tempo di esecuzione).
- *Sono movimenti di natura balistica:* Una volta che un movimento di questo tipo è entrato in corso di esecuzione può essere corretto, ma con molta difficoltà. Infatti, una volta che il processo neuronale ha

lanciato l'input che provoca un movimento saccadico, il sistema di controllo non è in grado di generarne un altro prima di 0.2 secondi, indipendentemente dal comportamento del bersaglio.

Per l'esecuzione di un movimento saccadico il sistema deve necessariamente conoscere i seguenti parametri:

- \* La posizione dell'oggetto nello spazio: questo è possibile grazie al valore retino-motorio degli elementi retinici.
  - \* La posizione dell'occhio nell'orbita nel momento in cui l'oggetto viene visto: questo è possibile grazie al complesso funzionamento di particolari neuroni, detti "tonici", che informano costantemente il sistema di controllo sulla posizione degli occhi nell'orbita.
- **Movimento d'inseguimento lento:** detto anche "*smooth pursuit*", ha il compito di mantenere sulle fovee le immagini degli oggetti che si spostano lentamente nel campo di sguardo.

La capacità di compiere questo tipo di movimento si sviluppa relativamente tardi, infatti, fino alla sesta settimana di vita un bambino ha molta difficoltà a seguire con un movimento continuo ed ininterrotto l'oggetto che sta fissando, se questo si muove nello spazio. Con il passare delle settimane, il bambino comincia ad alternare e combinare movimenti rapidi e lenti, con prevalenza sempre maggiore di quest'ultimi fino a che, dopo il quarto mese, il sistema di movimento d'inseguimento lento risulta completamente sviluppato e funzionante.

Questo movimento permette di seguire oggetti non fermi fino ad una velocità di 30/40 gradi al secondo, e di seguire altri movimenti che si muovono con un moto rettilineo fino a 100 gradi al secondo. Il sistema "*smooth pursuit*" si innesca principalmente quando l'obiettivo dell'osservazione si muove e l'osservatore rimane fermo e ha il fine di mantenere l'immagine continuamente sulla fovea. Questa attitudine del sistema motorio dipende dal fatto che il sistema nervoso è in grado di calcolare direzione e velocità del movimento dell'immagine del bersaglio sulla retina; queste operazioni sono controllate dalla corteccia occipitale.

- **Fissazione:** ha il compito di mantenere sulle fovee le immagini di oggetti fermi a testa immobile.

Si sviluppa molto presto nel sistema motorio degli esseri umani, infatti è facile notare come fin dalla primissime settimane di vita i neonati siano in grado di fissare i volti dei genitori e gli oggetti che si trovano nel loro campo visivo. Quando gli occhi si concentrano su un bersaglio ed il bersaglio è fermo, la fissazione può essere mantenuta per un lasso di tempo medio-lungo mediante uno sforzo cosciente dell'osservatore che sopprime o comunque riduce i movimenti saccadici involontari.

Durante la fissazione, vi sono dei piccoli movimenti continui ed inconsci degli occhi che prendono il nome di *Drift* e *Flick*:

- *Drift*: movimenti lenti di deriva che fanno muovere la fovea dall'immagine dell'oggetto fissato.
- *Flick*: piccoli movimenti saccadici che fanno ritornare la fovea sul bersaglio dopo che un Drift l'ha allontanata troppo da esso.

Analizzando la storia dell'oculometria (sez. 2.3) e osservando le sue applicazioni (sez. 2.4), si nota in maniera evidente che gli occhi riflettono direttamente l'attività cerebrale e cognitiva degli esseri umani. Data questa premessa, risulta quindi possibile analizzare i movimenti oculari per comprendere le motivazioni alla base di certi comportamenti di fronte ad uno schermo. È possibile analizzare e identificare pattern relativi all'attenzione, alla percezione, al ragionamento e al giudizio di una persona attraverso lo svolgimento di alcuni compiti: fissare semplici stimoli, leggere, cercare informazioni, osservare un'immagine o un video. L'*eye tracking* — di conseguenza — può essere utilizzato in diversi ambiti, come la medicina, la psicologia, le scienze cognitive... Ma non solo, esso viene usato anche in sicurezza militare e campagne di *marketing*.

Per effettuare il mio primo esperimento, ho utilizzato un *eye tracker* equipaggiato della tecnologia di tracciamento ottico. Il dispositivo si basa su un potente sistema di infrarossi invisibili per l'utente che osserva. I raggi infrarossi emessi vengono poi riflessi dai nostri occhi e catturati da un sensore con una velocità che varia dai 30Hz ai 1200Hz. In questo caso, maggiore è la velocità e migliore sarà la precisione dello strumento.

### 2.2.1 Accuratezza e precisione

Nella documentazione ufficiale di EyeProof.net [ED] — uno dei siti internet che fornisce gratuitamente ai ricercatori un applicativo web per gestire gli esperimenti svolti con un eye tracker — non manca la parte riguardante l'accuratezza e la precisione. Sappiamo già che la tecnologia di monitoraggio oculare calcola la posizione in cui l'utente sta guardando. Questo processo avviene mescolando sia i dati del volto sia i dati degli occhi del soggetto. Le coordinate di fissazione sono poi calcolate rispetto allo schermo posto di fronte alla persona, e sono espresse da coppie di valori  $(x, y)$  che indicano appunto le coordinate del punto di fissazione sullo schermo.

Gli studi basati sull'eye tracking necessitano della giusta **accuratezza** e **precisione**. Il livello di accuratezza richiesto dipende soprattutto dalla natura della ricerca. Per esempio, chi studia il comportamento delle persone durante la lettura necessita di un'elevata accuratezza per individuare le esatte parole che l'utente sta fissando.

L'accuratezza e la precisione sono misurate in gradi. La figura 2.1 mostra la differenza tra il punto osservato dall'utente (indicato con la linea continua) e il punto misurato dal dispositivo di eye tracking (indicato con la linea tratteggiata), mentre l'angolo indicato con la lettera  $\Theta$  rappresenta la deviazione in gradi tra le due linee.

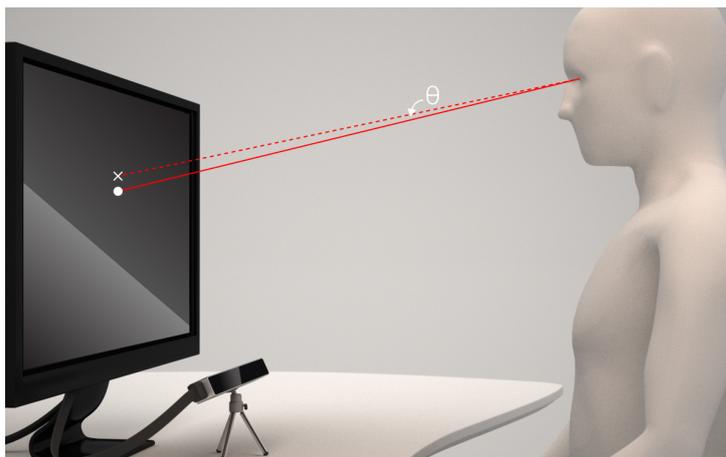


Figura 2.1: Rappresentazione dell'errore di accuratezza di un eye tracker

L'accuratezza descrive la distanza tra i punti di fissazione registrati dall'*eye tracker* e i reali punti osservati dall'utente.

La precisione, invece, viene calcolata utilizzando il campione di dati rilevati durante l'osservazione di un punto fisso ed è indicata dalla dimensione dell'area contenente tutte le fissazioni.

L'immagine di seguito mostra la relazione tra l'accuratezza e la precisione. Un'area di fissazioni stretta ma lontana dal target indica un basso livello di accuratezza e un alto livello di precisione.

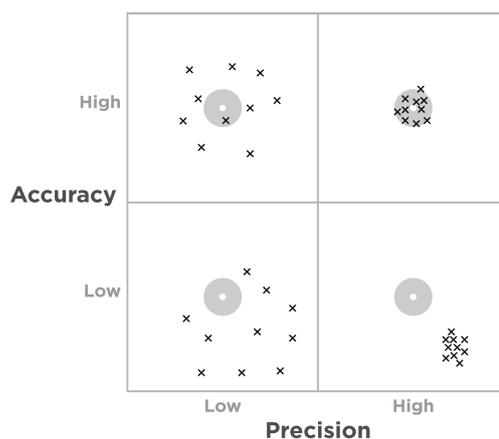


Figura 2.2: Relazione tra accuratezza e precisione di un eye tracker

Esiste un limite teorico di accuratezza nell'*eye tracking*. Esso corrisponde alla dimensione della fovea dell'occhio (che ricopre un'area di circa  $1^\circ$  o  $2^\circ$  del campo visivo). Ad ogni modo, è possibile migliorare l'accuratezza durante la fase di calibrazione dello strumento. Quando il sistema risulta calibrato, il software di eye tracking calcola le coordinate di fissazione dell'utente con un'accuratezza media di  $0.5-1^\circ$  dell'angolo visuale. Assumendo che il soggetto sia seduto approssimativamente a 60cm dal dispositivo, questo livello di accuratezza corrisponde a un errore medio di 1cm sullo schermo.

### 2.2.2 Rappresentazione dei dati prodotti

I dati prodotti dall'*eye tracker* — di solito — vengono memorizzati in matrici o in formato "JSON". Le rappresentazioni di tali dati che ho utilizzato sono fornite dall'applicativo web di "EyeProof.net". Di seguito, alcune forme di rappresentazione dei dati prodotti da un eye tracker:

- **Rappresentazione priva di animazione del percorso saccade:** si analizza la concentrazione dello sguardo con un approccio statico, trascurando la scala temporale dei punti osservati.
- **Rappresentazione animata di un punto sull'interfaccia:** questo metodo è utilizzato quando il comportamento visivo necessita di essere analizzato singolarmente e ha lo scopo di individuare dove lo sguardo si concentra in ogni momento.

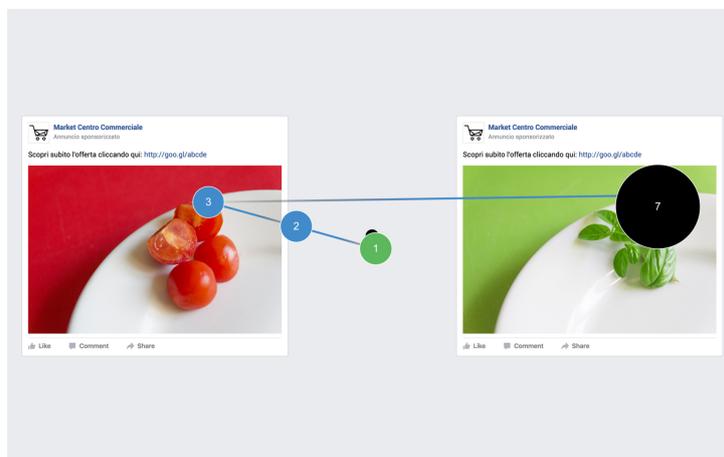


Figura 2.3: Rappresentazione dei dati tramite scanpath

- **Mappa di calore (*Heatmap*):** metodo che fornisce una rappresentazione grafica di tipo statico. Attraverso varie tonalità di colore, l'*heatmap* indica i punti in cui lo sguardo si è concentrato maggiormente. In questa rappresentazione le zone che tendono al colore rosso vengono dette zone "calde" e indicano i punti di maggior osservazione, mentre le aree con colorazione tendente a blu sono quelle che l'utente osserva con minor frequenza.
- **Mappa a zone cieche:** Questa rappresentazione grafica può definirsi una versione "alternativa" alle mappe di calore, in quanto le aree buie sono quelle dove la concentrazione dello sguardo è stata assente, mentre quelle chiare sono quelle di maggior concentrazione visiva.

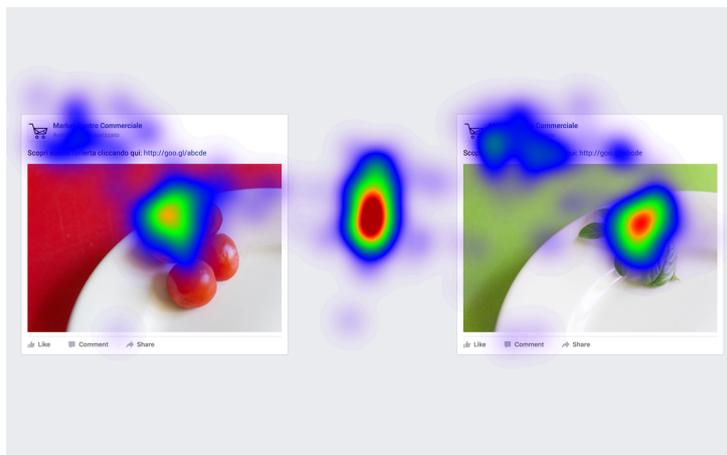


Figura 2.4: Rappresentazione dei dati tramite heatmap

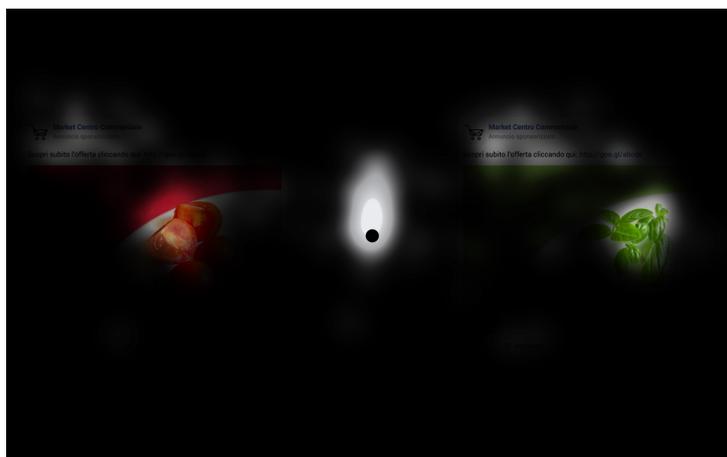


Figura 2.5: Rappresentazione dei dati tramite mappa a zone cieche

## 2.3 La storia

I primi studi di monitoraggio oculare risalgono all'Ottocento. Nel 1879, l'oculista francese Luis Emile Javal descrisse per la prima volta i movimenti oculari dell'essere umano — tramite un primordiale studio di oculometria con l'ausilio di uno specchio — e scoprì che l'andamento dei nostri occhi durante un semplice processo di lettura non è costante lungo una riga di testo, ma mescola due tipi di movimenti oculari: quelli più rapidi detti movimenti saccadici e quelli più lenti, detti fissazioni [PP68].

Per effettuare ricerche di oculometria fu successivamente necessario l'utilizzo di uno strumento più potente, che fosse in grado di fornire indicazioni

più dettagliate sul movimento oculare dei soggetti. Nel 1889, allora, comparse un primo *eye tracker* molto rudimentale, progettato dallo psicologo Edmund Huey [PP68]. Tra i suoi studi sull'oculometria, egli riuscì a dimostrare che ognuno di noi, durante la lettura di un testo, si focalizza di più su determinati termini: quelli che riteniamo soggettivamente più importanti.

Il tipo di strumento progettato da Huey era, tuttavia, considerato intrusivo per l'utilizzatore. L'apparecchio, tramite delle lenti a contatto e un puntatore in alluminio, veniva mosso direttamente dalla pupilla risultando estremamente pericoloso e fastidioso per il soggetto.

Il primo *eye tracker* non intrusivo apparso nel 1922 grazie all'invenzione Thomas Buswell [HP35]. Il funzionamento si basava su un semplice principio: quello della luce riflessa. Infatti, una sorgente luminosa colpiva l'occhio del soggetto e il riflesso veniva impressionato su una pellicola; il movimento dell'occhio provocava allora un corrispondente spostamento del tracciato impresso sulla pellicola stessa.

Durante questo periodo che definì gli albori degli studi dell'oculometria, un argomento che interessò molti ricercatori fu quello dell'affidabilità degli strumenti di *eye tracking*. Ovvero: quanto sono attendibili i risultati rilevati da questi apparecchi? Nel 1936 Tinker's Landmark indagò su tale argomento, procedendo ad una sperimentazione effettuata su 57 studenti, che ebbe risultati estremamente positivi. Ciò indusse molti ricercatori a continuare gli studi sull'oculometria: infatti, la differenza dei risultati dell'esperimento ottenuti con e senza *eye tracker* era realmente minima. Fu così confermata l'attendibilità sia del metodo sia dello strumento.

Negli anni cinquanta, Alfred L. Yarbus svolse uno studio che viene tuttora citato come dimostrazione del fatto che il movimento oculare riflette i processi di pensiero dell'essere umano [EM62]. Nella sua sperimentazione infatti, Yarbus notò che se ad un soggetto viene assegnato il compito di osservare qualcosa, tale compito ha una grande influenza sul movimento degli occhi del soggetto stesso.

In seguito, la ricerca nell'ambito oculometrico vide una fase di stallo fino agli anni settanta, quando ci fu un aumento degli studi nel campo dell'*eye tracking* sia dal punto di vista tecnologico che relazionale: emersero molte ricerche a sostegno del legame tra processi cognitivi e movimento oculare.

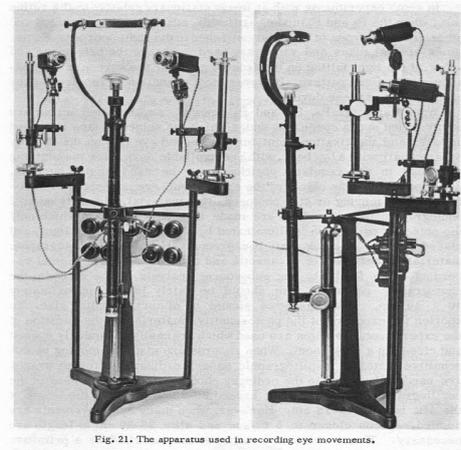


Figura 2.6: Eye tracker di Yarbus

Molte di queste furono svolte da Rayner [EM78]. Inoltre, nacquero i primi strumenti che non limitavano i soggetti nei movimenti. Durante questo periodo storico si fecero anche enormi passi avanti nella studio della struttura oculare, che favorirono indirettamente anche l'ascesa dell'oculometria.

Nel 1980, l'*eye tracking* cominciò ad essere utilizzato per rispondere a domande relative all'interazione uomo-macchina [ET03]. Per esempio, i ricercatori focalizzarono la loro analisi sul come gli utenti ricercano i comandi nel menu del computer.

Al giorno d'oggi l'*eye tracking* viene utilizzato soprattutto nel contesto web. Infatti, molti studi e ricerche di *marketing*, *advertising* e relativo posizionamento dei *banner* pubblicitari vengono svolti con l'ausilio di moderni *eye tracker*. Alcuni esempi significativi possono essere individuati nelle sperimentazioni di Shu-Fei Yang e di Chatpong. La prima, effettuata nel 2015, si pone l'obiettivo di comprendere il comportamento *online* di due gruppi di utenti in un contesto *e-commerce* [AE15]. La seconda, svolta quest'anno, ha studiato l'impatto degli annunci pubblicitari che appaiono su youtube.com [FR16].

Nell'ambito del *digital marketing* e della pubblicità *online*, il tracciamento oculare è un metodo assai utilizzato e risulta ancora più utile ai giorni nostri, nell'era degli "schermi intelligenti".

## 2.4 Applicazioni nel *digital marketing*

La metodologia del monitoraggio oculare si divide in due modalità: **diagnostica** e **interattiva** [ET07]. La prima viene utilizzata per effettuare studi sui processi visivi e cognitivi degli utenti, la seconda per fornire loro un metodo di *input*, ovvero per permettergli di interagire con applicazioni e macchinari tramite lo sguardo.

L'analisi sperimentale che ho effettuato fa parte della prima categoria: quella diagnostica. Essa consiste nella semplice registrazione dei movimenti oculari del soggetto per permettere al ricercatore di trarre conclusioni oggettive riguardanti il suo comportamento, per esempio trovando dei pattern in risposta a determinati stimoli. Le tecniche di *eye tracking* di tipo diagnostico vengono spesso utilizzate in diversi ambiti, quali psicologia, marketing e pubblicità, scienze umane ed ergonomia. Settori dove viene applicata la categoria interattiva sono invece i seguenti: neuroscienza, ingegneria industriale e militare, informatica, medicina...

Prima di passare in rassegna l'analisi sperimentale che ho effettuato per questa tesi di laurea (riguardante l'ambito del *digital marketing* e della pubblicità *online*, esaminino alcuni esempi di ricerche simili per tassonomia.

- **Uno studio di *eye tracking* nel contesto *e-commerce***: tra il 2013 e il 2014, Shu-Fei Yang — ricercatore dell'università “National Sun Yat-sen University” di Kaohsiung (Taiwan) — svolse un esperimento riguardante l'E.L.M. (Elaboration Likelihood Model [CIT]) nel contesto del commercio elettronico.

Tale modello risulta interessante in termini di analisi comportamentale, in quanto esso — l'E.L.M. — mette in relazione fattori riguardanti i tratti della personalità del consumatore con gli stimoli provenienti dal mondo esterno. In questo caso, per tratti comportamentali si intende la motivazione d'acquisto dell'utente e la sua capacità di navigare online e di valutare i prodotti in modo oggettivo; per quanto riguarda gli stimoli esterni, si intendono i messaggi pubblicitari posti affianco al prodotto, piuttosto che le recensioni degli altri acquirenti, o semplicemente l'usabilità dell'interfaccia grafica del sito web *e-commerce*.

Yang ha così suddiviso due gruppi di utenti: uno considerato di alto livello di elaborazione (quindi motivato e con buone capacità di ricerca) e un altro di basso livello di elaborazione (ovvero con scarsa motivazione e bassa capacità). Mettendo a confronto i comportamenti di questi due gruppi, Yang è riuscito a trarre conclusioni utili per qualsiasi venditore online.

I risultati dimostrano che i messaggi posti nelle vicinanze del prodotto non hanno avuto effetto sulle intenzioni d'acquisto, ma lo hanno avuto invece sui movimenti oculari. In particolare, se i messaggi erano positivi — ovvero fornivano ulteriori informazioni positive sul prodotto — il gruppo ad alta elaborazione diventava più intenzionato all'acquisto rispetto al gruppo a bassa elaborazione. Se al contrario i messaggi erano negativi, entrambi i gruppi non incrementavano la propria intenzione d'acquisto. Per quanto riguarda l'osservazione delle durate delle fissazioni, queste erano maggiori nel gruppo ad alta elaborazione se i messaggi erano positivi, mentre erano maggiori nel gruppo a bassa elaborazione se i messaggi erano negativi. Inoltre, la relazione tra l'intenzione d'acquisto e i movimenti oculari dei soggetti risulta più significativa nel gruppo ad alta elaborazione quando i messaggi sono negativi, mentre risulta più significativa nel gruppo a bassa elaborazione se i messaggi sono positivi.

I risultati ottenuti aiutano a comprendere come vari il comportamento *online* dei consumatori in base alla loro personalità e alla loro motivazione in un contesto *e-commerce* e aiutano i venditori a creare interfacce personalizzate sulla base di questi fattori.

Di seguito, un'immagine dello studio di eye tracking del ricercatore Yang:

- **Il pattern “F-shaped” durante la lettura online:** uno studio di eye tracking effettuato dal ricercatore Jacob Nielsen nel 2006 [FS06] mostra come gli utenti spesso leggano i contenuti delle pagine web seguendo il “pattern a forma di F”. Ovvero, due linee orizzontali e una verticale.

La “F” potrebbe anche significare “*fast*”: veloce, in quanto l'esperimento — svolto su 232 studenti — dimostra che durante la lettura i contenuti di un sito web vengono scorsi rapidamente in pochi secondi, invece che essere letti completamente.

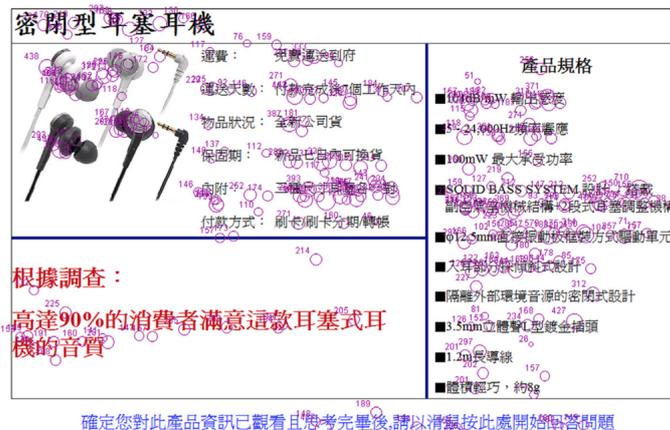


Figura 2.7: Immagine tratta dallo studio di Yang

In particolare, osservando le mappe di calore prodotte dal software di eye tracking (fig. 2.8), si nota come la forma risultante dai movimenti oculari degli utenti sia una vera e propria “F”. Questo significa che i soggetti hanno letto le prime righe in orizzontale, guardandole fino alla fine; poi, muovendosi verso il basso, hanno continuato la lettura orizzontale fermandosi prima della fine delle righe — formando la seconda barra della lettera F. Infine, il movimento oculare diventa addirittura verticale, facendo soltanto “surfing” sui contenuti scritti dagli autori.



Figura 2.8: Immagine tratta dallo studio di Nielsen dove viene mostrato il pattern “F-shaped” nella lettura online

Questa scoperta mette in luce uno degli aspetti fondamentali del nostro comportamento online: siamo veloci, superficiali e irrazionali. Come dice

Benartzi nel suo ultimo libro [SS15]: “*We don’t have time to read. We barely have time to look.*”, non abbiamo tempo per leggere. Abbiamo giusto il tempo di dare un’occhiata.

I comportamenti di questo tipo, riscontrati tramite ricerche di *eye tracking*, fanno capire che produrre contenuti per il web significa basarsi su delle regole nuove e diverse da quelle della stampa tradizionale. Utilizzare strategie di *digital marketing* come inserire nei primi due paragrafi tutti i punti più importanti piuttosto che inserire parole chiave all’inizio di ogni frase diventa una necessità, se si vuole comunicare i contenuti scritti a più lettori possibili.

- **Fissazioni e memoria degli annunci su Youtube:** nonostante la metodologia del monitoraggio oculare abbia già permesso a diversi ricercatori di concentrare i propri studi di *digital marketing* sul posizionamento dei *banner* pubblicitari *online*, nessuno fino all’anno corrente si era mai posto l’interrogativo di studiare questi *banner* nell’ambito del *video sharing*. In particolare, Chatpong Tangmanee della “Chulalongkorn University” (Bangkok) ha svolto un esperimento di *eye tracking* sui *banner* pubblicitari che appaiono durante la visione di un video clip sul famosissimo sito web “youtube.com” [FR16].

I suoi studi mettono in correlazione due fattori: i movimenti oculari e la capacità di ricordare i contenuti del banner pubblicitario mostratogli. L’esperimento è stato svolto su 103 studenti della stessa università dell’autore, e ha prodotto risultati che aiutano a rispondere a domande del tipo: acquistare spazio pubblicitario sui video clip, aiuta realmente la mia azienda ad essere ricordata dagli utenti? Oppure: il fatto che l’annuncio compaia su di un video in fase di riproduzione offusca in qualche modo la percezione dell’annuncio?

I risultati dell’esperimento mostrano che il 97% degli utenti ha osservato almeno una volta l’annuncio comparso nella parte bassa del video. Ma, di questi, meno del 10% ricorda correttamente il contenuto l’annuncio. Nonostante ciò, il contenuto del video clip viene ricordato. Quando vengono mostrati annunci animati (GIF), invece, i numeri cambiano leggermente in favore della capacità di ricordo dell’annuncio, anche se, a

livello di numero di clic, non c'è una differenza significativa tra i due tipi di annuncio: statico e animato.

Di seguito, un'immagine tratta dalla ricerca di Chatpong.



Figura 2.9: Immagine tratta dallo studio di Chatpong

- **Uno studio di *eye tracking* nel contesto *newsletter*:** in questa ricerca di Jacob Nielsen, effettuata nel 2006, si riscontra che il pattern “*F-shaped*” è presente anche nel contesto newsletter [EN06]. A questo esperimento di *eye tracking* hanno partecipato 42 persone.

Le motivazione principale che ha portato Nielsen a svolgere questa ricerca nasce dall'osservazione che, ormai, la casella di posta degli utenti risulta sempre più colma di informazioni, annunci, e messaggi di posta. In questo contesto, risulta importantissimo riuscire ad attrarre l'attenzione del consumatore.

I risultati dell'esperimento di Nielsen mostrano che soltanto il 19% degli utenti ha letto realmente i contenuti della *newsletter*, mentre la maggioranza di essi scorre i contenuti molto velocemente, leggendo soltanto le prime due parole di ogni paragrafo. Viene anche mostrato come i soggetti saltino nettamente l'intestazione osservando direttamente il contenuto del messaggio. Di seguito un'immagine tratta dalla ricerca.



# Capitolo 3

## Colorimetria

Al fine di effettuare un'analisi sperimentale sui colori in modo scientifico e oggettivo è necessario comprendere come “misurarli”.

Essi sono stati — e vengono tuttora — studiati nell'ambito di tante e diverse discipline: psicologia, fisiologia, matematica, biologia, ontologia, fisica... In ognuno di questi campi il colore viene trattato in modo differente, nonostante il punto di partenza sia sempre lo stesso, la **luce**. Basti pensare ad un confronto tra gli studi del colore effettuati in matematica e quelli effettuati in psicologia. In questo capitolo di letteratura cito fonti che vengono da studi teorici ed empirici diversi, al fine di fornire al lettore un panoramica generale sul colore e, in particolare, sulla sua percezione da parte dell'essere umano. Ciò che sarà significativo ai fini pratici dell'esperimento è il sistema Munsell e il relativo metodo di colore sul web: HSB, ovvero *hue*, *saturation* e *brightness*. Tramite questo modello sarò in grado — una volta calcolato il colore predominante di un'immagine — di estrarre il valore della tinta e di classificarlo nella fascia di colori “caldi” o “freddi” per poter rispondere alle domande e alle ipotesi formulate per l'analisi sperimentale di questa tesi di laurea.

### 3.1 La percezione del colore

Una breve premessa: da sempre, all'interno del mondo scientifico, è aperto un dibattito sulla percezione del colore. Infatti, come scrisse Walter Gerbino — professore ordinario di psicologia all'università di Trieste, che si occupò del

capitolo sulla psicologia del colore nel manoscritto a più autori "Misurare il Colore" [SF98] (cap. 4) — il colore indica almeno due cose:

1. una proprietà fisica degli oggetti;
2. una particolare esperienza fenomenica dell'osservatore.

Tale ambiguità, che curiosamente continua ad accompagnare lo sviluppo delle nostre conoscenze sul sistema visivo, ha dato luogo a controversie molto animate. Chi si occupa di colorimetria, quindi, non può prescindere dell'esistenza di un'ambiguità tra concezione soggettiva e concezione oggettiva del colore e se vogliamo misurarlo, dobbiamo essere consapevoli di cosa misuriamo.

Così come le altre proprietà degli oggetti percepiti, il colore appare come una caratteristica esterna, intrinseca al materiale, che l'osservatore coglie in modo immediato. Tuttavia l'immediatezza è soltanto fenomenica. Conoscenze scientifiche consolidate ci dicono che la percezione del colore cela una complessa catena di mediazioni, comprendente l'assorbimento dell'energia radiante, la codifica del segnale cromatico, la rappresentazione del segnale all'interno di un modello della scena visiva.

Sempre a detta del professor Walter Gerbino, il colore è immediato (per l'osservatore) e mediato (dall'osservatore). In ciò non si differenzia da altre proprietà degli oggetti — distanza, grandezza, orientamento — che vengono vissute come indipendenti dall'occhio che le vede, mentre in realtà **dipendono dai processi che convertono lo stimolo nel percetto**. Il problema dell'immediatezza va comunque tenuto separato dal problema del cosiddetto incapsulamento informazionale, che descrive una caratteristica di tutto il funzionamento dei sistemi di input. I sistemi di input sono relativamente poco influenzati dalle conoscenze di tipo concettuale, che possono variare in osservatori diversi e all'interno dello stesso osservatore. Questa indipendenza funzionale dei sistemi periferici è spesso responsabile delle illusioni sensoriali, che riflettono il funzionamento di meccanismi non modificati dalle conoscenze. Comunque, potremmo giungere a dimostrare che i colori sono (in piccola parte) influenzati dalle conoscenze acquisite, come implica l'idea che esistano dei colori di memoria, cioè delle impressioni cromatiche legate all'esperienza specifica con determinati oggetti. **Non per questo i colori perderebbero il loro carattere di immediatezza fenomenica.**

Forse la discrepanza più saliente tra il colore-stimolo e il colore-percetto — sostiene Gerbino — è quella che riguarda la diversa complessità dei due domini, cioè il numero di dimensioni proprie del dominio-origine (le miscele di radiazioni) e del dominio in cui esse vengono mappate (i colori percepiti). Per evitare il conflitto tra questi due modelli mentali del dominio cromatico, forse è preferibile ragionare in un modo del tutto diverso, più aderente alla prospettiva funzionalista che ispira gran parte degli studi sulla percezione visiva. Concediamoci un punto di partenza un po' arbitrario; ma tanto, da qualche parte bisogna pur cominciare.

### 3.1.1 Colori e categorie

All'interno del manoscritto a cura di Claudio Oleari, lo psicologo Gerbino si sofferma anche sulle categorie e i termini base dei colori. Egli introduce il concetto partendo dalla constatazione che i colori appaiono come appaiono perché in tal modo essi costituiscono un codice adeguato per la rappresentazione delle proprietà superficiali degli oggetti. La nostra sensibilità alle differenze tra colori è straordinaria, considerato che il numero di sfumature discriminabili dall'osservatore umano viene stimato nell'ordine dei milioni. Tuttavia, a numerosità così elevata fa riscontro un lessico specifico ben più ristretto. **I nomi dei colori sono pochi, e pochissimi sono quelli veramente indispensabili.**

Proprio perché il colore appare come una proprietà costitutiva della scena visiva, grande interesse ha sempre suscitato l'idea che la tavolozza dei colori percepiti possa dipendere, in modo più o meno stretto, dalla cultura cui appartiene un dato osservatore e che essa venga plasmata dal linguaggio. L'ipotesi, legata al nome dei linguisti Edward Sapir e Benjamin L. Whorf, può assumere la forma estrema del determinismo linguistico (le differenze tra colori sono visibili soltanto se sono disponibili adeguate categorie linguistiche) o quella più attenuata del relativismo linguistico (le differenze tra colori sono modificate dalla disponibilità di categorie linguistiche).

Nonostante l'evidenza contraria [WT56], l'ipotesi che la segmentazione percettiva dello spazio cromatico dipenda dal linguaggio/cultura e non da fattori sensoriali tende curiosamente a sopravvivere. Come osserva Pinker [LI94], la sua sopravvivenza fa probabilmente appello al fascino che esercitano idee come la modificabilità dell'esperienza visiva o la possibilità che esseri umani di

culture diverse vedano il mondo in modi qualitativamente diversi. Per questo motivo, molti continuano a simpatizzare con l'ipotesi che la varietà di parole possedute dagli eschimesi per denominare i vari tipi di neve consenta una maggiore capacità di discriminazione tra i vari tipi di bianco, non distinguibili da altri esseri umani.

Un punto di vista incompatibile con il determinismo linguistico è quello sviluppato nella fondamentale monografia di Berli e Kay [BC69], che presenta l'analisi comparata dei termini di colore disponibili in più lingue, tra loro anche molto distanti. Sulla base dei dati raccolti direttamente dai parlanti di 20 lingue diverse, e dal confronto con l'evidenza linguistica relativa ad altre 78 lingue, Berlin e Kay giunsero alle seguenti conclusioni:

- le categorie fondamentali di colore sono relativamente poche (esattamente 11), e ciascuna è organizzata intorno a un colore focale, percettivamente saliente;
- in ogni linguaggio compaiono da 2 a 11 termini che indicano colori estratti da questo piccolo insieme;
- l'ordine con cui il lessico si arricchisce di nuovi termini base (dal minimo di 2 al massimo di 11) segue la sequenza illustrata nella figura 3.1.

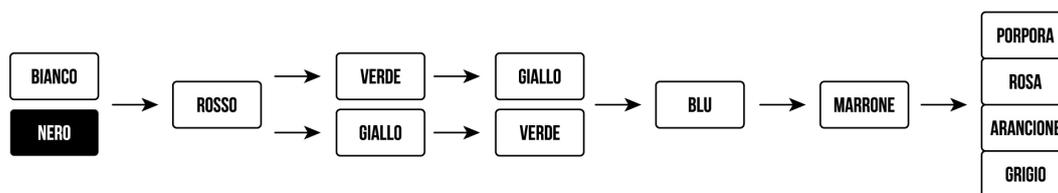


Figura 3.1: Sequenza con cui compaiono i termini base di colore nelle varie lingue

Le conclusioni di Berlin e Kay non sono condivise da tutti, anche se trovano riscontro nei risultati di molte ricerche empiriche. Detto ciò, dovrebbe risultare chiaro che il colore percepito non dipende soltanto dalla miscela di radiazioni nello stimolo locale. Alcuni aspetti del colore dipendono dall'interazione tra lo stimolo locale e le **informazioni sulla struttura dell'ambiente visivo**.

Le affermazioni e le ricerche letterarie di Gerbino indicano come il processo di percezione del colore risulti un argomento molto complesso e — soprattutto

— in gran parte soggettivo. Così come avviene nel mondo reale, assumo che anche in un ambiente digitale il colore venga perlomeno percepito in maniera diversa da una persona ad un'altra, pur mantenendo le sue proprietà ed i termini base indicati nella figura 3.1.

## 3.2 Attributi e proprietà del colore

La colorimetria, alla stato attuale, non può considerarsi capitolo concluso della scienza del colore. Al contrario, essa appartiene a un ambito di studio ancora aperto e quindi deve essere presentata “sezionata” nelle sue parti storiche e appesantita dalle norme richieste dalla pratica colorimetrica. Come sostiene Claudio Oleari [SF98] (cap. 5), il compito della colorimetria è la **specificazione del colore mediante numeri**, la quale può avvenire in modi e con significati differenti.

### 3.2.1 Modi di presentare il colore

La visione è un fenomeno complesso nel quale la sensazione di colore è solo una parte: oltre al colore ci sono le forme, i movimenti, le ombre e le luci, la tessiture delle superfici, la polarizzazione della luce e la lucidezza... e infine la mutua interazione tra questi elementi. La colorimetria si pone di studiare il colore come fenomeno “isolato” e pertanto richiede che l'osservazione avvenga in modo opportuno.

Senza addentrarci troppo nella complessa teoria dei colori esponiamo brevemente alcuni principi e definizioni fondamentali: l'occhio registra gli stimoli provocati dalle diverse radiazioni visibili come diverse sensazioni fisiologiche definite colori. Il colore dei corpi è dato dalla risultanza di tre fattori:

- Fattori di tipo fisico: l'interazione della luce con la materia;
- Fattore di tipo fisiologico: la percezione della luce da parte dell'occhio umano;
- Fattore di tipo psichico: l'interpretazione degli stimoli sensoriali di un processo ottico e di una componente psicofisica.

Oleari, nel suo elaborato, si occupa principalmente dell'interpretazione del segnale ricevuto dal cervello nella traduzione della radiazione che penetra nell'occhio. Il colore percepito è un attributo dell'esperienza visiva difficilmente definibile in modo assoluto, perché comporta anche una componente soggettiva. Inoltre, le cromie s'influenzano e interferiscono a vicenda, così che le numerose caratteristiche e gli aspetti che esse presentano hanno sempre un valore relativo.

### 3.2.2 Attributi del colore

Il colore, come scrive Francesca Casagrande [PV08], è comunque definibile da tre componenti fondamentali:

- Tonalità (cromaticità, timbro cromatico): definisce la prima indicazione sul colore, il suo aspetto più evidente per il quale si attribuisce il nome al colore, indicante la sua cromia; per es. tonalità rossa, gialla, ecc. . . ;
- Saturazione o purezza: è la caratteristica che si traduce come sensazione di “pallido” o “intenso”, fattore attraverso il quale è possibile definire la differenza di grado fra due stimoli cromatici. La saturazione è, quindi, il raggiungimento delle massime possibilità quantitative, il colore saturo, cioè pieno, al massimo delle possibilità;
- Luminosità o brillantezza: traduce i valori sensoriali descrivibili con terminologia di “chiari” o “scuri”. Consente di qualificare il colore mediante la percezione di una maggiore o minore emissione di luce da parte dell'oggetto osservato. È importante tenere presente che la luminosità di un colore può prescindere da qualunque riferimento alla tonalità.

L'analisi sul colore implica la conoscenza approfondita delle regole ottiche e percettive che regolano i rapporti tra i diversi colori, dei quali presenteremo solo i meccanismi principali che interagiscono nel solo sistema cromatico di tipo **sottrattivo**, in quanto nella pratica si ha che fare non con luci (fig. 3.2), ma con sostanze che investite da luce bianca, riflettono solo una parte delle radiazioni di cui questa è formata e di conseguenza ci appaiono colorate.

### 3.2.3 Il sistema sottrattivo

La sintesi-cromatica sottrattiva si basa sulla mescolanza dei tre pigmenti primari; rosso; giallo, blu (e precisamente nelle tonalità: magenta, giallo e ciano), i quali illuminati da una luce bianca, assorbono selettivamente parte dello spettro, riflettendo il rimanente. Conseguentemente dalla combinazione di due sostanze (pigmenti o superfici colorate) che assorbono la radiazione luminosa a differenti lunghezze d'onda, la luce risultante conterrà solo le bande che non sono assorbite da nessuna delle due. Ne consegue che una tessera di smalto appare "rossa" perché la sua superficie ha una composizione chimica tale da assorbire tutte le radiazioni luminose, tranne quelle del rosso. La tessera, come qualsiasi altro materiale, di per sé è incolore, e necessita della luce per apparire colorata.

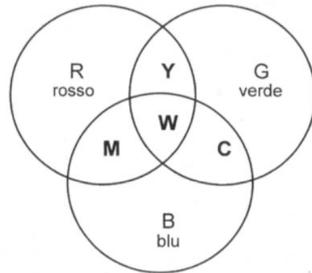
In sintesi si possono verificare i seguenti casi:

- quando la luce incide su una superficie e una parte dello spettro luminoso viene riflessa (per es. la lunghezza d'onda del rosso) e in parte assorbita (le rimanenti lunghezze d'onda dello spettro), la percezione visiva è del colore della luce riflessa (e cioè rossa);
- quando tutto lo spettro luminoso è totalmente riflesso, si ha la percezione del colore "acromatico" del bianco teorico;
- quando lo spettro luminoso è assorbito completamente si ha la percezione "acromatica" del nero teorico.

La prova che la tessera è incolore e ha bisogno della luce per apparire colorata, si ottiene quando si illumina con luce "verde" la tessera "rossa" ed essa appare "nera". Questo fenomeno avviene perché la tessera assorbe tutti i raggi della luce verde che non contengono alcuna parte di rosso che sia riflettibile. Le sostanze usate come pigmenti di cui effettivamente si dispone nella pratica, tuttavia, non hanno nei confronti della luce capacità così selettive da assorbire completamente le radiazioni corrispondenti ai colori puri o saturi. Di conseguenza, la mescolanza di tali sostanze devia sempre dalla sintesi sottrattiva teorica.

Di conseguenza, la pratica delle mescolanze di pigmenti di colori complementari anziché essere nere, appariranno per lo più grigie. L'occhio e la mente

## SINTESI ADDITIVA

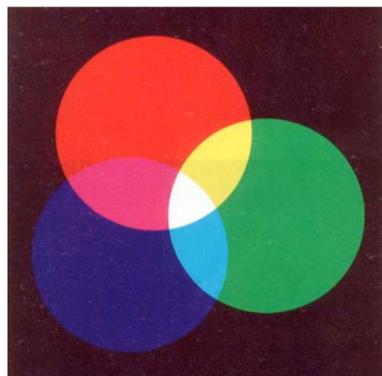


Composizione *additiva* dei colori partendo dai tre primari rosso (R), verde (green = G) e blu (B) ottenuti illuminando uno schermo bianco con tre fasci di luce monocromatici aventi lunghezza d'onda rispettivamente di 435.8 nm, 546.1 nm e 700.0 nm. Dalla loro totale sovrapposizione si ottiene il bianco (W), mentre sovrapponendo a due le luci si ottengono, alternativamente, il giallo (Y), magenta (M) e il ciano (C).

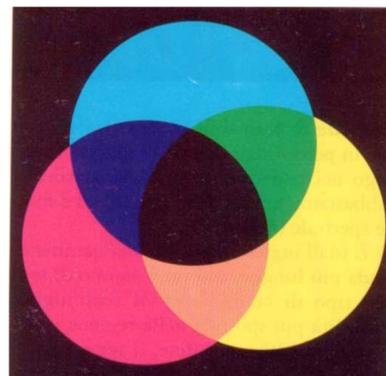
## SINTESI SOTTRATTIVA



Composizione *sottrattiva* dei colori primari giallo, magenta e ciano ottenuti ponendo i tre filtri<sup>13</sup> corrispondenti sul cammino di un fascio di luce bianca. Dalla sovrapposizione dei tre filtri si ottiene il nero (K), mentre dalla sovrapposizione a due a due filtri si ottengono, rispettivamente: il rosso (giallo e magenta), il verde (giallo e ciano) e il blu (ciano e magenta).



Luci colorate



Pigmenti e colore dei corpi

Figura 3.2: Relazione fra sintesi additiva e sintesi sottrattiva

possono giungere ad un'esatta percezione solo per confronto o per contrasto. Il valore di un colore può essere valutato solo in rapporto con i colori negativi come il nero, il bianco, il grigio, o con altri colori. Da un punto di vista psicologico bianco, nero e grigio, sono considerati colori, in quanto suscitano nel fruitore tali sensazioni; il bianco nei pigmenti è primario, perché non ottenibile con gli altri colori, mentre il nero è secondario in quanto ottenibile dal miscuglio di altri.

Ora vorrei definire cosa sono nel sistema sottrattivo i colori primari, secondari e terziari:

- I tre colori primari sono giallo, rosso (magenta) e blu (ciano): essi non sono riproducibili dalla mescolanza di altri colori, ma dalla loro addizione

è possibile ottenere tutti gli altri;

- Dai colori primari mescolati, in proporzioni uguali, a due a due si ottengono i secondari: arancio, verde, viola;
- Combinando poi un secondario con uno dei primari da cui esso è composto si ottengono i terziari, ecc.



Figura 3.3: Disco cromatico [AC92]

Otteniamo così dodici colori che, nella schematizzazione denominata “disco cromatico”, proposta da J. Itten (fig. 3.3) occupano posti fissi che si susseguono secondo l’ordine dello spettro o dell’arcobaleno. Lo spettro del visibile contiene in ordine crescente di lunghezza d’onda: violetto, indaco, azzurro, verde, giallo, arancio, rosso. Ognuno di questi colori e il suo complementare se mischiati fra loro danno origine a un grigio-nero. J. Itten afferma che “i complementari costituiscono una coppia singolarissima. Per quanto contrari, si richiamano reciprocamente: giustapposti raggiungono il massimo grado di luminosità, mescolati si annullano — come fuoco e acqua — nel grigio”. Se ne deduce che ogni colore ha un solo possibile complementare; la somma dei tre colori primari o di due complementari dà il “grigio scuro”. Riassumendo le nozioni fino adesso esposte possiamo schematizzare quanto segue:

- Giallo + Viola = Grigio
- (Giallo-Arancio) + (Blu-Viola) = Grigio

- Arancio + Blu = Grigio
- (Rosso-Arancio) + (Blu-Verde) = Grigio
- Rosso + Verde = Grigio
- (Rosso-Viola) + (Giallo-Verde) = Grigio

Se scomponiamo queste coppie di complementari è possibile constatare la presenza dei tre colori fondamentali: giallo, rosso, blu, ad esempio:

- Giallo / Viola = Giallo / (Rosso + Blu)
- Blu / Arancio = Blu / (Giallo + Rosso)
- Rosso / Verde = Rosso / (Giallo + Blu)

Nell'ambito della colorimetria gli studiosi hanno creato importanti standard condivisi a livello internazionale per quanto riguarda i sistemi dei colori. Tra i più riconosciuti e utilizzato c'è senz'altro il sistema dei colori di Munsell, che nel mondo digitale viene seguito tramite il **metodo di colori HSB: *hue, saturation and brightness***.

### 3.3 Misurazione del colore

Come abbiamo visto nella sezione 3.1, la percezione del colore è un fenomeno del tutto soggettivo, ed è molto difficile pensare di descrivere in maniera oggettiva un fenomeno soggettivo, una percezione. È però noto da sempre [C95], ed è stato ampiamente confermato da prove sperimentali eseguite su un gran numero di volontari, che la maggior parte delle persone ha una sensibilità cromatica **molto simile**.

Sergio Palazzi, autore del libro appena citato, riconosce una sostanziale costanza nella percezione del colore, ovvero l'esistenza di un tipo di stimolo cui la maggior parte degli esseri umani reagisce nello stesso modo. Questa è una prima teoria di cui bisogna tener conto nell'affrontare la misurazione del colore. Per fortuna, le cause che generano la percezione del colore sono oggettive e riconoscibili.

Nel campo della misurazione del colore, esistono vari sistemi e cataloghi utilizzati come punti di riferimento per comparare colori differenti. Il sistema più importante, introdotto nel 1905 e da allora perfezionato più volte, è il sistema Munsell, ideato dall'omonimo pittore. Esso divide i colori in base agli attributi citati nella sezione 3.2.2, ovvero tinta, saturazione e luminosità (o valore). Nel secolo scorso, oltre al catalogo Munsell, sono nati altri sistemi come — per citarne uno dei più famosi — Pantone. Negli anni a seguire, insieme all'arrivo dei più moderni elaboratori, sono state sviluppate delle funzioni matematiche che permettono di descrivere i colori tramite delle funzioni che convertono i numeri in colori e viceversa; si parla così di **matematica del colore**.

Per misurare il colore in ambiente digitale, esistono alcuni metodi di lavoro. Quello che ho utilizzato come riferimento per il mio progetto di tesi sperimentale è il metodo HSV (o HSB), che descrive i colori tramite la terna "Hue, Saturation, Value" — così come funziona il sistema dei colori Munsell.

### 3.3.1 Il sistema Munsell

Il sistema di Munsell emerge per rigore e facilità di consultazione ed è il sistema più diffuso e apprezzato.

I campioni, illuminati con luce incidente a  $45^\circ$  e disposti su fondo neutro, devono essere visti normalmente, cioè l'asse ottico dell'occhio dell'osservatore deve essere ortogonale al campione stesso. Il sistema è organizzato in coordinate cilindriche, i cui semipiani delimitati dall'asse del cilindro sono a tinta costante e con le scale della chiarezza e della croma uniformi. I nomi di queste coordinate sono **tinta di Munsell (hue)**, **croma di Munsell (chroma)** e **valore di Munsell (value)**. La distanza rispetto all'asse del cilindro rappresenta la croma e i vari piani ortogonali all'asse sono a valore costante (fig. 3.4).

Le tinte sono suddivise in **10 intervalli**, ciascuno dei quali, a sua volta, è suddiviso in 10 parti numerate da 1 a 10. Le tinte, poste al centro di ogni intervallo, si distinguono in principali, ossia Porpora, Blu, Verde, Gialla e Rossa e indicati rispettivamente con: 5P, 5B, 5G, 5Y, 5R e intermedie:

**5RP, 5PB, 5BG, 5GY, 5YR**

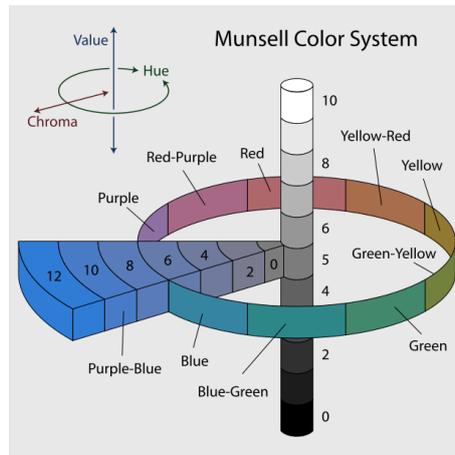


Figura 3.4: Il sistema dei colori Munsell

Ogni campione è individuato da una terna di indici così ordinati:

**tinta di Munsell / croma di Munsell / valore di Munsell**

Nel **mondo digitale**, e in particolare nel mondo del web, esistono dei modelli di colore standard. Il più utilizzato attualmente è il modello **RGB** (**red, green, blue**) che risulta convertibile nel modello HSV, molto simile al sistema di colori Munsell appena descritto.

### 3.3.2 Il metodo H.S.V.

HSV è l'acronimo di *hue*, *saturation* (chroma nel sistema Munsell) and *value* (valore o luminosità nel sistema Munsell). Durante l'analisi sperimentale utilizzerò questo metodo per definire se il colore predominante di un'immagine (descritto nella sezione 3.4.1) può essere classificato come "tinta calda" oppure come "tinta fredda".

Il metodo HSV indica sia un metodo additivo di composizione dei colori, sia un modo per rappresentarli in un sistema digitale. Viene anche chiamato HSB (*hue, saturation and brightness*) o HSI (*hue, saturation and intensity*). Esso è una variante del modello HSL: *hue, saturation and lightness*.

Dei tre parametri, la tonalità si indica in gradi: essa infatti varia dal rosso primario a  $0^\circ$ , passando per il verde primario a  $120^\circ$  e il blu primario  $240^\circ$  — tornando quindi al rosso a  $360^\circ$ . I rimanenti due parametri — saturazione e valore di luminosità — sono espressi semplicemente con un valore compreso tra

0 e 1, dove 0 significa privo di saturazione o di luminanza, mentre 1 significa massima saturazione e massima luminanza.

Questo metodo è molto utilizzato nel mondo degli sviluppatori web, in quanto risulta immediata la conversione dei colori nello spazio RGB o in codice esadecimale e viceversa. Nell'applicazione web che ho sviluppato per calcolare i colori predominanti delle immagini, spiegata nel dettaglio alla sezione 3.4.1, utilizzo tutti questi valori: HSV, RGB e HEX (codice esadecimale).

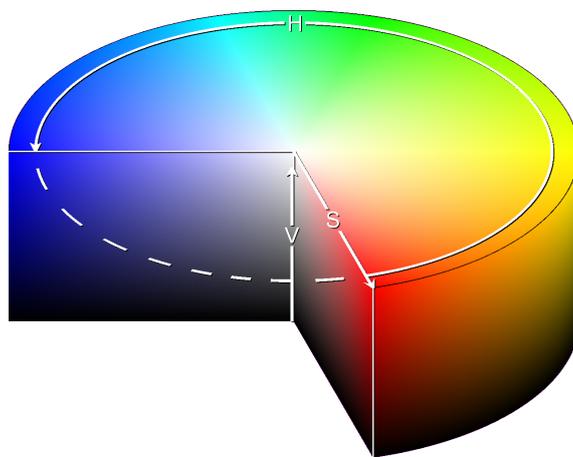


Figura 3.5: Descrizione grafica dello spazio colore HSV

### 3.4 Il colore predominante di un'immagine

Il colore predominante di un'immagine — chiamato anche colore dominante, principale o prevalente — è il risultato di una complessa operazione di calcolo la quale svolge una media "pixel dopo pixel" di tutti i colori presenti su un'immagine. Il colore predominante risulta quindi essere il colore maggiormente presente all'interno di una fotografia.

Ci sono vari modi di calcolarlo. Nel mio esperimento, ho deciso di utilizzare il metodo chiamato "Get Vibrant Color" in quanto esso tralascia i grigi e i colori poco saturi nel calcolo del colore predominante. Ciò significa, nel caso dell'analisi sperimentale svolta, il colore predominante sarà sempre una tinta vivida, satura e luminosa. Come dice Sergio Palazzi [C95], gli attributi del colore sono 3: luminosità, saturazione e tinta. È interessante notare che il più delle volte il nostro giudizio si limita a quest'ultimo criterio.

Per questo motivo ho deciso di concentrarmi soltanto sulla tinta, cercando di rendere costanti quelle che sarebbero delle variabili molto influenti, ovvero la saturazione e la luminosità.

**Classificazione dei colori in tinte calde e fredde.** Secondo il sistema Munsell, ho diviso i colori in tinte "fredde" se comprese tra  $60^\circ$  e  $240^\circ$  e in tinte "calde" altrimenti.

In figura 3.6 è possibile osservare il cerchio di Munsell (semplificato) e diviso a metà.

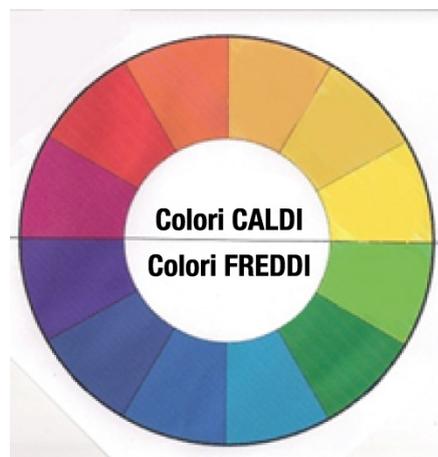


Figura 3.6: Colori caldi e colori freddi

### 3.4.1 "My Prominent Colors": il mio applicativo web per il calcolo della tinta predominante

Quando mi sono avvicinato al problema del calcolo del colore predominante di un'immagine, ho scoperto che online erano presenti diversi *tool* in grado di risolverlo. Ognuno di essi, tuttavia, restituiva un colore differente, in base all'algoritmo utilizzato.

Per questo motivo ho deciso di implementare una piccola applicazione web in grado di svolgere lo stesso compito, con il vantaggio di essere realizzata, e quindi controllata, da me.

Nella figura 3.7, uno screenshot dell'applicazione web "My Prominent Colors".

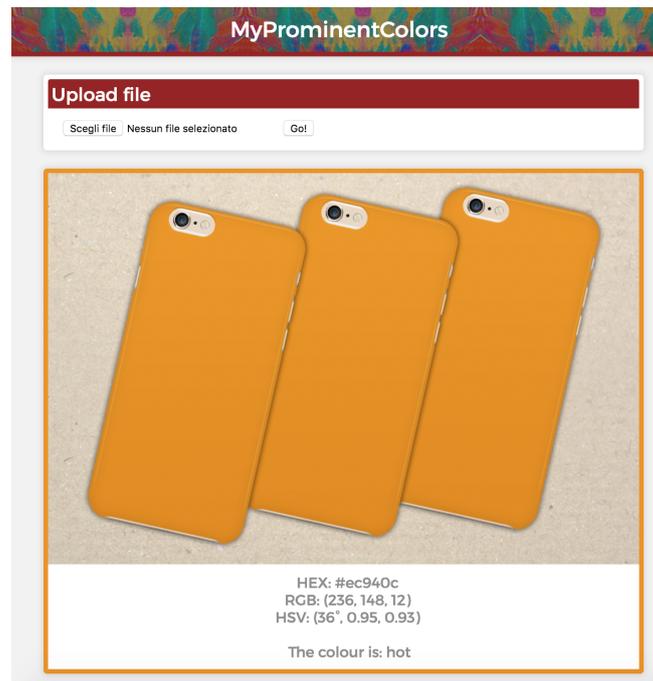


Figura 3.7: Screenshot dell'applicazione

### Specifiche tecniche e funzionalità

Essendo un applicativo web, il linguaggio di programmazione utilizzato è **Javascript**. La logica del *software* è molto semplice:

- Viene effettuato un controllo all'interno della cartella "ads", la quale viene utilizzata come input della lista di immagini di cui calcolare il colore dominante;
- Tramite la libreria "Vibrant.js" [VJ], viene estratto il colore predominante. Essa utilizza un algoritmo che esclude i colori a bassa saturazione e luminosità, focalizzandosi completamente sulla tinta dell'immagine.

Le funzionalità dell'applicazione web sono due:

1. **Input.** Tramite un form che permette l'upload di immagini in formato .jpg e .png, l'utente ha la possibilità di caricare istantaneamente qualsiasi immagine di cui egli voglia conoscere il colore principale;
2. **Output.** L'applicativo, per ogni immagine trovata nella cartella di riferimento, stampa a schermo il colore predominante appena calcolato in 3 versioni diverse:

- *RGB: red, green and blue*. Il metodo più classico utilizzato dalla maggior parte dei programmatori web;
- *HEX: esadecimale*. Anche questo è un metodo per indicare i colori molto utilizzato nel mondo della programmazione web;
- *HSV: hue, saturation and value*. Il metodo che corrisponde al sistema dei colori Munsell, citato nelle sezioni precedenti di questo capitolo;
- *Hot/Cold: colore caldo o freddo*. Ai fini dell'esperimento che ho svolto, la classificazione in colori caldi e freddi risultava importantissima.

Grazie a questo applicativo è stato molto semplice ricavare i colori predominanti delle immagini che ho utilizzato negli annunci pubblicitari dell'analisi sperimentale e classificarli in tinte "calde" o "fredde". Di seguito, i colori ricavati dalle fotografie utilizzate durante gli esperimenti:

- **Annuncio 1**, articoli di cancelleria:

- *Versione calda:*

- \* RGB: (177, 64, 15);
- \* HSV: (18°, 0.92, 0.69);
- \* HEX: #b1400f.

- *Versione fredda:*

- \* RGB: (41, 164, 214);
- \* HSV: (197°, 0.81, 0.84);
- \* HEX: #29a4d6.

- **Annuncio 2**, smalti:

- *Versione calda:*

- \* RGB: (167, 135, 56);
- \* HSV: (43°, 0.66, 0.65);
- \* HEX: #a78738.

- *Versione fredda:*

- \* RGB: (137, 181, 219);
- \* HSV: (208°, 0.37, 0.86);
- \* HEX: #89b5db.

- **Annuncio 3**, cartelli stradali:

- *Versione calda:*

- \* RGB: (235, 4, 4);
    - \* HSV: (0°, 0.98, 0.92);
    - \* HEX: #eb0404.

- *Versione fredda:*

- \* RGB: (6, 64, 227);
    - \* HSV: (224°, 0.97, 0.89);
    - \* HEX: #0640e3.

- **Annuncio 4**, cover per smartphone:

- *Versione calda:*

- \* RGB: (236, 148, 12);
    - \* HSV: (36°, 0.95, 0.93);
    - \* HEX: #ec940c.

- *Versione fredda:*

- \* RGB: (12, 236, 85);
    - \* HSV: (140°, 0.95, 0.93);
    - \* HEX: #0cec55.

- **Annuncio 5**, quadri in un ufficio:

- *Versione calda:*

- \* RGB: (246, 233, 80);
    - \* HSV: (55°, 0.67, 0.96);
    - \* HEX: #f6e950.

- *Versione fredda:*

- \* RGB: (58, 226, 137);

- \* HSV: (148°, 0.74, 0.89);
- \* HEX: #3ae289.

- **Annuncio 6**, cibo:

- *Versione calda:*

- \* RGB: (156, 6, 18);
    - \* HSV: (355°, 0.96, 0.61);
    - \* HEX: #9c0612.

- *Versione fredda:*

- \* RGB: (112, 167, 54);
    - \* HSV: (89°, 0.68, 0.65);
    - \* HEX: #70a736.

- **Annuncio 7**, fiori:

- *Versione calda:*

- \* RGB: (184, 156, 61);
    - \* HSV: (46°, 0.67, 0.72);
    - \* HEX: #b89c3d.

- *Versione fredda:*

- \* RGB: (129, 147, 197);
    - \* HSV: (224°, 0.35, 0.77);
    - \* HEX: #8193c5.

- **Annuncio 8**, articoli di merceria:

- *Versione calda:*

- \* RGB: (252, 246, 4);
    - \* HSV: (59°, 0.98, 0.99);
    - \* HEX: #fcf604.

- *Versione fredda:*

- \* RGB: (107, 81, 246);
    - \* HSV: (249°, 0.67, 0.96);

\* HEX: #6b51f6.

• **Annuncio 9**, scarpe da ginnastica:

– *Versione calda:*

\* RGB: (153, 72, 78);

\* HSV: (356°, 0.53, 0.6);

\* HEX: #99484e.

– *Versione fredda:*

\* RGB: (145, 168, 205);

\* HSV: (217°, 0.29, 0.8);

\* HEX: #91a8cd.

Nel capitolo successivo descriverò nel dettaglio l'analisi sperimentale che ho svolto e discuterò i risultati ottenuti alla fine dei due esperimenti effettuati.



# Capitolo 4

## Analisi sperimentale

L'analisi sperimentale che ho svolto si pone l'obiettivo di verificare la seguente ipotesi: *se il colore predominante di un'immagine - nell'ambito del social media advertising - è "caldo" piuttosto che "freddo", allora l'annuncio ha un impatto più incisivo sull'utente.*

L'idea base in entrambi gli esperimenti effettuati era quella di dimostrare che il **colore predominante** dell'annuncio avesse un impatto visivo sull'utente. Il parametro della **posizione** è entrato in gioco durante le fasi sperimentali.

Il primo esperimento, infatti, è stato svolto in base al principio di **comparazione** di due annunci — cosa che secondo la disposizione verticale dei contenuti nei social networks risulta impossibile — allo scopo di focalizzare l'attenzione dell'utente su due colori diversi. Il secondo esperimento, invece, ricrea l'ambiente digitale di Facebook sia sotto il punto di vista del layout, sia dal punto di vista puramente grafico ed estetico.

Prima di addentrarmi nel dettaglio di ogni esperimento, vorrei esplicitare tutti i fattori che sono rimasti identici tra un test e l'altro. Principalmente, gli annunci mostrati agli utenti: essi sono rimasti sempre gli stessi per poter comparare i risultati nelle conclusioni in modo coerente. Nel contesto del social network advertising, chi pubblica un annuncio ha un'identità, al contrario dei classici banner sui siti web tradizionali. Ai fini della prova, ho scelto un'entità e un nome di fantasia dell'inserzionista che, in questo caso, risulta essere la pagina di un centro commerciale completamente inventato. Nelle figure 4.1 e 4.2 si possono osservare gli annunci utilizzati e, nella parte in alto di ciascuno,

l'identità dell'inserzionista così come viene percepita dagli utenti.

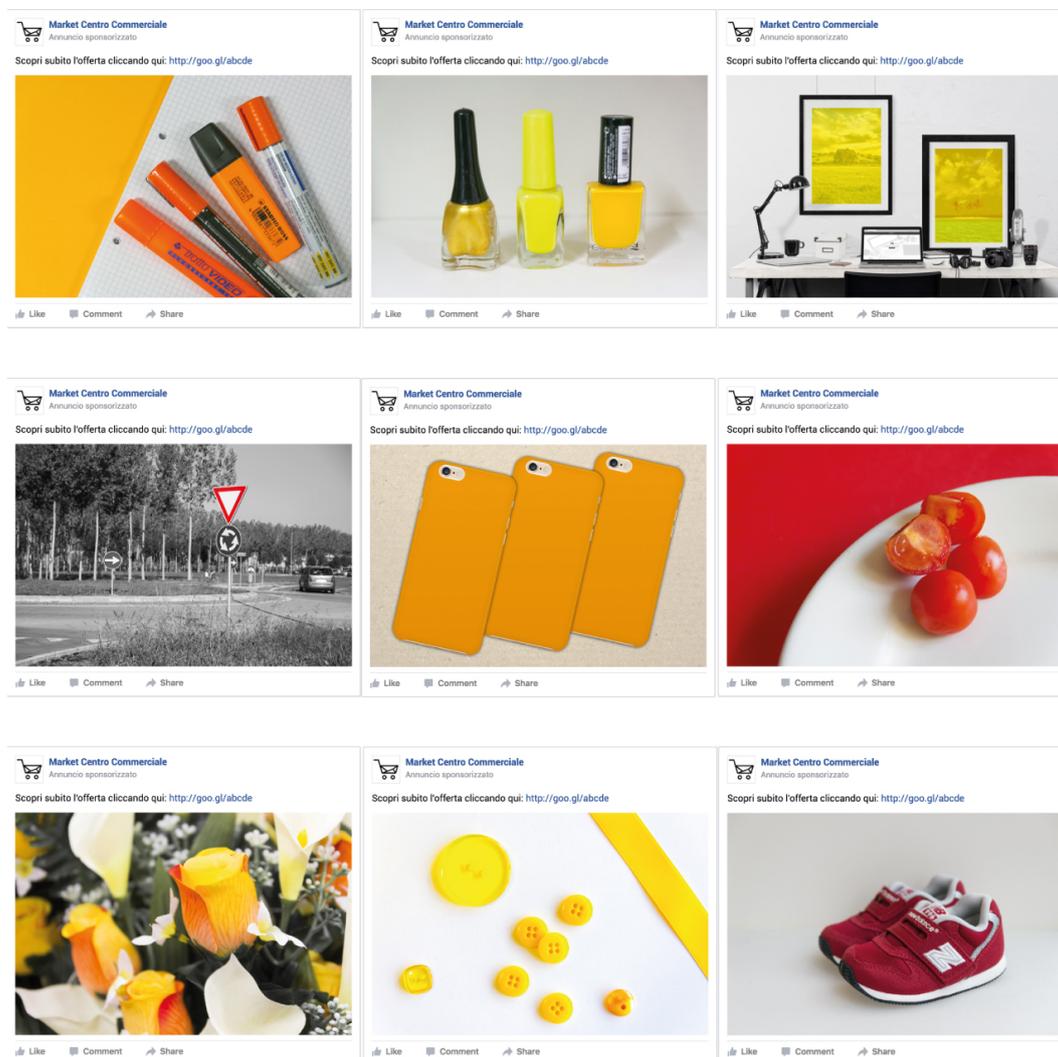


Figura 4.1: Annunci "caldi" utilizzati durante l'analisi sperimentale

## 4.1 Esperimento 1

La prima domanda che mi sono posto mentre pensavo a come verificare l'ipotesi iniziale è stata la seguente: *come faccio a capire se una maggioranza significativa delle persone risulta più attratta dai colori caldi o da quelli freddi, in un ambiente dove tutto viene scorso verticalmente?*

Ecco perché ho deciso di svolgere un primo esperimento "in orizzontale", per poter comparare due annunci contemporaneamente. Infatti, come sostiene

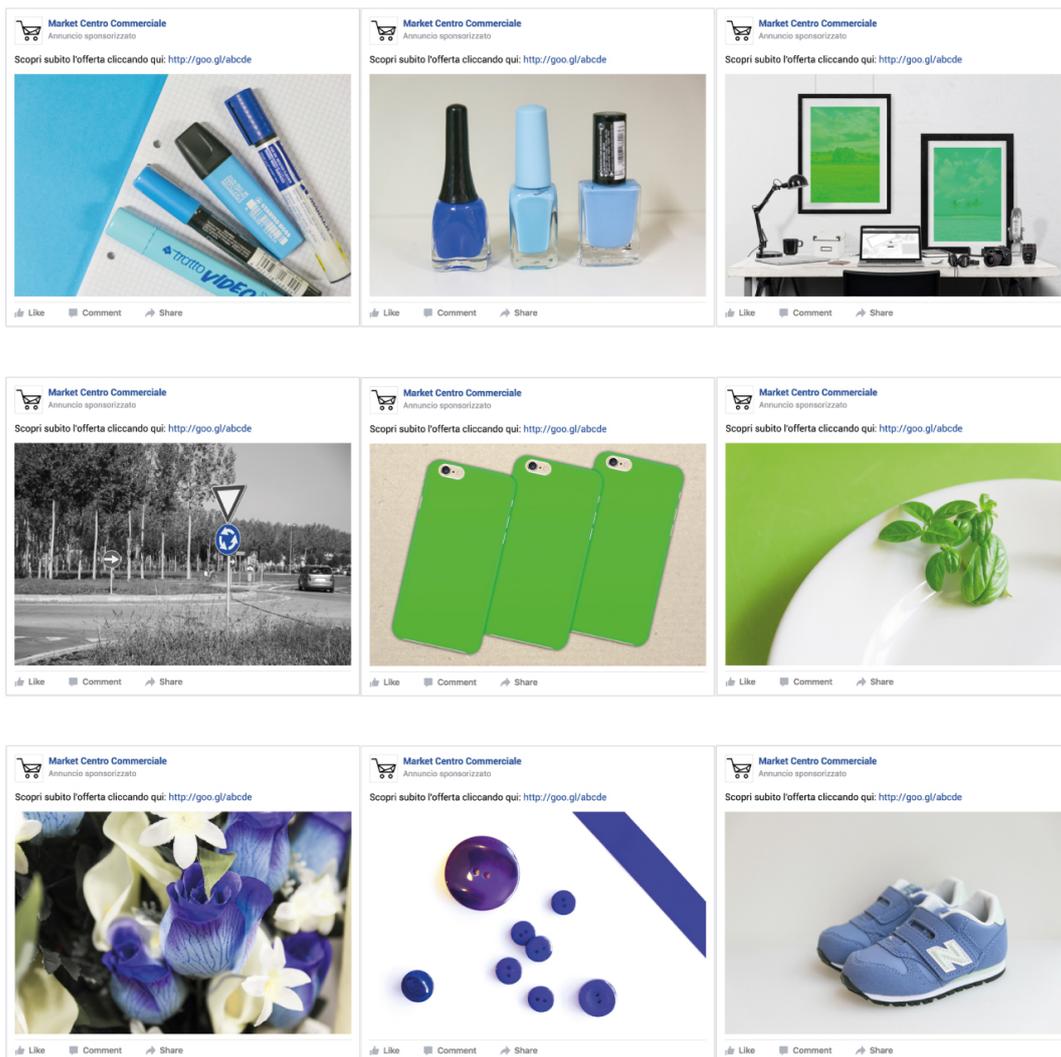


Figura 4.2: Annunci "freddi" utilizzati durante l'analisi sperimentale

Sergio Palazzi [C95], *"Va ricordato un fenomeno fisiologico molto importante: il cervello compie automaticamente una serie di operazioni (chiamate compensazione del colore) grazie alle quali un colore di un oggetto non viene giudicato solo di per sé stesso, ma anche:*

- *relativamente al colore di ciò che lo circonda;*
- *relativamente al colore che, in base alla nostra esperienza, ci aspettiamo che esso abbia.*

Tabella 4.1: Segmenti del campione dell'esperimento

	Maschi	Femmine
Nativi digitali (a.n. >1990)	<b>MD</b>	<b>FD</b>
Non nativi (a.n. ≤ 1990)	<b>MA</b>	<b>FA</b>

*Una rosa appoggiata su un foglio di carta ci appare rossa, il suo stelo verde e il foglio bianco: e questo avviene sia sotto la luce “bianca” di mezzogiorno, che sotto quella rossa del tramonto o quella azzurrognola di una giornata nebbiosa. Ma non distinguiamo tra un foglio “bianco” ed uno leggermente ingiallito se non **mettendoli a confronto l'uno con l'altro**, o giudicandoli relativamente agli altri oggetti che li circondano.”*

Proprio per la necessità di **comparare i colori**, ho deciso di svolgere l'esperimento n. 1. La seconda domanda che mi sono posto è stata: *come faccio a sapere dove l'utente guarda e a valutare l'impatto che il colore ha avuto sull'utente?*

Anzitutto è bene specificare che, oltre al colore, in questa fase è molto rilevante la **posizione** degli annunci. Infatti, durante l'analisi dei risultati (sez. ??), emerge l'incisività di questa seconda variabile.

Ad ogni modo, ho deciso di ricorrere all'**eye tracker** — uno strumento per effettuare analisi di oculometria (vedi cap. 2) — per osservare i movimenti oculari dei partecipanti. Tramite questo apparecchio mi è stato possibile osservare sia la frequenza, sia la durata delle fissazioni.

### 4.1.1 Caratteristiche del campione

Il campione è stato suddiviso in 4 segmenti, come si vede nella tabella 4.1.

La suddivisione dei partecipanti per età è stata una scelta dovuta a due fattori principali:

- È la prima volta che l'umanità vive nel mondo digitale. Non era mai successo prima e, essendo noi "in mezzo" tra l'era analogica e quella digitale, mi è sembrato corretto cercare di verificare se ci sono differenze significative tra chi è nato in un'epoca piuttosto che nell'altra.

- Inoltre, per quanto riguarda i colori, è interessante citare di nuovo Sergio Palazzi quando sostiene che le persone anziane tendono ad essere meno sensibili ai colori blu-viola a causa del progressivo ingiallimento dell'occhio [C95]. Risulta quindi interessante verificare anche questo.

All'esperimento hanno partecipato esattamente 58 persone, di cui 5 erano dei *pre-tester* e 4 sono stati scartati successivamente. In totale rimangono 49 soggetti che hanno svolto regolarmente la prova.

Ognuna di queste persone rispecchiava le seguenti **caratteristiche attese**:

- Essere registrati al social network Facebook, e utilizzarlo regolarmente;
- Avere più di 13 anni;
- Non indossare occhiali o lenti a contatto;
- Non essere daltonici o avere altri problemi con il riconoscimento dei colori.

Ogni segmento del campione conta lo stesso numero di soggetti (salvo 1, per via del numero totale dispari di partecipanti) i quali hanno quindi composto un gruppo simmetrico in base ai parametri suddetti.

#### 4.1.2 Ambiente sperimentale

La scelta dell'ambiente sperimentale si divide in due parti: la parte **reale/analogica** e la parte **virtuale/digitale**.

**Ambiente reale.** Tutti i *test* sono stati svolti nella stessa stanza. L'ambiente risultava silenzioso, e al suo interno erano presenti soltanto due tavoli e una finestra. Tali caratteristiche mi permettono di dire che non ci sono state, durante l'analisi sperimentale, delle variabili ambientali che abbiano distratto in qualche modo i partecipanti.

Una particolare necessità di questo ambiente era quella della luminosità. Tutti gli esperimenti sono stati svolti in orari diurni e con la luce accesa, per garantire la massima qualità dei dati prodotti dall'*eye tracker*. Infatti, osservando i risultati, tutte le misurazioni di accuratezza e precisione sono rimaste sotto la soglia prevista dalla documentazione ufficiale del macchinario [ED].

**Ambiente virtuale (layout).** Il *layout* utilizzato era privo di qualsiasi componente grafico se non gli annunci stessi, per evitare qualsiasi tipo di distrazione per il partecipante. In particolare, oltre ai due annunci disposti in modo affiancato, era presente un piccolo cerchio nero al centro dello schermo. Lo scopo di tale cerchio era quello di riportare l'attenzione dell'utente esattamente al centro tra una schermata di comparazione e l'altra. In questo modo ho potuto osservare con maggior precisione la sequenza di fissazione degli annunci.

In figura 4.3, lo schema dell'impaginazione utilizzata.

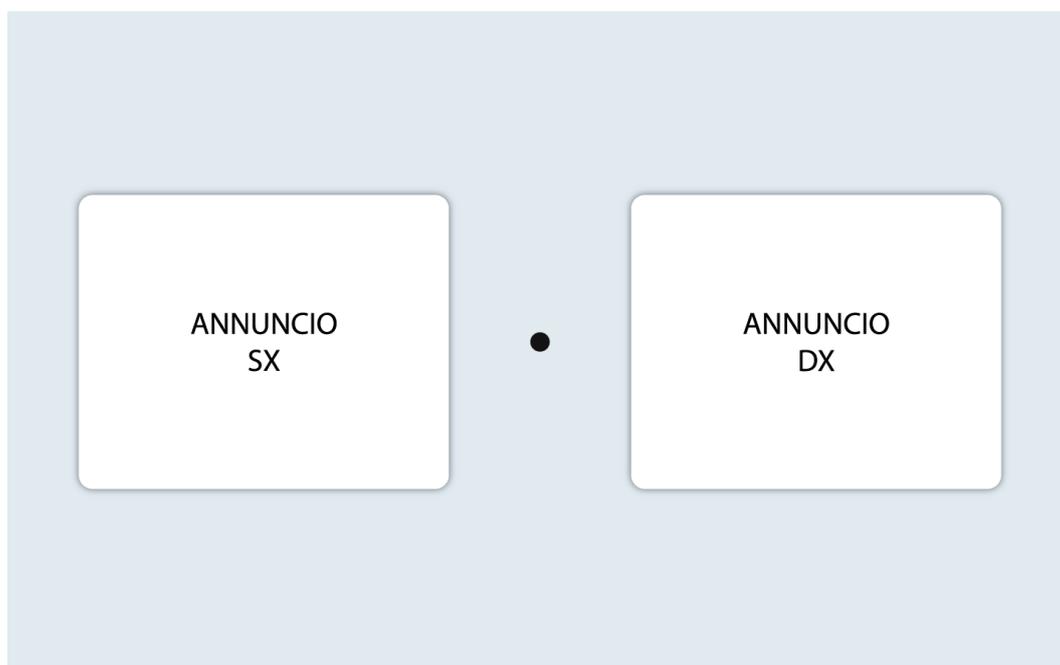


Figura 4.3: Rappresentazione del layout utilizzato nell'esperimento 1

Nella sezione successiva, relativa al processo sperimentale, è spiegato nel dettaglio l'ordine e la permutazione degli annunci mostrati in questo *layout*.

### 4.1.3 Processo sperimentale

Descriverò il processo sperimentale dividendo il discorso in tre punti differenti. Il primo riguarda la **somministrazione**, ossia il modo in cui verrà effettuato l'esperimento, ovvero una descrizione dettagliata del processo sperimentale; il **compito assegnato e modalità di assegnamento** sono invece

le descrizioni di come i compiti sono stati assegnati al partecipante. Infine, presenterò l'analisi dei **risultati** ottenuti.

### Compito assegnato e modalità di assegnamento

Ogni soggetto ha dovuto svolgere due semplicissimi compiti, nel seguente ordine:

- **Calibrazione.** Durante questa fase il soggetto ha dovuto seguire le indicazioni del *software* — ovvero osservare un cerchio in movimento — per effettuare la calibrazione del dispositivo di *eye tracking*. In alcuni casi, questo procedimento è stato effettuato più di una volta fino all'ottenimento della calibrazione perfetta.
- **Svolgimento.** La seconda fase, inizia con la schermata di istruzioni, visualizzabile in figura 4.4. Viene richiesto al partecipante di **guardare liberamente lo schermo**, cominciando dal cerchio nero al centro che funzionerà da ancoraggio.



Figura 4.4: Istruzioni fornite ai partecipanti nell'esperimento 1

### Somministrazione

Considerando che ogni schermata mostrata all'utente metteva in comparazione due annunci — ovvero lo stesso nelle sue versioni a colori "caldi" e a colori "freddi" — sono state mostrate sequenzialmente 9 schermate. Tra una schermata e l'altra, appariva una schermata vuota contenente solo il cerchio nero al centro.

Per evitare che dopo un certo numero di annunci l'utente si accorga dell'esistenza di un pattern (per esempio: l'annuncio caldo sempre a destra), l'ordine di comparazione è stato **permutato simmetricamente**, così come l'ordine di apparizione delle 9 schermate.

**Ordine di comparsa degli annunci.** L'ordine di comparsa è stato **casuale** e **controllato**. Ciò significa che è stato deciso a priori un ordine casuale degli annunci che è stato poi permutato sul campione in modo simmetrico; il 50% delle persone ha visto la prima versione, mentre l'altra metà ha visto la seconda versione, esattamente opposta alla prima. Indico con la lettera "C" la schermata che pone sulla sinistra l'annuncio "caldo" e con la lettera "F" la schermata che pone sulla sinistra l'annuncio "freddo". In questo modo l'ordine casuale controllato è stato il seguente:

1. C;
2. F;
3. F;
4. C;
5. F;
6. C;
7. C;
8. C;
9. F;

**Permutazioni degli accoppiamenti di tinte.** Considerando 6 tinte diverse - 3 "calde" e 3 "fredde" - erano presenti  $3 \times 3 = 9$  permutazioni possibili di

coppie di annunci. Tutte le schermate che pongono sulla sinistra un annuncio con colore predominante giallo, arancio o rosso corrispondono alla lettera “C” nella descrizione dell’ordine di comparsa, mentre quelle che dispongono sulla sinistra un annuncio con colore predominante verde, blu o viola corrispondono alla lettera “F” nell’ordine. In figura 4.5 una rappresentazione della permutazione degli annunci.



Figura 4.5: Permutazione delle tinte predominanti durante l’esperimento 1

**Durata delle dimostrazioni.** È risultato necessario scegliere due valori per due tipi di durata delle dimostrazioni. Il primo valore indica la *durata della pausa*, mentre il secondo valore indica la *durata di dimostrazione della schermata di annunci*.

- *Durata della schermata di pausa:* 1 secondo;
- *Durata della schermata di annunci:* 3 secondi;

#### 4.1.4 Risultati

I dati risultanti dall’esperimento effettuato a fine ottobre 2016 riguardano, in tutto, 58 soggetti scelti in modo omogeneo (a livello di età) e suddiviso per i quattro segmenti definiti nelle caratteristiche del campione. Di questi 58 soggetti, 5 erano dei *pretester* mentre 4 sono stati scartati successivamente. Rimangono in totale **49 tester** che hanno eseguito correttamente l’esperimento.

**Aree di interesse.** Le schermate mostrate agli utenti sono state suddivise nelle medesime aree di interesse: area 1, area 2 e area 3 riguardano la parte alta dello schermo (priva di contenuto); area 4, area 5, area 6 e area 7 riguardano la parte centrale, nella quale l'area 4 corrisponde all'annuncio sulla sinistra, l'area 7 corrisponde all'annuncio sulla destra e le aree 5 e 6 corrispondono alla parte centrale (nello specifico, area 6 è un sottoinsieme di area 5 e indica soltanto la zona "bounce", il pallino nero mostrato al centro delle schermate); area 8, area 9 e area 10 riguardano la parte inferiore dello schermo (anch'essa priva di contenuto). In figura ?? una schermata suddivisa nelle aree suddette.



Figura 4.6: Schermata dell'esperimento 1 suddivisa nelle aree di interesse

**Analisi delle aree di interesse.** Analizzando statisticamente la durata delle fissazioni (espressa in ms) suddivisa nelle dieci aree di interesse, emergono i seguenti dati (rappresentati nel grafico 4.7):

Le aree 1, 2, 3, 8, 9, 10 risultano nettamente inferiori - quasi nulle - rispetto alle aree 4, 5, 6, 7. In termini percentuali:

- Area 1: **0,33%**;
- Area 2: **0,12%**;

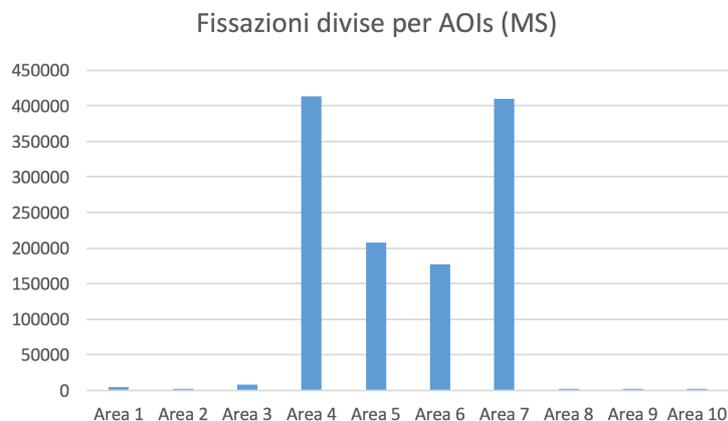


Figura 4.7: Istogramma delle durate di fissazione delle AOIs nell'esperimento 1

- Area 3: **0,62%**;
- Area 4: **33,70%**;
- Area 5: **16,92%**;
- Area 6: **14,42%**;
- Area 7: **33,40%**;
- Area 8: **0,21%**;
- Area 9: **0,14%**;
- Area 10: **0,15%**;

In totale, le aree 4, 5, 6 e 7 sono state fissate dai soggetti per più del 90% del tempo. Focalizzando invece l'attenzione sulla differenza tra le aree 5 e 6 (una sottoinsieme dell'altra), emerge che soltanto il 2,50% in più ha osservato solo e soltanto l'area 5, piuttosto che l'area 6.

*A seguito delle suddette osservazioni, ho deciso di continuare l'analisi sperimentale tralasciando le aree 1, 2, 3, 8, 9, 10 e di collassare le aree 5 e 6 in un'unica area "56".*

**Valutazione dei risultati: il processo analitico.** L'obiettivo primario della valutazione consiste nel comprendere se i colori (caldi o freddi) hanno

avuto un impatto sulla percezione visiva degli utenti, confermando oppure no l'ipotesi iniziale. Nel disegno dell'esperimento risulta chiara la mia intenzione nel cercare di emarginare tutte le altre variabili in gioco, inserendo delle costanti e permutando gli ordinamenti.

Durante questa analisi è invece emersa una variabile "nuova" — quella della **posizione degli annunci** (destra e sinistra) — che ha avuto un impatto tutt'altro che banale sui risultati dell'esperimento. Il mio obiettivo è quindi comprendere come il colore abbia influito sulla percezione visiva degli utenti nonostante la posizione degli annunci sullo schermo, sintomo di un bias cognitivo di tipo culturale: leggere da sinistra verso destra.

Anche Elena Reutskaja e colleghi hanno svolto uno studio di *eye tracking* [SD11] analizzando le fissazioni delle persone su di una griglia 2x2, dimostrando chiaramente che la maggioranza dei partecipanti si sofferma sulla cella in alto a sinistra. Come disse Benartzi, *in the digital world, screen location is a hugely important variable* [SS15].

Tutto ciò viene riconfermato analizzando le sequenze di fissazione dei partecipanti al mio esperimento.

**Analisi delle sequenze di fissazione.** Per quantificare l'impatto della posizione degli annunci sui risultati finali è necessario osservare la sequenza delle fissazioni di ciascun utente per ogni schermata mostratagli. Per sequenza si intende una tripla di valori numerici indicanti l'ordine con il quale l'utente ha osservato le 3 aree dello schermo.

I dati grezzi delle fissazioni sono stati suddivisi secondo due variabili che identificano univocamente ciascun *record* della tabella avente la seguente struttura:

- *Partecipante*: identificativo del tester e dati sull'età e sul sesso;
- *Schermata*: identificativo della schermata mostrata;
- *Accuratezza*: indice di precisione della rilevazione effettuata dallo strumento di eye tracking;
- *Posizione prima fissazione*: valore indicante se l'utente ha osservato prima l'annuncio sulla sinistra o sulla destra;

- *Colore prima fissazione*: valore indicante se l'utente ha osservato prima l'annuncio a colore predominante caldo o freddo;
- *Sequenza fissazioni*: tripla indicante l'ordine con cui l'utente ha osservato le 3 aree rilevanti dello schermo;
- *Colore Area 4*;
- *Colore Area 7*;
- *Sommatoria durata fissazioni area "4"*;
- *Sommatoria durata fissazioni area "56"*;
- *Sommatoria durata fissazioni area "7"*;
- *Sommatoria frequenza fissazioni area "4"*;
- *Sommatoria frequenza fissazioni area "56"*;
- *Sommatoria frequenza fissazioni area "7"*.

Raggruppando i dati della suddetta tabella secondo il valore della sequenza, è possibile estrapolare informazioni riguardanti l'**andamento generale delle fissazioni**. Il riepilogo in tabella 4.2 è stato ordinato per "numero di volte" in cui la sequenza si è ripetuta.

Emerge chiaramente che la sequenza rappresentata dalla tripla "[56, 4, 7]" — ovvero: **l'utente ha osservato prima al centro, poi a sinistra, poi a destra** — si è ripetuta più volte rispetto alle altre confermando l'impatto del *bias* culturale della lettura da sinistra verso destra. In particolare, osservando i primi 6 righe si nota come essi siano suddivisi in coppie di sequenza, le quali dimostrano lo stesso andamento.

**Test chi quadrato.** Al fine di verificare l'ipotesi, ho effettuato un test chi quadrato per confrontare i valori osservati con quelli attesi relazionando i valori assunti dalla variabile "First Fix Position" [ LEFT / RIGHT] con quelli della variabile "First Fix Color" [ COLD / HOT]. Nel tabulato 4.3, la tabella di contingenza con valori assoluti e percentuali.

Il test chi quadrato — effettuato con "R" — risulta negativo, ovvero la significatività del valore chi quadrato risulta minore di zero, dimostrando un

Tabella 4.2: Sequenze di fissazione emerse durante l'esperimento 1

SequenceType	TimesHot	TimesCold	TimesLeft	TimesRight	Times
[56, 4, 7]	116	102	218	0	218
[56, 7, 4]	35	29	0	64	64
[56, 4]	21	28	49	0	49
[56, 7]	17	27	0	44	44
[4, 7]	11	17	28	0	28
[7, 4]	3	7	0	10	10
[4, 7, 56]	4	5	9	0	9
[56]	0	5	0	5	5
[7]	3	1	0	4	4
[4, 56, 7]	1	2	3	0	3
[4]	0	2	2	0	2
[7, 56, 4]	1	1	0	2	2
[7, 56]	1	0	0	1	1
[4, 56]	0	1	1	0	1
[7, 4, 56]	1	0	0	1	1

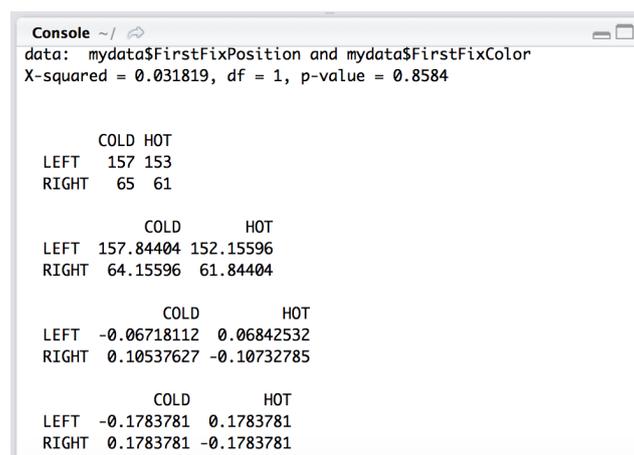
Tabella 4.3: Tabella di contingenza sulle sequenze di fissazione nell'esperimento 1

	COLD (valori assoluti)	COLD (percentuali)	HOT (valori assoluti)	HOT (percentuali)	Totali
LEFT	<b>157</b>	<b>70,72%</b>	<b>153</b>	<b>71,50%</b>	310
RIGHT	<b>65</b>	<b>29,28%</b>	<b>61</b>	<b>28,50%</b>	126
	222	100%	214	100%	436

Tabella 4.4: Test del chi quadrato applicato nei 4 segmenti del campione, esperimento 1

Campione	X-squared	d.f.	p-value
*	0,031819	1	0,8584
FD	0,01138	1	0,915
MD	0,00042912	1	0,9835
FA	0,0091144	1	0,9239
MA	0,033357	1	0,8551

non sbilanciamento dei valori in relazione al colore caldo o freddo. In altre parole, la posizione ha completamente (o quasi) prevalso sul colore a livello di impatto sull'utente. È possibile vedere il risultato del test sull'ambiente "R Studio" in figura 4.8.



```

Console ~/
data: mydata$FirstFixPosition and mydata$FirstFixColor
X-squared = 0.031819, df = 1, p-value = 0.8584

      COLD HOT
LEFT  157 153
RIGHT   65  61

      COLD      HOT
LEFT 157.84404 152.15596
RIGHT  64.15596  61.84404

      COLD      HOT
LEFT -0.06718112  0.06842532
RIGHT  0.10537627 -0.10732785

      COLD      HOT
LEFT -0.1783781  0.1783781
RIGHT  0.1783781 -0.1783781

```

Figura 4.8: Risultato del test chi quadrato su R Studio nell'esperimento 1

Il risultato del test mostra il valore 0,031819 come chi quadrato e 0,8584 come "p-value". Nella tabella 4.4, i risultati dei test applicati ai 4 campioni.

*Concludendo l'analisi, affermo che la tinta predominante calda piuttosto che fredda non ha avuto alcun impatto significativo sulla sequenza di fissazione degli annunci da parte degli utenti. Tuttavia, la tinta potrebbe aver inciso sulla durata di fissazione.*

**Analisi delle durate.** Considerando che ogni schermata è stata mostrata agli utenti per 3 secondi esatti, occorre comprendere se in quei 3000 ms la tinta predominante degli annunci ha avuto un impatto sulla durata.

Tabella 4.5: Percentuali delle durate di fissazioni nell'esperimento 1

Campione	HOT	COLD
*	47,58%	52,41%
FD	46,69%	53,31%
MD	47,41%	52,59%
FA	47,21%	52,79%
MA	49,42%	50,58%

Un primo dato da cui partire è il totale dei milli secondi osservati per gli annunci “caldi” e per quelli “freddi”: rispettivamente 391580 e 431384, ovvero — in percentuale — 47,58% e 52,42% come si vede nel tabulato diviso per campione 4.5.

La differenza più rilevante è di 6,62 punti percentuali, che è comunque molto bassa. Prima di affermare che — anche analizzando le durate di fissazione — il colore predominante non ha avuto impatto sulla percezione visiva dell'utente, ritengo necessario effettuare un test statistico analizzando la varianza dei dati rilevati.

**AN.O.VA. - Analysis of variance.** Considerando che l'ordine degli annunci comparati è stato permutato correttamente nei confronti dei soggetti, è opportuno concentrarsi solamente sulla variabile del colore. Per effettuare il test ANOVA, di conseguenza, ho creato un data frame che unisce i valori delle sommatorie delle aree “calde” e delle sommatorie delle aree “fredde”, creando poi uno *stack* contenente tutte le informazioni. *Il risultato del test, come si vede nella figura 4.9, risulta significativo.*

Tale significatività fa sorgere alcuni interrogativi. Ad esempio, come mai il colore ha un impatto sulla durata di fissazione e non sulla sequenza? O ancora: perché ho ottenuto questo risultato nonostante le osservazioni premesse?

Effettuando alcuni test di “contro prova”, ho scoperto un fatto contrastante con il risultato appena riportato: **il test non risulta significativo se si osservano singolarmente le durate dell'area “calda” piuttosto che le durate dell'area “fredda”**. Il problema si scopre osservando la l'istogramma dei dati in figura 4.10.

Non essendo una distribuzione normale a causa dell'elevato numero di valori uguali a zero, l'ipotesi di omoschedasticità necessaria per effettuare “ANOVA”

```

Console ~/
      dHot      dCold
Min.   : 0.0    Min.   : 0.0
1st Qu.: 430.0  1st Qu.: 536.0
Median : 891.5  Median : 891.5
Mean   : 898.1  Mean   : 989.4
3rd Qu.:1266.8 3rd Qu.:1426.8
Max.   :2643.0  Max.   :2552.0

      Df    Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
ind      1  1816925 1816925  4.371 0.0368 *
Residuals 870 361621075 415656

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>

```

Figura 4.9: Prima applicazione di AN.O.VA. nell'esperimento 1

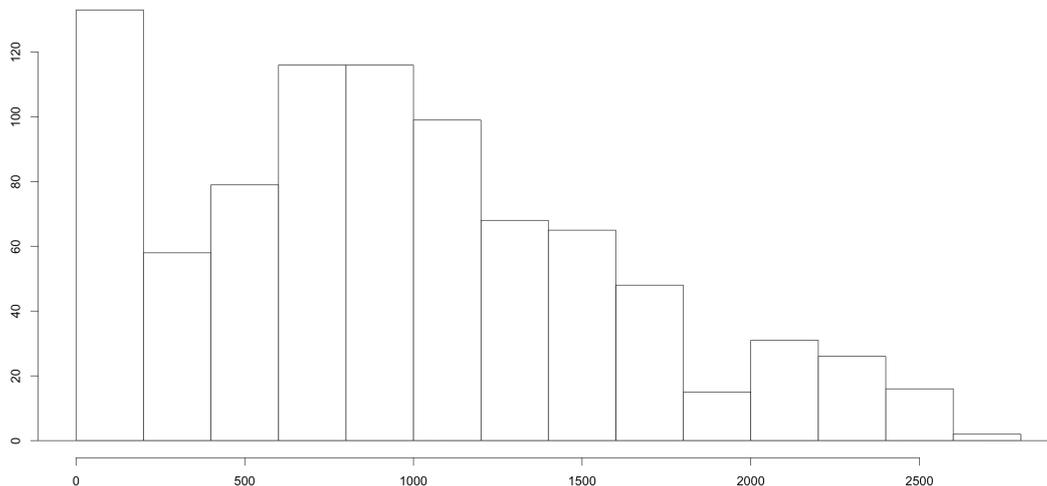


Figura 4.10: Andamento delle durate di fissazione nell'esperimento 1

non è più verificata. La motivazione è semplice: *molti tester hanno osservato soltanto uno dei due annunci, trascurando completamente l'altro*. Tutti questi valori zero, quindi, possono essere interpretati in due modi:

- come “inizio del continuo”, nel senso che vengono considerati come fissazioni molto brevi (infatti sono nulle);
- oppure come dei casi particolari, assumendo che l'analisi delle durate abbia senso soltanto nel momento in cui i dati possono essere dichiarati comparabili, ovvero che entrambi gli annunci siano stati osservati almeno una volta.

Ora, nel primo caso, è necessario effettuare un test statistico non parametrico per analizzare le durate; nel secondo caso basta effettuare nuovamente ANOVA sui casi non esclusi. In quest'ultima ipotesi, **la significatività decade** come mostrato in figura 4.11.

```

Console ~/
      dHot      dCold
Min.   : 61   Min.   : 51.0
1st Qu.: 613  1st Qu.: 598.0
Median : 947  Median : 875.0
Mean   : 934  Mean   : 943.5
3rd Qu.:1241 3rd Qu.:1237.5
Max.   :2176 Max.   :2234.0

      Df  Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
ind     1   15122   15122  0.072  0.789
Residuals 668 140506936 210340
>

```

Figura 4.11: Seconda applicazione di AN.O.VA. nell'esperimento 1

Il test statistico non parametrico scelto è il "Test U di Mann-Whitney" ed è stato applicato sia al campione con gli zeri, sia al campione senza gli zeri come si vede nelle figure 4.12 e 4.13.

#### Riepilogo test delle ipotesi

	Ipotesi nulla	Test	Sign.	Decisione
1	La distribuzione di "Var02" è la stessa tra le categorie di "Var01".	Test U di Mann-Whitney a campioni indipendenti	0,078	Mantieni l'ipotesi nulla.

Figura 4.12: Risultato del Test U di Mann-Whitney con gli zeri nell'esperimento 1

In ogni caso l'ipotesi nulla viene mantenuta, confermando così la non rilevanza del colore predominante.

**Conclusioni.** Il metodo di comparazione affiancata degli annunci pubblicitari non mi ha permesso di verificare l'ipotesi di partenza. Per arrivare a questa conclusione ho analizzato i risultati sperimentali seguendo questi passi:

1. *Analisi del campione:* sono stati scartati i risultati ottenuti dai tester che non hanno svolto correttamente il compito assegnatogli;

Riepilogo test delle ipotesi

	Ipotesi nulla	Test	Sign.	Decisione
1	La distribuzione di "Var02" è la stessa tra le categorie di "Var01".	Test U di Mann-Whitney a campioni indipendenti	0,356	Mantieni l'ipotesi nulla.

Figura 4.13: Risultato del Test U di Mann-Whitney senza gli zeri nell'esperimento 1

2. *Analisi delle aree di interesse*: sono state scartate le aree 1, 2, 3, 8, 9, 10 e collassate le aree 5 e 6 in un'unica area "56";
3. *Analisi delle sequenze di fissazione*: tramite un test chi quadrato che mette in correlazione la posizione della prima fissazione con il colore predominante, è stato riscontrato che — probabilmente a causa di un bias culturale (quello della lettura da sinistra verso destra) — la variabile "posizione" ha inciso fortemente sull'andamento dell'esperimento e non ha permesso di verificare l'ipotesi iniziale;
4. *Analisi delle durate di fissazione*: è stato riscontrata l'impossibilità di eseguire il test ANOVA sul campione completo a causa della presenza degli zeri. Di conseguenza, sono stati eseguiti tre test (di cui due non parametrici) per valutare ogni caso: è emerso anche questa volta che il colore non ha avuto impatto sulla percezione visiva dell'utente.

In conclusione, ritengo sia opportuno verificare l'ipotesi iniziale con un secondo esperimento che elimini la variabile "posizione" degli annunci, comparandoli senza affiancarli e ricreando una situazione più verosimile nel contesto del *social network advertising*.

## 4.2 Esperimento 2

Il secondo esperimento è stato svolto **interamente online**, tant'è vero che è stato necessario implementare un'architettura client-server in grado di gestire le partecipazioni degli utenti memorizzandole in un database online.

Nell'esperimento 2, al contrario del primo, viene eliminato il concetto di comparazione "orizzontale" degli annunci. L'obiettivo principale, infatti, era

quello di ricreare l'**ambiente "verticale" di Facebook**, comparando gli annunci in base alla durata di osservazione di ciascuno.

Le **differenze fondamentali** con il primo esperimento sono le seguenti:

1. Il *layout* di comparazione degli annunci passa da orizzontale a verticale, come nel vero contesto dei social network;
2. I *tempi* di dimostrazione degli annunci passano dall'essere **statici** all'essere **dinamici**. Nel primo esperimento, infatti, ogni schermata veniva mostrata agli utenti per 3 secondi, in questo esperimento invece non esisteva un tempo determinato di dimostrazione della schermata in quanto il partecipante stesso ha deciso — tramite un clic/tap sul bottone "Next Story" — quando passare all'annuncio successivo;
3. Lo *strumento di misurazione* non è più l'eye tracker.

L'importanza di questo secondo esperimento risulta fondamentale alla ricreazione del **pattern di scorrimento verticale** presente sui social network. In figura 4.14 una rappresentazione del layout utilizzato dalla maggior parte dei social network per mostrare i contenuti: l'utente è incoraggiato a scorrere rapidamente la propria bacheca verso il basso.

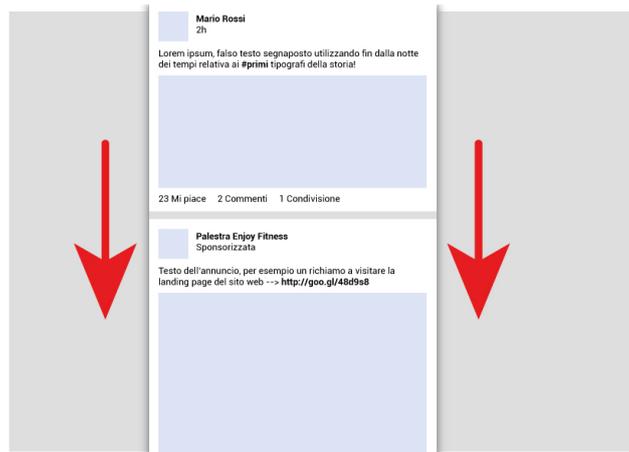


Figura 4.14: Rappresentazione del layout di Facebook: l'utente è indotto a scorrere rapidamente i contenuti verso il basso

Scopo dell'analisi sperimentale è, come prima, verificare se il colore predominante ha un impatto significativo sulla durata delle osservazioni. Ma non

solo, anche quello di analizzare la durata media di tutti gli annunci per comprendere se, dopo un certo numero di annunci scorsi, l'attenzione dell'utente diminuisce inducendolo a scorrere i contenuti più velocemente.

### 4.2.1 Caratteristiche del campione

Effettuare l'esperimento online, purtroppo, non mi ha permesso di controllare il campione. Al contrario del primo esperimento, infatti, non ho potuto scegliere i partecipanti e le loro caratteristiche attese.

In ogni modo, la prova è stata svolta da 116 persone, di cui 29 sono state scartate per i seguenti motivi:

- Il soggetto aveva meno di 13 anni;
- Il soggetto aveva già effettuato l'esperimento 1;
- Il soggetto aveva già effettuato l'esperimento 2;
- Il soggetto non ha visualizzato bene i contenuti (errori di visualizzazione degli annunci).

Per essere a conoscenza di tali variabili, ho fatto compilare un brevissimo **questionario** ad ogni utente per avere informazioni anonime sulle caratteristiche del campione.

Il 60.92% dei partecipanti era di sesso maschile, mentre il restante 39.08% era di sesso femminile. L'età media del campione risulta essere di 28 anni, mentre l'età massima raggiunta è stata di anni 60.

Considerando questi dati, ritengo che il campione sia abbastanza eterogeneo.

### 4.2.2 Ambiente sperimentale e implementazione del software

In questo caso non mi è stato possibile controllare l'ambiente reale, ma soltanto quello digitale. Nella figura 4.15 una schermata di esempio utilizzata durante l'analisi sperimentale.

La disposizione dei contenuti e la grafica in generale sono state progettate per essere il più somiglianti possibili all'ambiente di Facebook.

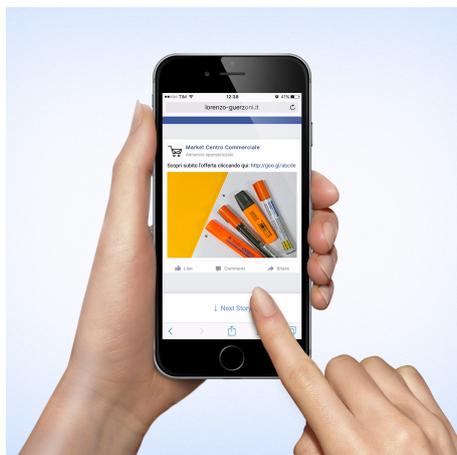


Figura 4.15: Esempio di una schermata mostrata durante l'esperimento 2

Tale *layout* risulta particolarmente adatto per le visite da *smartphone*. In particolare, questo tipo di impaginazione risulta essere "verticale", al contrario del primo esperimento. In questa situazione emerge, come nella realtà, il pattern di scorrimento continuo dei contenuti.

### Implementazione del software

Per svolgere questo esperimento online, è stato necessario implementare una semplice struttura client-server per permettere a chiunque di svolgere il test. Ho sviluppato, per questo motivo, una applicazione web *full stack*: dalla progettazione dell'interfaccia grafica utente, fino alla memorizzazione dei dati sul server.

Come si vede nel diagramma in figura 4.16, la comunicazione tra client e server avviene tramite il protocollo HTTP, come in tutte le applicazioni web.

**Client.** Il lato client è stato sviluppato in Javascript. Tramite il noto framework JQuery, è risultato più semplice gestire la comparsa degli elementi, le richieste HTTP asincrone e le animazioni adottate con l'obiettivo di simulare lo scorrimento continuo dei contenuti su Facebook. La grafica, implementata tramite fogli di stile CSS 3, vuole ricostruire l'ambiente digitale del social network.

L'applicazione lato client dapprima mostra due pannelli contenenti un *form* per le domande relative alla classificazione del campione, di conseguenza effet-

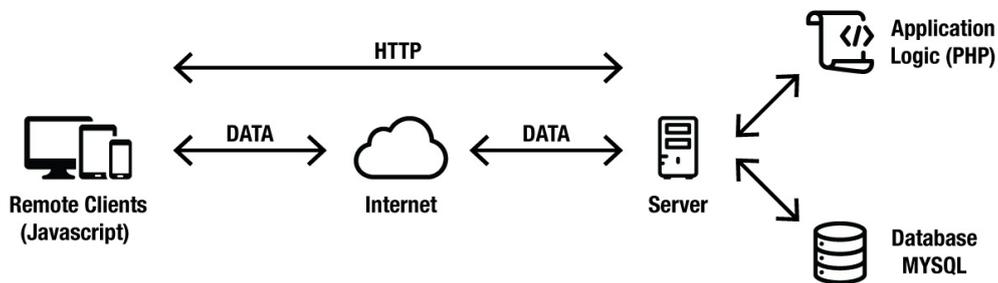


Figura 4.16: Diagramma dell'architettura client-server realizzata per l'esperimento 2

tua un **prima richiesta HTTP** per ricevere dal server la versione dell'esperimento da far eseguire al partecipante.

Successivamente, se la richiesta è andata a buon fine, inizia la fase di *preload* delle immagini. Ovvero, l'esperimento non può partire fino a quando il browser dell'utente non abbia scaricato tutti i dati relativi alle immagini degli annunci; questo per evitare rallentamenti che falserebbero i risultati dell'esperimento.

Una volta scaricate tutte le immagini tramite l'utilizzo di *promesse*, l'esperimento può cominciare. Seguendo l'ordine ricevuto dal server nella prima richiesta HTTP, l'applicativo lato client mostra un annuncio alla volta, attendendo il *click/tap* dell'utente sul bottone "Next Story" per passare all'immagine successiva.

Ad ogni clic sul pulsante, vengono memorizzate localmente le informazioni relative al *timestamp*. Tra una schermata e l'altra viene calcolata la differenza tra gli ultimi due dati temporali, ottenendo così il numero esatto di milli secondi di fissazione dell'annuncio da parte dell'utente. Una nota importante riguarda le pause di cui è stato necessario tener conto per via delle animazioni di scorrimento tra un annuncio e l'altro.

Una volta mostrati tutti gli annunci, all'utente viene chiesto se ha riscontrato problemi di visualizzazione (come, ad esempio, immagini tagliate o pannelli incompleti).

Infine l'applicativo svolge una **seconda richiesta HTTP** di tipo POST inviando al server tutti i dati raccolti durante la fase sperimentale.

**Server.** Gli script lato server sono stati scritti in linguaggio PHP. In particolare, seguendo i principi di OOP (Object-Oriented Programming), è

stata sviluppata la classe “Experiment.php”.

Il costruttore di tale classe effettua subito la connessione al database MySQL contenente i dati degli altri esperimenti. Di seguito, l’elenco delle funzionalità della classe suddetta:

- *dbConnect*: questa funzione utilizza le credenziali di accesso al database MySQL per instaurare una connessione sicura con esso e, di conseguenza, predisporre il funzionamento delle successive *query* di interrogazione o di inserimento;
- *getParticipantID*: considerando che ogni partecipante, per ogni esperimento svolto, fa sì che vengano inseriti 18 record nel database (uno per ogni annuncio), questa funzione raggruppa i dati per il campo “ParticipantID” e restituisce il numero successivo da utilizzare;
- *getVersion*: essendo presenti più versioni dell’esperimento — nel senso che per ogni permutazione esiste un ordine differente di comparsa degli annunci — tale metodo raggruppa i dati in base alla versione e restituisce il numero della versione successiva da utilizzare;
- *insertRecord*: questa funzione prende in *input* i dati di un nuovo record e li inserisce nell’unica tabella della base di dati;
- *printTable*: funzione richiamata per rendere *human-friendly* le informazioni memorizzate nel database. Essa stampa una semplice tabella contenente tutti i record.

**Base di dati.** Il database MySQL utilizzato per memorizzare i dati prodotti dall’esperimento utilizza una sola tabella.

Non è stato necessario utilizzare chiavi primarie o esterne, in quanto le uniche necessità di utilizzo delle informazioni erano l’inserimento di record semplici e l’interrogazione.

Nella figura 4.17 mostro i primi 5 record memorizzati nella base di dati allo scopo di visualizzare i campi utilizzati.

ParticipantID	WhenDone	Gender	Age	Device	Repeat	Exp1	Version	ResourceID	Color	Duration	Problems
1	2016-11-24 15:15:24	m	25	1	0	0	1 01c		HOT	1381	0
1	2016-11-24 15:15:24	m	25	1	0	0	1 06c		HOT	722	0
1	2016-11-24 15:15:24	m	25	1	0	0	1 02f		COLD	3939	0
1	2016-11-24 15:15:24	m	25	1	0	0	1 07c		HOT	3637	0
1	2016-11-24 15:15:24	m	25	1	0	0	1 03f		COLD	2783	0

Figura 4.17: Diagramma dell’architettura client-server realizzata per l’esperimento 2

### 4.2.3 Processo sperimentale

In questa seconda prova non viene assegnato alcun compito ai partecipanti. Ogni utente aveva la massima libertà di scelta e di movimento. La semplicità del layout grafico dovrebbe indurre il soggetto a comprendere autonomamente il comportamento da assumere, ovvero quello di scorrere gli annunci tramite il bottone ”Next Story”.

Anche in questo caso, l’**ordine di comparsa degli annunci** è stato permutato simmetricamente rispetto al campione. Tale ordine è stato scelto casualmente la prima volta, come per il primo esperimento, e poi permutato per ogni partecipante.

### 4.2.4 Risultati

Per scoprire se il colore predominante degli annunci ha avuto un impatto sulla percezione visiva degli utenti, ho analizzato le durate di osservazione di ogni schermata. Considerando che ad ogni partecipante sono stati mostrati 18 annunci, la prima statistica che ho effettuato riguarda la **distribuzione delle durate**.

Il test non parametrico di **Kruskal-Wallis a campioni indipendenti** dimostra — rigettando l’ipotesi nulla — che le durate sono distribuite in modo non casuale. Il risultato del test è in figura 4.18.

Ciò significa che esiste un **pattern** utilizzato dai partecipanti durante l’esperimento. Per scoprire qual è, ho effettuato un’analisi delle medie delle durate scoprendo che — scorrendo verso la fine degli annunci — esse diminuiscono man mano. Un chiaro segnale del fatto che l’**attenzione cala drasticamente** durante lo scorrimento dei contenuti.

**Riepilogo test delle ipotesi**

	<b>Ipotesi nulla</b>	<b>Test</b>	<b>Sign.</b>	<b>Decisione</b>
<b>1</b>	La distribuzione di Duration è la stessa tra le categorie di Ordering.	Test di Kruskal-Wallis a campioni indipendenti	,000	Rifiuta l'ipotesi nulla.

Le significatività asintotiche sono visualizzate. Il livello di significatività è ,05.

Figura 4.18: Risultato del test di Kruskal-Wallis a campioni indipendenti nell'esperimento 2

Tabella 4.6: Tabella per casi aggregati, esperimento 2

<b>Ordering</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Deviazione Standard</b>	<b>Mediana</b>	<b>Minimo</b>	<b>Massimo</b>	<b>Somma</b>
2	87	4778,97	3752,532	3690	12	21892	415770
3	87	3343,82	3044,059	2559	161	17224	290912
5	87	3044,64	2855,394	2154	54	15527	264884
7	87	2223,17	4331,081	1125	64	37192	193416
8	87	2561,72	8244,932	1089	31	75959	222870
11	87	1283,55	1128,840	955	25	5200	111669
12	87	1405,69	2141,156	733	39	15772	122295
14	87	1313,38	1993,077	719	2	15858	114264
16	87	1187,63	1631,946	750	14	10793	103324
17	87	1246,94	1930,242	742	27	16610	108484
Totale	870	2238,95	3821,780	1177,50	2	75959	1947888

Nella tabella 4.6, le durate vengono suddivise per casi aggregati. La nuova tabella viene generata, invece che sui casi elementari, sugli ordinamenti.

A questo punto analizzo la **correlazione bivariata** tra l'ordinamento e le quattro variabili ottenute dall'analisi della durata: media, mediana, massimo e somma.

Nella figura 4.19 si nota come tale correlazione risulta presente ma **negativa**. Ciò significa che esiste in effetti una relazione che unisce l'ordinamento con la durata di fissazione, ma essa è negativa, ovvero più l'ordinamento è vicino a 18 (la fine dell'esperimento), più la media delle durate di fissazione diminuisce. Questa è la conferma della supposizione fatta all'inizio di questa

**Correlazioni**

		Ordering	Duration_mean	Duration_median	Duration_max	Duration_sum
Ordering	Correlazione di Pearson	1	-,909**	-,855**	-,247	-,909**
	Sig. (1-coda)		,000	,001	,246	,000
	N	10	10	10	10	10
Duration_mean	Correlazione di Pearson	-,909**	1	,963**	,230	1,000**
	Sig. (1-coda)	,000		,000	,261	,000
	N	10	10	10	10	10
Duration_median	Correlazione di Pearson	-,855**	,963**	1	-,030	,963**
	Sig. (1-coda)	,001	,000		,467	,000
	N	10	10	10	10	10
Duration_max	Correlazione di Pearson	-,247	,230	-,030	1	,230
	Sig. (1-coda)	,246	,261	,467		,261
	N	10	10	10	10	10
Duration_sum	Correlazione di Pearson	-,909**	1,000**	,963**	,230	1
	Sig. (1-coda)	,000	,000	,000	,261	
	N	10	10	10	10	10

\*\* La correlazione è significativa al livello 0,01 (1-coda).

Figura 4.19: Correlazione bivariata tra l'ordinamento e la durata nell'esperimento 2

analisi: **l'attenzione cala durante lo scorrimento.**

L'ultima verifica effettuata è, infine, quella sul colore predominante. Purtroppo, anche in questo caso, non risulta un'incidenza del colore sulla durata di fissazione. Il metodo di verifica utilizzato è il test U di Mann-Whitney a campioni indipendenti, il cui risultato è visibile in figura 4.20.

**Riepilogo test delle ipotesi**

	Ipotesi nulla	Test	Sign.	Decisione
1	La distribuzione di Duration è la stessa tra le categorie di Color.	Test U di Mann-Whitney a campioni indipendenti	,578	Mantieni l'ipotesi nulla.

Le significatività asintotiche sono visualizzate. Il livello di significatività è ,05.

Figura 4.20: Risultato del test U di Mann-Whitney a campioni indipendenti nell'esperimento 2



# Conclusioni

Dopo aver svolto due esperimenti diversi al fine di trarre delle conclusioni sull'impatto del **colore predominante** nell'ambito del *social media advertising*, ho scoperto che la variabile **posizione** ha un impatto nettamente superiore.

Nel primo esperimento, che compara lo stesso annuncio nella versione calda e fredda, ho scoperto che il colore viene surclassato dalla **posizione**, in quanto i partecipanti hanno osservato prima a sinistra poi a destra, a prescindere dalla tinta predominante dell'annuncio.

Nel secondo esperimento, che mostra un annuncio per volta, come avviene realmente sui social network, ho scoperto che la variabile più influente sulla durata di fissazione degli annunci risulta essere l'**ordinamento** piuttosto che il colore. Infatti, man mano che si scorre verso il basso, la durata di osservazione diminuisce, insieme all'attenzione dell'utente.

In questa tesi sperimentale ho imparato che non esistono ipotesi banali, e che per verificare la veridicità di una proposizione è necessario effettuare scelte di metodo ponderate e basate sulla letteratura esistente.

Concludo dicendo che, per chi volesse approfondire il lavoro svolto in questa tesi di laurea, il mondo digitale cela una serie di effetti sull'uomo che ancora non conosciamo. Proprio per questo motivo è appassionante svolgere studi e ricerche in questo campo, non solo nell'ambito dell'*online advertising*, ma anche e più in generale nel settore riguardante la *digital transformation*.



# Bibliografia

- [SF98] Battaglini S., Di Fraia L., Fiorentini A., Gerbino W., Oleari C., Polato P., Varalda G., *Misurare il colore. Spettrofotometria, fotometria e colorimetria. Fisiologia e percezione*, in Oleari C. (a cura di), Milano, Ulrico Hoepli, 1998, cap. 4, 5.
- [SS15] Benartzi S., Lehrer J., *The Smarter Screen. Surprising Ways to Influence and Improve Online Behavior*, New York, Portfolio Penguin, 2015.
- [BC69] Berlin B. e Kay P., *Basic Color Terms*, Berkeley, University of California Press, 1969.
- [PP12] Borghi A. M., Carnaghi A., Cubelli R., Dell'Acqua R., Dellantonio S., Galfano G., Maass A., Miceli M., Mulatti C., Nicoletti R., Peressotti F., Pinna B., Suitner C., Surian L., Tentori K., *Psicologia dei processi cognitivi*, in Job R., Cubelli R., Roma, Carocci, 2012, cap. 2.
- [WT56] Brown R., *Words and Things*, Glencoe, Free Press, 1956, cap. 7.
- [HP35] Buswell G.T., *How People Look at Pictures*, Chicago, Chicago Press, 1935.
- [PV08] Casagrande F., *Percezione visiva del colore: "Un caso di analisi del colore in ambito musivo"*, 2008, elaborato tratto da tesi di laurea specialistica intitolata *Colore e integrazione. Esempi dal restauro musivo* eseguita presso la facoltà di conservazione dei beni culturali, Università di Bologna.
- [FR16] Chatpong T., *Fixation and Recall of Youtube Ad Banners: an eye-tracking study*, International Journal of Electronic Commerce Studies 7.1: 49, 2016.

- [ID80] Daneman M., Carpenter P. A., *Individual Differences in Working Memory and Reading*, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 19.4: 450-66, 1980.
- [TD04] Dijksterhuis A., *Think Different: The Merits of Unconscious Thought in Preference Development and Decision Making*, Journal of Personality and Social Psychology, 87.5: 586, 2004.
- [IR13] Drew T., *Informatics in Radiology: What Can You See in a Single Glance and How Might This Guide Visual Search in Medical Images?*, URL: <http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.331125023>, 2013.
- [ET07] Duchowski A., *Eye Tracking Methodology*, Londra, Springer Verlag, 2007.
- [ED] EyeProof.net, *Official EyeProof Documentation*, URL: <http://beta.eyeproof.net/docs/#eyetracking>.
- [AE08] Fitzsimons G. M., Chartrand T. L., Fitzsimons G. J., *Automatic Effects of Brand Exposure on Motivated Behavior: How Apple Makes You "Think Different"*, Journal of Consumer Research, 35.1: 21-35, 2008.
- [ES14] Forbes.com, *Exclusive: Sean Rad Out As Tinder CEO. Inside The Crazy Saga*, URL: <http://www.forbes.com/sites/stevenbertoni/2014/11/04/exclusive-sean-rad-out-as-tinder-ceo-inside-the-crazy-saga/#2a30b87922fd>, 2014.
- [CN02] Gillies J., Cailliau R., *Com'è nato il web*, Milano, Dalai Editore, 2002.
- [PP68] Huey, E.B., *The psychology and pedagogy of reading*, Cambridge, MIT Press, 1968.
- [BB] IBM.com, *Bringing big data to the enterprise*, URL: <http://www-01.ibm.com/software/data/bigdata/what-is-big-data.html>.
- [AC92] Itten J., *L'arte del colore*, Milano, Il Saggiatore, 1992.
- [ET03] Jacob R. J., Keith S. K., *Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises*, Mind 2.3: 4, 2003.

- [TF11] Kahneman D., *Thinking, fast and slow*, London, Allen Lane, 2011.
- [HS13] Kwon K., *High Speed Camera Characterization of Voluntary Eye Blinking Kinematics*, *Journal of The Royal Society Interface* 10.85: 2013.0227, 2013.
- [PD98] March J.G., *Prendere decisioni*, Bologna, il Mulino, 1998 (ed. or. A primer on Decision Making. How decisions Happen, New York, FreePress, 1994).
- [TE13] McDonald C. J., *Toward Electronic Medical Record Alerts That Consume Less Physician Time Letters*, *JAMA Internal Medicine* 173.18: 1755-56, 2013.
- [MN56] Miller G., *The magical Number Seven, Plus or Minus Two*, *The Psychological Review* 63, 1956.
- [EN06] Nielsen J., *Email Newsletters: Surviving Inbox Congestion*, URL: <https://www.nngroup.com/articles/email-newsletters-inbox-congestion/>, 2006.
- [FS06] Nielsen J., *F-Shaped Pattern For Reading Web Content*, URL: <https://www.nngroup.com/articles/f-shaped-pattern-reading-web-content/>, 2006.
- [IM09] Oppenheimer D. M., Meyvis T., Davidenko N., *Instructional Manipulation Checks: Detecting Satisfactin to Increase Statistical Power*, *Journal of Experimental Social Psychology* 45.4: 867-72, 2009.
- [C95] Palazzi S., *Colorimetria. La scienza del colore*, Fiesole (Firenze), Nardini, 1995, cap. 1, 2, 3.
- [EC09] Pelet J. E., Papadopoulou P., *“The effects of colors of e-commerce websites on mood, memorization and buying intention”*, in “Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS)”, 2009, pp. 2-8.
- [LI94] Pinker S., *The Language Instinct*, New York, Harper Perennial, 1994.
- [EM78] Rayner K., *Eye movements in reading and information processing*, *Psychological Bulletin*, 1978.

- [PU13] Reinecke K., Yeh T., Miratrix L., Mardiko R., Zhao Y., Liu J., Gajos K. Z., *Predicting Users' First Impressions of Website Aesthetics with a Quantification of Perceived Visual Complexity and Colorfulness*, in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2049-58, ACM, 2013.
- [SD11] Reutskaja E. R. N., Camerer C. F., Rangel A., *Search Dynamics in Consumer Choice Under Time Pressure: An Eye-Tracking Study*, *The American Economic Review*: 900-26, 2011.
- [AE15] Shu-Fei Y., *An eye-tracking study of the Elaboration Likelihood Model in online shopping*, *Electronic Commerce Research and Applications* 14.4: 233-240, 2015.
- [DO71] Simon H., *Designing Organizations for an Information-Rich World*, in Greenberger M., *Computers, Communication, and the Public Interest*, The Jones Hopkins Press, 1971.
- [TA13] The Washington Post, *Travel agents: We do exist!*, URL: <https://www.washingtonpost.com/news/wonk/wp/2013/08/30/travel-agents-we-do-exist/>, 2013.
- [WY] Time.com, *What You Think You Know About the Web Is Wrong*, URL: <http://time.com/12933/what-you-think-you-know-about-the-web-is-wrong/>.
- [WA10] Townsend C., Shu S. B., *When and How Aesthetics Influences Financial Decisions*, *Journal of Consumer Psychology*, 20.4: 452-58, 2010.
- [UZ23] Wertheimer M., *Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. II*, *Psychologische Forschung*, 4 pp. 301-50, 1923.
- [WI11] Wordstream.com, *What Industries Contributed the Most to Google's Earnings?*, URL: <http://www.wordstream.com/articles/google-earnings>, 2011.
- [EM62] Yarbus A. L., *Eye Movements and Vision*, New York, Plenum, 1967.
- [VJ] Zwartz J., *Vibrant.js*, URL: <http://jariz.github.io/vibrant.js/>.

# Ringraziamenti

Anzitutto, vorrei ringraziare la mia famiglia che, oltre ad avermi dato la possibilità di intraprendere questo viaggio formativo, mi ha anche supportato moralmente giorno dopo giorno.

Ringrazio con tutto il cuore le persone che mi sono state davvero vicine in questi anni. Anche se non esplicherò i loro nomi, esse sanno che sto parlando di loro. Vi dico ancora: immensamente grazie.

Uno speciale ringraziamento va alla mia fidanzata Federica, che non ha mai smesso di incoraggiarmi fin dall'inizio di questo percorso.

Infine ringrazio il Professor Marco Ruffino per avermi supportato (e sopportato) durante la stesura di questa tesi e, soprattutto, per avermi insegnato a guardare il mondo con occhi diversi. Grazie.