

**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA**

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Studi Linguistici e Letterari (DiSSL)

Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia Applicata (FISPPA)

Corso di Laurea Magistrale in
Strategie di Comunicazione
Classe LM-92

Tesi di Laurea

**Comunicare attraverso i principi del
Data Design e dell'Information Visualization:
un approccio user-oriented alla comunicazione
di dati statistico-scientifici**

Relatore
Prof. Federico Neresini

Laureanda
Selly Busetto
n° matr.1084240 / LMSGC

Anno Accademico 2016/2017

«[...] tutto ciò che vediamo è qualcos'altro...»

(F. Pessoa, 1988)

Indice

Introduzione	1
Capitolo 1 Codice Visivo e Codice Verbale.....	5
Capitolo 2 Information Visualization.....	17
2.1 Visual Representation: rappresentare visivamente i dati.....	18
2.1.1 <i>Dall'informazione alla conoscenza: il processo del</i> <i>"continuum di comprensione"</i>	22
2.2 Valutazione dell'Information Visualization.....	24
Capitolo 3 Information Design.....	31
3.1 Edward R. Tufte: il pioniere dell'Information Design.....	31
3.2 Il ruolo del Design nell'Information Visualization.....	35
3.2.1 <i>L'approccio semiotico alla Data Visualization</i>	42
3.3 Il sistema visivo e la percezione del linguaggio visivo.....	44
3.3.1 <i>Proprietà pre-attentive</i>	47
3.3.2 <i>Trattamento post-attentivo</i>	50
3.4 Una risorsa fondamentale per l'Information Design: i principi della Psicologia della Gestalt.....	57
3.4.1 <i>Leggi della formazione delle unità fenomeniche</i>	62
3.5 Il colore.....	70
3.5.1 <i>Il ruolo dei colori nella Data Visualization</i>	78
3.6 Il concetto di estetica dell'informazione.....	85
3.7 Progettare l'Infografica secondo le regole della comunicazione....	92
3.7.1 <i>Teorie della comunicazione da considerare nella</i> <i>progettazione di infografiche</i>	93
3.8 Il ruolo dell'utente nella creazione di InfoVis.....	95
Capitolo 4 Scientific Visualization.....	111
4.1 Le rappresentazioni visive nella Scienza: indagine storica.....	111
4.2 Il ruolo delle InfoVis nella comunicazione scientifica.....	119
4.3 InfoVis efficaci nella comunicazione scientifica: i grafici.....	132
4.4 InfoVis efficaci nella comunicazione scientifica: l'estetica.....	138

Capitolo 5 L'Information Visualization come strumento per la riduzione dell'incertezza.....	145
Capitolo 6 Fase Operativa: il progetto TIPS.....	153
6.1 TIPS: la struttura.....	155
6.2 TIPS: analisi delle InfoVis.....	157
6.2.1 <i>Topic Stream Chart</i>	158
6.2.2 <i>Topic Evolution Chart</i>	160
6.2.3 <i>Salience Chart</i>	162
6.2.4 <i>Issues</i>	163
6.2.5 <i>Indicator Chart for all Issues</i>	165
Conclusioni	167
Appendice 1 Rappresentazioni scientifiche: come e perché.....	179

Introduzione

Lungo il suo intero percorso, questo progetto di tesi ha visto coinvolte diverse personalità: primo tra tutti il relatore, dott. Federico Neresini, docente di Scienza, Tecnologia e Società al corso di laurea magistrale di Strategie di Comunicazione all'Università di Padova, che ha seguito le fasi di progettazione e realizzazione della tesi di laurea; la professoressa Lorella Lotto, docente di Psicologia generale all'Ateneo patavino, che ha fornito interessanti spunti riguardo a temi legati alla psicologia della comunicazione. Inoltre, il team di programmatori che, con il professor Neresini, cura e gestisce la piattaforma web TIPS, strumento di primario interesse per questa tesi. Il progetto TIPS è stato il punto zero del lavoro svolto in questi ultimi mesi. La necessità di riprogettarne la struttura, al fine di presentarlo al pubblico in maniera corretta è stata la domanda di ricerca di questa Tesi di Laurea, ma di questo si parlerà più dettagliatamente nel Capitolo 6.

La vera sfida di questo lavoro è stata costruire delle fondamenta teoriche sufficienti a definire un quadro specifico di regole e teorie che rispondessero alle necessità di comprensione della disciplina dell'Information Visualization. La mancanza di teorie universali e riconosciute dalla Scienza a livello globale ha reso difficile questo compito, ma ha dato modo di esplorare una molteplicità di materiali che hanno offerto numerosi spunti di analisi. Il punto di debolezza è diventato un punto di forza ed è stato possibile assemblare una struttura teorica che abbraccia diverse discipline, secondo diversi contesti e sulla base di diversi punti di vista, con il conseguente risultato di una eterogeneità che ha permesso di andare più in profondità sulla questione. Partendo dalla distinzione tra codice verbale e codice visivo, si sono individuate le qualità e l'importanza dell'uso delle immagini per una comunicazione efficace. Si è poi entrati nel vivo del tema InfoVis seguendo uno schema in fasi progressive: dalla raccolta delle informazioni, alla loro manipolazione e analisi, fino alla loro rappresentazione visiva, nei diversi contesti e con diverse metodologie. Il design dell'informazione è stato

affrontato come una tematica chiave per l'efficacia rappresentativa dei dati, grazie alle teorie del suo più grande esponente, Edward Tufte e di altri autori legati al mondo del Data Design. La psicologia cognitiva ha dato il suo più grande contributo nel Capitolo dedicato alle regole della Scuola della Gestalt in merito all'uso dei colori e delle forme, elementi fondamentali per la progettazione di visualizzazioni. Prima di affrontare il lavoro svolto sul progetto TIPS (Capitolo 6) si è parlato di Scientific Visualization, con il focus sull'utilizzo delle rappresentazioni visive nella comunicazione della Scienza e, nel Capitolo 5, un punto di vista nuovo e avanguardista ha permesso di guardare all'Information Visualization in un'ottica completamente diversa, contaminata da influenze filosofiche e sociologiche antiche e moderne. L'intero progetto è da definirsi un percorso di scoperta e approfondimento di una disciplina che, in futuro, avrà la necessità e le potenzialità di imporsi come una Scienza a tutti gli effetti. È stato stimolante scoprirne nuovi aspetti, grazie al concatenarsi di teorie e pensieri di autori diversi, appartenenti a epoche diverse, costruendo in questo modo le basi di quella che, prossimamente, potrebbe diventare la prima vera Teoria della Visualizzazione delle Informazioni. Considerando quella attuale l'era di Internet, delle relazioni, delle reti, della comunicazione virtuale e del nuovo consumatore digitale, è stato fondamentale basare l'intero lavoro su un'ottica *user-oriented*, affrontando quindi i diversi aspetti secondo le caratteristiche del fruitore: dai metodi di apprendimento, alle caratteristiche della percezione visiva, dalla comprensione delle informazioni, alla soddisfazione delle necessità e dei bisogni dell'utente web.

Un famoso proverbio giapponese attribuito a Mao Tse-tung recita: "Un'immagine vale più di mille parole" e questo concetto è sicuramente entrato nella vita di molti, palesandosi in azioni quotidiane tra le più semplici, tra cui leggere le indicazioni stradali, vedere un segnale di pericolo o un divieto, seguire le frecce direzionali per raggiungere un reparto in ospedale o un ufficio in azienda. Si tratta di azioni il più delle volte involontarie e che una persona svolge senza difficoltà, avvalendosi di conoscenze pregresse derivanti da un processo di apprendimento. È necessario tener presente che

le immagini servono a tradurre in termini grafici e visivi un'informazione, mantenendone intatte le unità necessarie alla sua comprensione, migliorandone la comprensibilità attraverso un modo di veicolarla snello ed efficace. Le parole di Tse-tung possono essere considerate una regola valida universalmente, o esistono eccezioni in cui le immagini non assolvono al meglio il loro compito, rendendo necessario l'uso delle parole? Nel prossimo Capitolo il tentativo di rispondere a questo quesito.

Capitolo 1

Codice visivo e codice verbale

Questo capitolo si promette di fornire le fondamenta teoriche per l'analisi delle differenze tra i due codici verbale e visivo e per la valutazione di quello, tra i due, più efficace ai fini della comprensibilità della comunicazione. A sostegno di questa verità, un aforisma giapponese ricorda che le immagini sono in maniera assoluta il modo più efficace per trasmettere un messaggio ("Un'immagine vale più di mille parole" *N.d.A.*), ma è davvero così? Nel descrivere con esattezza le peculiarità di ogni codice comunicativo è stato necessario il contributo delle teorie della psicologia della comunicazione, su cui si basano le motivazioni della scelta di uno o dell'altro codice, nel nostro caso immagini o parole. Ogni azione che compiamo quotidianamente è frutto di una fase di apprendimento, a seconda che lo stimolo ci sia pervenuto da un messaggio emesso attraverso codice verbale o non verbale. Indubbiamente, le informazioni che vengono assimilate e comprese in modo migliore e più efficacemente sono quelle veicolate attraverso un codice che integri entrambi i tipi di linguaggio.

«Con quali lettere descriverai questo core, che tu non empia un libro, e quanto più lungamente scriverai alla minuta, tanto più confonderai la mente dello uditore, e sempre avrai bisogno di sponitori o di ritornare alla speranza, la quale in voi è brevissima e dà notizie di poche cose rispetto al tutto del subbietto di che desideri integrar notizia».

(Leonardo Da Vinci, Quaderno d'anatomia II)

Pioniere di questa soluzione comunicativa fu Leonardo da Vinci, maestro di illustrazioni anatomiche, che nei suoi disegni inseriva una lettera che rimandava a una "nota" di testo che poneva a margine del foglio, dove inseriva la descrizione e eventuali informazioni relative all'organo o alla porzione di disegno a cui era riferito (*Immagine 1.1.*). In questo modo egli,

pur rappresentando argomentazioni complesse e non facilmente fruibili dal pubblico, rendeva i propri appunti di facile comprensione mediante l'integrazione dei vantaggi di entrambi i tipi di linguaggio a sua disposizione. L'illustrazione anatomica vinciana suggerisce l'importanza di rappresentare l'informazione in maniera dettagliata e riconoscibile, mettendo a disposizione del lettore tutto l'occorrente per decifrare il messaggio, analizzarlo e comprenderlo. L'immagine di seguito raffigura un disegno originale di Leonardo da Vinci, nel quale è rappresentato il sistema muscolare di braccio e spalla, risalente al primo Cinquecento.

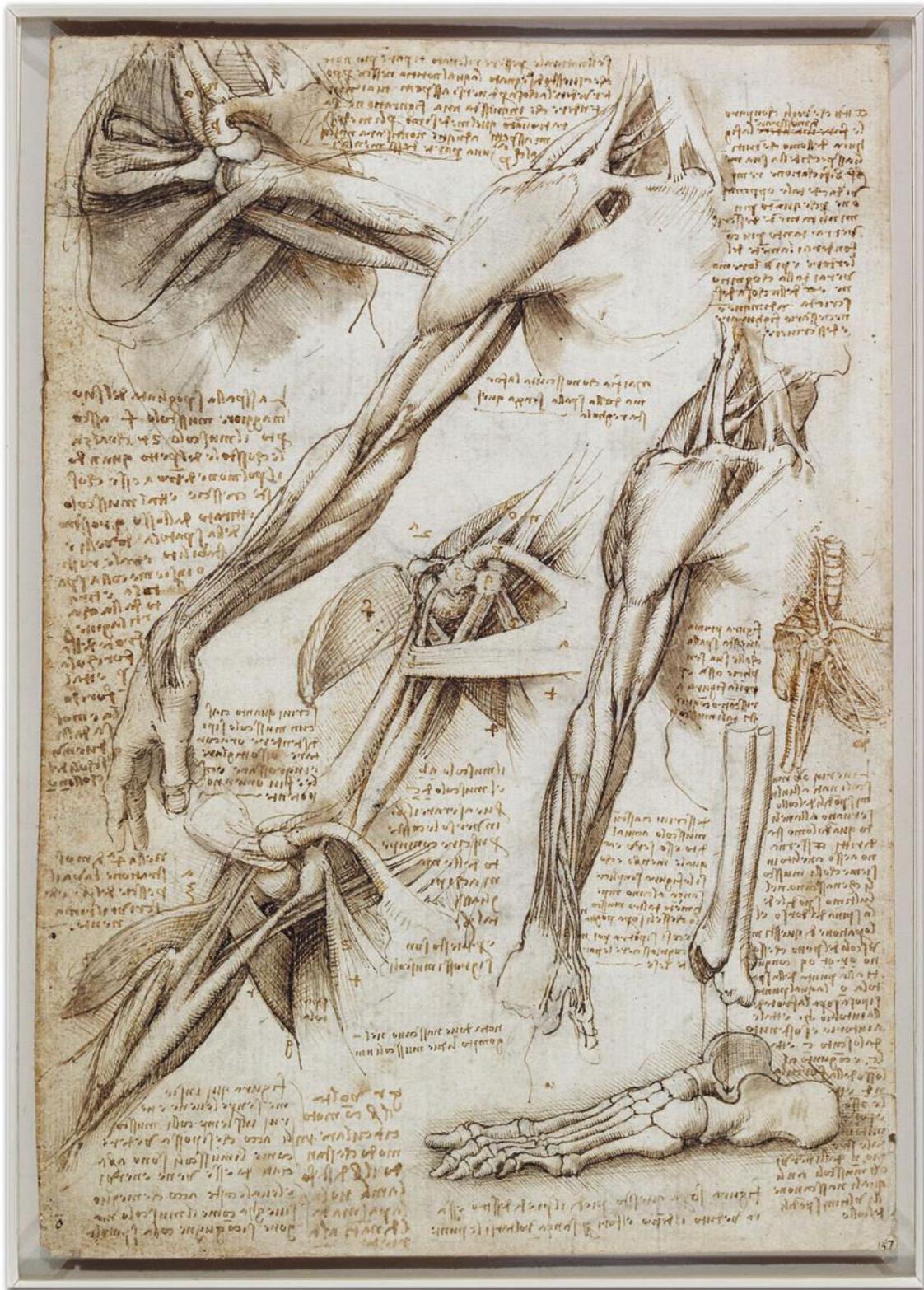


Immagine 1.1. Raffigurazione dei muscoli del braccio e della spalla (c.a. 1510/1511)¹

¹ ROYAL COLLECTION TRUST© HM QUEEN ELIZABETH II 2012 – Fonte: M. Clayton, “Medicine: Leonardo’s anatomy years”, Nature 484, pp. 414-415-416

Oltre ai disegni anatomici sono ben visibili le note a margine dell'autore, che mediante un collegamento numerico spiega quanto raffigurato più dettagliatamente di quanto non riescano a fare le sole immagini. Appare evidente, in questo ambito, quanto sia importante e quasi necessario accompagnare alle immagini, corrispondenti al codice visivo, dei testi esplicativi, corrispondenti al codice verbale, che mirino ad approfondire l'informazione veicolata, rendendola più facilmente fruibile da parte del destinatario. Si può ritenere che questo sia l'esempio più chiaro per dimostrare l'importanza dell'integrazione dei due codici, ma non esclude eventuali casi in cui uno dei due possa essere più efficace rispetto all'altro e che possa addirittura bastare a sé stesso nella veicolazione corretta del messaggio. Ad esempio, quello dei segnali stradali è un caso in cui il codice visivo è preferibile rispetto a quello verbale: la necessità primaria della segnaletica è quella di trasmettere, tra le tante, un obbligo o un divieto di assumere determinati comportamenti o di segnalare zone di pericolo, attraverso una comunicazione chiara e comprensibile, che possa essere recepita e assimilata nel più breve tempo possibile. Chi è alla guida ha pochissimo tempo per la visione del segnale e per attivare l'atteggiamento corretto, pertanto i messaggi devono essere rappresentati visivamente, attraverso simboli e forme grafiche che siano riconosciute e interpretate correttamente dal conducente. Se si stesse percorrendo una strada sconosciuta e ci si imbattesse in un "cartello" come quello rappresentato in figura 1.2, il tempo necessario a leggere il comando e a mettere in pratica l'atteggiamento di dare la precedenza sarebbe troppo lungo e lo sforzo cognitivo impiegato per compiere l'azione potrebbe farci perdere tempo utile a evitare un'incidente. Il segnale rappresentato in figura 1.3, invece, pur comunicando lo stesso messaggio, richiede minor sforzo cognitivo nell'apprendimento del comando e il conducente, completamente attento alla strada, sarebbe pronto ad evitare ogni eventuale pericolo.

**QUESTO RAMO DELL'INTERSEZIONE NON
GODE DEL DIRITTO DI PRECEDENZA.
IL CONDUCENTE HA L'OBBLIGO DI DARE
LA PRECEDENZA AI VEICOLI CHE
CIRCOLANO NEI SENSI DELLA STRADA
CHE INCROCIA O SU CUI SI IMMETTE**

Figura 1.2.²

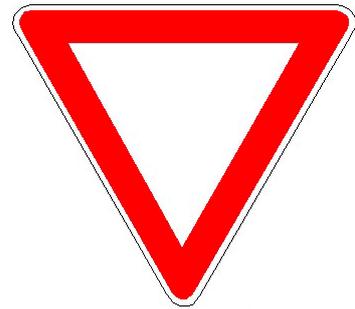


Figura 1.3.³

In questi casi si deve tener conto del fatto che il processo di apprendimento gioca un ruolo cruciale nell'individuazione e nella relativa comprensione delle informazioni che ci circondano e degli stimoli cui quotidianamente siamo esposti. In generale, quindi, è evidente che esistono situazioni nelle quali l'informazione deve necessariamente essere rappresentata visivamente, ma quali sono in realtà i motivi per i quali si possa prediligere questo tipo di linguaggio? Per rispondere a questa domanda è utile interrogare le peculiarità della comunicazione visiva.

Innanzitutto,

«La comunicazione visiva è la trasmissione di un messaggio tramite un'immagine (e perciò è chiamata a volte comunicazione iconica, dal greco eikon, "immagine"), che rappresenta in maniera metaforica la realtà. La comunicazione per immagini permette di raggiungere il massimo effetto comunicativo nel più breve tempo possibile, grazie al suo forte potere di richiamo, alla sua spesso immediata comprensibilità e alla facilità di memorizzazione.»

(Prette, De Giorgis)⁴

I primi esempi di comunicazione visiva risalgono al Paleolitico, in cui si collocano i primi dipinti rupestri, messaggi visivi dotati di significato, di un bagaglio di riflessioni, di emozioni e di percezioni. I primi comunicatori utilizzavano un linguaggio universale e oggettivo, che tuttavia non sempre

² Definizione del segnale "dare la precedenza" secondo il Codice della Strada italiano

³ Segnale visivo del comando "dare la precedenza"

⁴ M.C. Prette, A. De Giorgis. *Capire l'arte e i suoi linguaggi*. Giunti, Firenze, IT. (2002)

poteva portare a un'interpretazione univoca: naturalmente, ogni cultura produce simboli propri e solo in alcuni casi si tratta di simboli con valore universale. A causa delle differenze culturali, infatti, potrebbero esserci degli ostacoli alla percezione del messaggio contenuto nell'immagine, limitando la sua efficacia o falsando e ostacolando la comunicazione. Nella società moderna, si cerca di trasmettere attraverso i simboli non solo rappresentazioni di oggetti, ma soprattutto relazioni concettuali. Come per tutti i tipi di comunicazione, anche per la comunicazione visiva si considerano l'emittente, il ricevente, il canale, il codice, il messaggio e il contesto, presupponendo quindi la presenza di almeno due interlocutori. Inoltre, essa si può distinguere in: *casuale*, cioè la trasmissione di un'immagine che può essere liberamente interpretata dal ricevente e *intenzionale*, cioè la trasmissione volontaria di un'informazione tramite un'immagine e un codice per un determinato obiettivo. L'intenzionalità di comunicare utilizzando il codice visivo deve essere stimolata dalle caratteristiche del messaggio da veicolare e dagli effetti che si intendono ottenere dall'interlocutore. La scelta del codice da utilizzare è quindi strettamente legata a determinati fattori⁵:

- Come si è visto per la segnaletica stradale, l'**universalità del codice linguistico** rende i messaggi rappresentati in segni e immagini convenzionali immediatamente comprensibili e facilmente traducibili in azioni concrete. Va da sé pensare che questa peculiarità della comunicazione visiva sussista fintantoché i segni rappresentati mantengono una stretta relazione di somiglianza strutturale e percettiva con l'oggetto che rappresentano e che tanto più questo rapporto si indebolisce, quanto più il processo di estrazione del significato diventa complesso. L'utilizzo dei pittogrammi, come i segnali stradali e i simboli in essi rappresentati, si appella ad un processo di apprendimento da parte delle persone, che si conclude con l'immediatezza della comprensione del messaggio. Ecco quindi che forme tonde e blu rappresentano un obbligo, mentre forme tonde

⁵ L. Lotto, R. Rumiati. *Introduzione alla psicologia della comunicazione* – Seconda Edizione. “Manuali” Il Mulino, Bologna, IT. (2007)

e rosse indicano un divieto. L'apprendimento del significato dei segni rende universalmente comprensibile il messaggio veicolato dai pittogrammi di uso comune e ne è una prova, ad esempio, la visione di un segnale tipico della segnaletica stradale di un paese straniero che non fa parte del nostro bagaglio di conoscenze e pertanto non attiva il processo di comprensione del messaggio. Prendendo in considerazione l'Europa, molte differenze tra i segnali stradali si riscontrano nei colori, nelle forme e nei significati. Di seguito le differenze del segnale di pericolo nei principali Paesi europei: percorrere le strade irlandesi potrebbe rivelarsi un'impresa difficile!

Italia	Francia	Svizzera	Paesi Bassi	Polonia	Svezia	Irlanda	Regno Unito
							

Figura 1.4. Segnale di pericolo nei principali Paesi europei⁶

Un altro esempio che spiega l'universalità del linguaggio visivo sono le *emojicons*, le faccine che esprimono gli stati emotivi, spesso utilizzate nelle chat di messaggistica, negli sms, nei social network e nelle e-mail. In questi contesti, oltre a rendere sicuramente più "colorata" e graziosa la comunicazione, le *emojicons* servono ad esprimere sensazioni, emozioni e stati d'animo degli interlocutori, in maniera semplice e diretta, superando l'ostacolo della comunicazione scritta. Il caso dell'universalità delle *emojicons* si concretizza sulla base dei mezzi di comunicazione in cui vengono utilizzati: la maggior parte delle applicazioni che ne permettono l'uso, utilizzano delle rappresentazioni visive standard che ne fanno un codice valido universalmente e facilmente comprensibile da tutti.

⁶ Fonte: Rielaborazione personale

- Un'altra peculiarità del linguaggio visivo riguarda le informazioni riguardanti i **rapporti spaziali** nella rappresentazione, ad esempio, di piante di edifici o ambienti abitativi. Immaginiamo di essere un pirata alla ricerca del tesoro: una volta arrivati all'isola segreta sappiamo di dover seguire un percorso insidioso e complesso che ci conduce al nostro obiettivo. Abbiamo le indicazioni per raggiungere il tesoro e certamente vorremmo che queste fossero disegnate sulla carta invece di dover seguire delle istruzioni scritte: dobbiamo essere i primi a trovare il tanto ambito tesoro e mai ci perdoneremo se lo perdessimo a causa del tempo impiegato e perso a leggere, comprendere e tradurre un percorso descritto. Beneficeremo sicuramente di un disegno, magari dettagliato, dell'ambiente circostante o con punti di riferimento indicati visivamente, in modo da riuscire a orientarci correttamente sull'isola e raggiungere velocemente il tesoro. È estremamente difficile veicolare un messaggio efficace quando si è costretti a sprecare molte parole per produrlo; molto spesso, rappresentare graficamente lo spazio rende l'illustrazione una fonte ricca di informazioni e permette una comprensione rapida e a risparmio cognitivo del messaggio che contiene.

Nonostante i casi appena trattati rendano evidente la necessità di prediligere il linguaggio visivo a quello verbale, esso presenta alcuni limiti legati al fatto che non sempre è possibile catturare tutte le caratteristiche degli oggetti che rappresenta. Nel caso dei pittogrammi, di cui si è già parlato in merito alla caratteristica di universalità del codice visivo, oltre al fatto che questi richiedono un processo di apprendimento da parte degli interlocutori, possono anche non essere di immediata lettura e di facile comprensione. Un caso che dimostra chiaramente questa difficoltà è quello del segno della freccia: quando si rappresenta una freccia, essa rimanda a un significato preciso, indicando un movimento o una direzione. Chiaramente, comprendere il comando è importante per non sbagliare strada o per riuscire a orientarsi più velocemente. Le frecce direzionali a destra e a sinistra non

lasciano insorgere dubbi, ma le frecce che puntano verso l'alto e il basso spesso possono creare confusione: a volte possono corrispondere a "piano superiore" o "piano inferiore", altre volte possono suggerire di proseguire dritti o tornare indietro. L'uso scorretto delle frecce può, inoltre, comportare una complessità visiva e un uso ridondante delle informazioni, soprattutto nel caso di pannelli informativi all'interno o all'esterno di edifici in cui sono esposte le diverse aree e le loro relative ubicazioni rispetto alla posizione di partenza in cui si trovano il pannello e la persona che lo sta consultando. Nella figura 1.5 è rappresentato il fac-simile di un pannello situato nei pressi di un sito ospedaliero, volto a migliorare l'orientamento di pazienti e visitatori alla ricerca del polo di interesse a cui rivolgersi. Molto spesso ci si trova di fronte alla situazione raffigurata ed è evidente quanta confusione e smarrimento possano creare le indicazioni presentate in questo modo. La figura 1.6, invece, mostra una proposta alternativa al pannello originale, in cui sono state riorganizzate le informazioni e distribuite in maniera più intuitiva e di più semplice comprensione. È stato sufficiente raggruppare le destinazioni situate verso la stessa direzione, diminuendo così l'uso del segno freccia e dividere le diverse aree in sezioni: il risultato è una comunicazione efficace delle informazioni, che permette una maggiore leggibilità delle stesse, garantendo ai visitatori e ai pazienti di impiegare meno tempo nell'elaborazione del messaggio e una diminuzione della probabilità di insorgere in errori. Così, le cinque destinazioni possibili si sono trasformate in tre aree cui corrispondono diverse direzioni verso cui il visitatore potrebbe proseguire il suo percorso.

Area Nord	
Pronto Soccorso	→
Clinica Pediatrica	↑
Ostetricia	↑
Area Servizi	→
Ortopedia	←

Figura 1.5. Pannello prima della rielaborazione

Area Nord	
Clinica Pediatrica	↑
Ostetricia	
Area Servizi	
Pronto Soccorso	→
Ortopedia	←

Figura 1.6. Pannello rielaborato per garantire leggibilità e comprensibilità.

- La terza questione che è necessario affrontare in merito alle limitazioni poste in essere dall'uso del linguaggio visivo riguarda i simboli: soprattutto nella comunicazione di massa è importante considerare le **differenze culturali**. Questa tematica sarà approfondita nei prossimi capitoli, in particolare quando si affronterà il tema del Design della Data Visualization. In riferimento ai fattori di scelta del codice da utilizzare in una comunicazione, la componente culturale assume un peso rilevante ed è pertanto compito di questo elenco indicarla come un limite del linguaggio visivo. Spesso, nella costruzione di rappresentazioni visive delle informazioni, si ricorre all'uso di simboli e segni che se per il produttore del messaggio sembrano contenere determinati significati, uno degli interlocutori, di altra razza, religione o cultura, potrebbe conferirgli un significato completamente diverso, vanificando l'efficacia della comunicazione. Le stesse limitazioni che comportano i simboli si verificano anche nella scelta dei colori: nelle diverse culture, aree geografiche e religioni, uno stesso colore può assumere significati diversi o adattarsi a situazioni diametralmente opposte. Molti simboli godono di una comprensibilità immediata da parte dell'interlocutore grazie all'influenza culturale che gli permette di riconoscere

immediatamente il segno cui è sottoposto. Il processo di apprendimento non è necessario, ma è importante porre estrema attenzione nell'usare i simboli, soprattutto se il pubblico cui ci si rivolge è eterogeneo e potrebbe raggiungere interlocutori di diversi Paesi e culture. Un esempio semplice ma esplicativo è quello della *farfalla*: in Giappone rappresenta la donna giovane, fra gli Aztechi è rappresentazione delle anime delle donne morte durante il parto, in Messico è uno dei simboli del Dio della vegetazione. Un altro emblema delle differenze culturali è il crisantemo, un fiore che assume significati completamente differenti tra le diverse culture: in Occidente, in particolare in Italia, assume significati funesti ed è quindi spesso associato alla morte e alla commemorazione dei defunti. Contrariamente, il mondo Orientale attribuisce al crisantemo significati di felicità, vita ed è spesso usato come fiore da cerimonie, per celebrare matrimoni, compleanni e nascite. Un unico simbolo, svariati significati!

Come si è visto, sebbene in molti casi il linguaggio visivo riesca a rappresentare e trasmettere le informazioni in maniera più semplice e di immediata comprensione, esso non è sempre preferibile all'uso delle parole. L'uso del codice verbale è necessario ad arricchire la comunicazione di una maggiore quantità di informazioni, descrittive o narrative e, nonostante richieda uno sforzo cognitivo maggiore e l'attivazione di numerosi processi, spesso è preferibile e consigliabile. Codice visivo e codice verbale hanno prerogative specifiche e diversa efficacia comunicativa soprattutto in relazione al contesto, pertanto è necessario saper scegliere quale linguaggio utilizzare in relazione alla comunicazione da svolgere.

Capitolo 2

Information Visualization

La scelta di comunicare attraverso il codice visivo o il codice verbale deve essere fatta tenendo conto della natura delle informazioni da trasmettere. Una prima differenza si coglie distinguendo informazioni qualitative e informazioni quantitative: nel primo caso si ha a che fare con argomentazioni descrittive che devono essere comunicate attraverso il linguaggio verbale, per iscritto o mediante la comunicazione orale, nel secondo caso le informazioni sono costituite per lo più da numeri, dati e quantità, appunto, che difficilmente si riescono a descrivere a parole. Le informazioni frutto di ricerche quantitative sono di maggiore comprensione se rappresentate graficamente, attraverso un linguaggio visivo che proponga illustrazioni esplicative e comprensibili al pubblico ricevente. Sembra plausibile sostenere la profonda diversità dei due diversi approcci, ma realmente le differenze tra ricerca qualitativa e quantitativa sono individuabili solo teoricamente. In effetti, le ricerche mescolano spesso aspetti qualitativi e quantitativi e su questo aspetto si basa l'idea della loro incerta distinguibilità, sostenuta dallo studioso Campelli:

« [...] non esiste un solo atto, una sola decisione di ricerca che non sia un inestricabile mix di qualità e quantità. [...] L'una e l'altra costituiscono aspetti inevitabilmente compresenti e largamente indistinguibili di ogni concreto passo di indagine.»
(Campelli)⁷

Che i due tipi di ricerca e analisi siano differenti su molti aspetti teorici e tecnici non v'è dubbio, ma, se si considerano come complementari, non bisogna dimenticare che essi meritano e necessitano di essere rappresentati

⁷ E. Campelli. *Metodi qualitativi e teoria sociale*, in C. Cipolla, A. de Lillo (a cura di), *Il sociologo e le sirene. La sfida dei metodi qualitativi*, pp. 17-36, cfr. pp. 30-31. Franco Angeli, Milano, IT. (1996)

diversamente. Sulla comprensibilità non esistono compromessi, in quanto devono essere presentati al pubblico nella maniera più corretta, che non faccia sconti sull'efficacia della loro comunicazione. Come si è visto, la produzione di dati genera risultati che devono essere comunicati al pubblico in forme di output diverse sulla base della loro natura. Nel dettaglio, la rappresentazione dei dati quantitativi si realizza sulla base di concetti come Visual Data Mining e Information Visualization. Ogni ricerca, sia essa di tipo qualitativo o quantitativo, produce un insieme di dati che necessitano di essere elaborati e analizzati, con lo scopo di costruire un risultato che soddisfi le domande di ricerca. Tuttavia, la vera sfida del ricercatore è riuscire a trovare le preziose informazioni nascoste all'interno dei dati. Se i dati sono presentati testualmente, la quantità di dati che può essere visualizzata è nella gamma di un centinaio di elementi di dati, ma, considerando insiemi di dati che contengono milioni di elementi di dati, si può ben capire che questi sono solo una goccia nell'oceano di informazioni in circolazione⁸. L'esplorazione di grandi insiemi di dati è un problema complesso da gestire per l'analista. Le tecniche di Information Visualization hanno un elevato potenziale e possono aiutare a risolvere il problema. L'obiettivo finale è quello di aumentare il già elevato potenziale della tecnologia per consentire una migliore, più veloce e più intuitiva esplorazione delle risorse in set molto grandi di dati.

2.1 Visual Representation: rappresentare visivamente i dati

La globalizzazione dell'economia e della comunicazione, ma soprattutto i rapidi progressi nella tecnologia (e non solo la comunicazione e la tecnologia dell'informazione), ci hanno portato, negli ultimi anni, a quello che alcuni studiosi definiscono come *information pollution* (letteralmente, "inquinamento

⁸ D.A. Keim. *Information Visualization and Visual Data Mining*. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 7, n° 1. (2002)

informativo”)⁹. In realtà non si tratta di un'esplosione di informazioni, ma piuttosto un'esplosione di dati, che abbiamo continuamente la necessità di osservare, elaborare e sviluppare, per migliorare le nostre attività personali o professionali. Le informazioni vengono costruite ed elaborate partendo da questo afflusso continuo e costante di dati cui siamo passivamente o attivamente sottoposti. Pertanto, abbiamo bisogno di metodi efficaci che ci permettano di guardare attraverso queste informazioni per trarne indicazioni utili o per ottenere materiale adeguato nel scegliere di prendere una decisione piuttosto di altre. Come si è visto nel Capitolo 1, esistono situazioni in cui è preferibile utilizzare il linguaggio visivo anziché le parole. In generale, la comunicazione visiva ha il vantaggio di utilizzare alcune proprietà grafiche che vengono elaborate più velocemente e con maggiore efficienza. Gli attributi visivi come colore, dimensione, prossimità, e movimento vengono immediatamente colti ed elaborati dalla capacità percettiva della vista, prima ancora che i complessi processi cognitivi della mente umana entrino in gioco. Un chiaro esempio di come l'occhio umano riesca a catturare un numero più elevato di informazioni da elementi visivi, piuttosto che da dati che necessitino di un processo di elaborazione a livello cognitivo è riportato qui in basso. Ogni numero è rappresentato in due modi differenti: a sinistra in cifre e a destra attraverso una barra orizzontale.

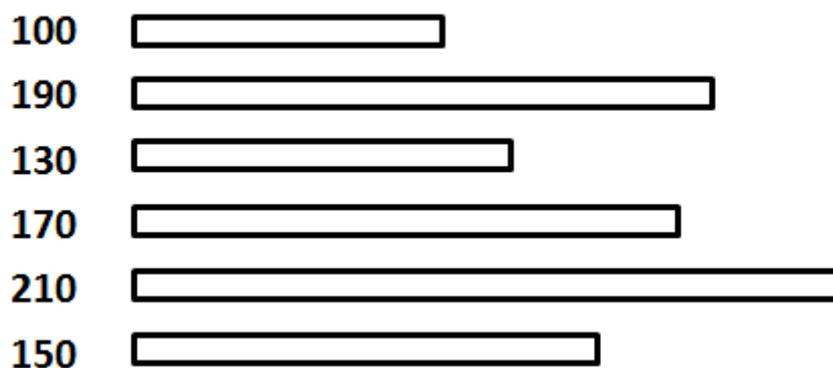


Figura 2.1. Esempio di rappresentazione visiva dei dati

⁹ Riccardo Mazza. *Explorative Analysis*, in *Introduction to Information Visualization*, pp. 5-6, Springer-Verlag, Londra, UK. (2009)

Supponiamo di dover disporre i valori numerici in ordine crescente. È possibile percorrere due vie: la prima consiste nel leggere ogni numero e attivare un esercizio cognitivo che ci permetta di “ripescare” le conoscenze matematiche in nostro possesso e determinare quali siano i valori minimi e massimi, collocando gli altri nel mezzo. Un secondo metodo si avvale dell’aiuto della rappresentazione grafica: visivamente appare subito evidente la differenza di lunghezza tra le diverse barre e, una volta associato che a barra più corta corrisponde numero più basso, non sarà difficile seguire l’ordine di grandezza delle barre per disporre i numeri in ordine crescente e, all’occorrenza, procedere all’inverso. Questo tipo di metodo prevede che le informazioni vengano processate dalla percezione visiva, che riconosce immediatamente la lunghezza delle linee e le mette in relazione ai valori che rappresentano. Questo esempio ci permette di ricordare che il cervello umano è una macchina che processa continuamente un numero imponente di dati e informazioni. In questo modo possiamo facilmente individuare, in una o più raccolte di dati, i valori massimi e minimi, l’esistenza di relazioni tra i dati, il raggruppamento, le tendenze, le lacune, o valori di interesse. Di conseguenza, le rappresentazioni visive ci permettono di comprendere i sistemi complessi, prendere decisioni e trovare le informazioni che altrimenti potrebbero rimanere nascoste all’interno dei dati. L’analisi esplorativa dei dati è una delle applicazioni che più beneficia dalle rappresentazioni visive e dalla capacità di analisi dalla percezione visiva e del sistema cognitivo umano. Essa è stata utilizzata per anni per facilitare l’identificazione di oggetti, relazioni, regolarità, o modelli. Jacques Bertin, un cartografo francese che nel 1967 definì gli elementi fondamentali di ogni rappresentazione visiva, descrive l’analisi esplorativa come “il mezzo visivo per risolvere problemi logici”¹⁰. Per meglio spiegare questo concetto, si propone l’esempio considerato da Riccardo Mazza nel suo *Introduction to Information Visualization*¹¹ in merito all’analisi esplorativa. La Figura 2.2¹² mostra alcuni

¹⁰J. Bertin. *Graphics and Graphic Information Processing*. Walter deGruyter, Berlin, DE. (1981)

¹¹Riccardo Mazza. *Explorative Analysis* in *Introduction to Information Visualization*, pp. 5-6, Springer-Verlag, Londra, UK. (2009)

¹²Fonte originale: <http://www3.cancer.gov/atlas/>

dati statistici sulla mortalità causata dal cancro negli Stati Uniti, nel periodo 1970-1994. Nella foto, gli Stati sono rappresentati con una scala di colori che vanno dal blu al rosso, a seconda della percentuale dei casi di mortalità. Grazie al colore, siamo in grado di individuare le aree geografiche con valori nella media (bianco), al di sotto della media (tonalità blu) e superiori alla media (tonalità di rosso). È evidente come i casi sopra la media, si trovino prevalentemente lungo la costa orientale e nel sud-est degli Stati Uniti. L'*American National Cancer Institute* produsse questa e molte altre immagini allo scopo di identificare possibili cause per l'insorgenza di tumori. In realtà, è ormai quasi certo che la maggior parte dei casi di cancro sono associati in qualche modo agli stili di vita che le persone adottano e ad altri fattori ambientali. La rappresentazione non fornisce una spiegazione sul motivo per cui l'incidenza di morte è più alta in alcuni Stati che in altri, ma può suggerire ai ricercatori di svolgere studi epidemiologici specifici nelle regioni segnalate, così da individuare altri fattori che aumentano il rischio di cancro. In ambito medico, questo tipo di analisi permette di sviluppare campagne di prevenzione ad hoc, preservando la popolazione da eventuali criticità e comportamenti negativi, che possono favorire l'insorgere di malattie mortali.

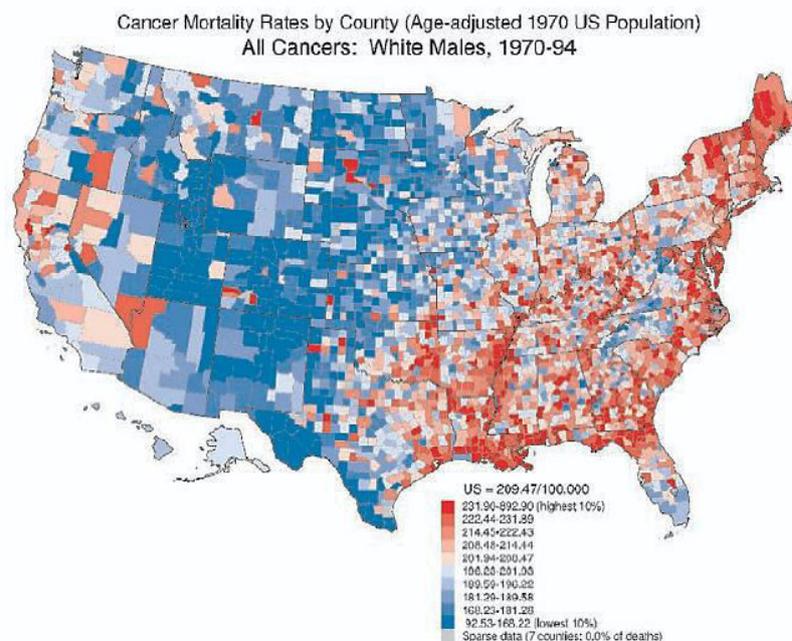


Figura 2.2 Mappa tratta da *Introduction to Information Visualization* di R. Mazza

Secondo Robert Spence¹³, professore emerito di ingegneria dell'informazione, esistono molti usi del termine "visualizzazione", che letteralmente indica l'attività in cui ogni essere umano è coinvolto come in una costruzione interna delle mente. Considerando questo, si può assumere che la visualizzazione è un'attività cognitiva facilitata da rappresentazioni visive esterne da cui le persone costruiscono una rappresentazione mentale interna del mondo. Nonostante i calcolatori elettronici odierni possano facilitare questo processo grazie ad alcuni strumenti di visualizzazione, rimane di fondo un'attività che si verifica nella mente. Si può dire, comunque, che il termine *Information Visualization* fu coniato dai ricercatori dello *Xerox Palo Alto Research Center*, alla fine degli anni Ottanta, per distinguere una nuova disciplina che si occupava della creazione di artefatti visivi per ampliare la conoscenza.

2.1.1. Dall'informazione alla conoscenza: il processo del "continuum di comprensione"

Nel suo saggio *Information Design*¹⁴, Nathan Shedroff analizza come avviene il processo di comprensione dei dati. L'autore definisce questo processo come il "continuum di comprensione" e lo descrive come un continuum che genera informazioni dai dati, le trasforma in conoscenza e infine in "sapere". Nel dettaglio:

1. I dati sono entità che, di per sé, hanno assenza di qualsiasi significato. Essi costituiscono i "mattoni" con cui costruiamo le informazioni e i nostri processi comunicativi.
2. I dati da soli non sono sufficienti a stabilire un processo comunicativo. Per dare un senso a questi dati, essi devono prima essere elaborati, poi organizzati e infine presentati in un formato adatto. Questa trasformazione, insieme alla manipolazione dei dati, produce informazioni generate dall'organizzazione del singolo dato in una

¹³ R. Spence. *Information Visualization*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, USA. (2001)

¹⁴ R. Jacobson Editore. *Information Design*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA. (1999)

forma significativa, presentandolo in modo significativo e appropriato e comunicando il contesto in cui si trova.

3. Quando informazione ed esperienza si integrano, si crea la conoscenza, il cui sviluppo è il principale obiettivo di ogni processo comunicativo.
4. Il “sapere” è il più alto livello della comprensione e può essere definito come la fase in cui una persona ha acquisito un tale livello avanzato di conoscenza di processi e relazioni che è poi in grado di esprimere un giudizio qualificato sui dati. Il “sapere” (o saggezza) è auto-indotto attraverso la contemplazione, lo studio e l'interpretazione della conoscenza, ma, a differenza di quest'ultima, non può essere trasmesso o insegnato direttamente.

La figura 2.3 mostra il processo:

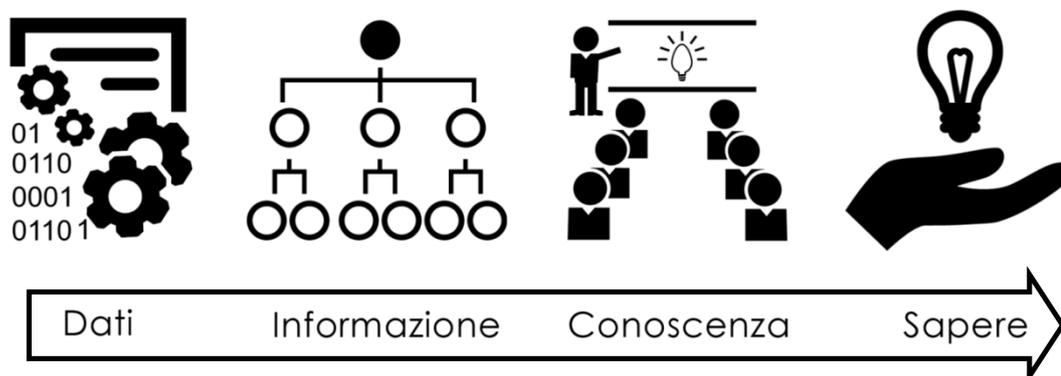


Figura 2.3. Processo del “continuum di comprensione” secondo N. Shedroff¹⁵

L'Information Visualization si colloca tra i dati e le informazioni: fornisce i metodi e gli strumenti con cui organizzare e rappresentare i dati per produrre informazioni. Fondamentalmente, i processi cognitivi umani creano informazioni traendole dai dati che gli vengono sottoposti; l'intento di migliorare il processo cognitivo attraverso la rappresentazione grafica di questi dati, facendo uso della capacità percettiva del sistema visivo umano è alla base dell'Information Visualization. La diffusa disponibilità di computer

¹⁵Rielaborazione personale della Figura 1.7 tratta da R. Mazza, *From data to wisdom* (par. 1.5) in *Introduction to Information Visualization*, p. 9

sempre più potenti e meno costosi, combinato con le novità tecnologiche avanguardiste nella grafica digitale, hanno reso possibile per tutti avere accesso ai sistemi con cui interagire e manipolare le rappresentazioni visive in tempo reale ed esplorare i dati che vengono visualizzati in varie forme e rappresentazioni. Robert Spence insiste sul fatto che il processo di visualizzazione dei dati, in altre parole l'attività di una persona che osserva una rappresentazione visiva del contenuto, è un'attività cognitiva con cui le persone possono costruire modelli mentali di dati, o piuttosto una rappresentazione interna del mondo intorno a loro, in cui riescono ad approfondire e comprendere tali dati. Il termine "modello mentale" fu usato per la prima volta da Kenneth Craik¹⁶ nel 1943 ed è oggi principalmente utilizzato dagli studiosi di psicologia cognitiva per descrivere come gli esseri umani ricavano conoscenza dal mondo esterno. La formazione di un modello interno è aiutata dalle proprietà visive di ciò che ci circonda, che, a loro volta, concorrono nella costruzione di una "mappa visiva" dei dati che vengono visualizzati.

2.2 Valutazione dell'Information Visualization

La ricerca nell'Information Visualization sta diventando sempre più importante e consolidata. Uno dei motivi che può essere importante per discutere la valutazione delle visualizzazioni delle informazioni, in generale, è che è stato suggerito che le valutazioni attuali non sono abbastanza convincenti al fine di incoraggiare una diffusa adozione di strumenti di visualizzazione dei dati¹⁷. Per attirare l'interesse dei potenziali utilizzatori di questi potenti strumenti, le InfoVis devono essere testate con utenti reali e sulla base di grandi e complessi insiemi di dati. Tuttavia, la scelta di un contesto così realistico renderà difficile ottenere un campione di partecipanti abbastanza grande che permetta di ottenere misure più precise. Piuttosto

¹⁶K. Craik. *The Nature of Explanation*. Cambridge University Press, UK (1943)

¹⁷C. Plaisant. *The Challenge of Information Visualization Evaluation*, in Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces, pp. 109–116. Gallipoli, IT. (2004)

che cercare un'unica metodologia, è probabilmente necessario prevedere una varietà di metodologie di valutazione che insieme portino a ottenere il tipo di risposte ricercate. Le ricerche empiriche nell'Information Visualization si riferiscono all'interazione Uomo-Computer (HCI), alla psicologia percettiva e al ragionamento cognitivo. Agli inizi degli anni '80 del Novecento, quando il primo personal computer cominciò a circolare al di fuori delle Università e dei Laboratori di ricerca militari, l'unico software disponibile richiese un notevole livello di competenza per poter essere utilizzato. Le interfacce utente erano complicate soprattutto a causa della poca cura per l'aspetto di interazione con l'utente. Le interfacce del primo software obbligarono gli utenti di adattarsi al sistema, piuttosto che questo si adattasse al "funzionamento" degli utenti¹⁸. Il problema divenne evidente soprattutto quando il software cominciò a essere utilizzato da persone comuni e non solo dai professionisti dei *data center*. Per studiare il problema da un punto di vista scientifico, nacque, nel 1980, la disciplina *Human-Computer Interaction* (HCI), che utilizza tecniche analitiche ed empiriche per valutare gli effetti dell'interazione degli utenti con i computer. Un tipico processo di valutazione di un sistema in HCI ha i seguenti obiettivi¹⁹:

- Valutare la funzionalità del sistema, ossia verificare che il sistema soddisfi tutte le funzioni richieste dall'utente
- Analizzare gli effetti del sistema sugli utenti finali attraverso una metodologia che valuta gli aspetti connessi ai fattori umani
- Identificare ogni possibile problema che potrebbe sorgere con gli utilizzatori finali del sistema

La valutazione di un sistema può essere compiuta durante la fase di progettazione di un'applicazione o con un prototipo funzionante. Nel primo caso, si parla di *valutazione formativa*, rivolta a identificare i potenziali problemi e indicando come sia possibilmente migliorare la progettazione del

¹⁸C. Lewis, J. Rieman. *Task-Centered User Interface Design: A Practical Introduction*. Boulder, Colorado, USA (1993)

¹⁹A. Dix, J. Finlay, G. Abowd, and R. Beale. *Human-Computer Interaction*. Pearson Education, Prentice Hall, Harlow, 2nd edition (1998)

sistema. Nel secondo caso, si parla di *valutazione sommativa*, spesso effettuata su un campione di utenti finali per identificare possibili miglioramenti da applicare nella versione finale del sistema²⁰. Nel caso di applicazioni basate su rappresentazioni visive, due sono le fasi più importanti: la specifica dei requisiti e la valutazione. Tutti i progetti dovrebbero iniziare con una rigorosa specifica dei requisiti, raccolta da potenziali utenti del sistema attraverso interviste, questionari, ecc. Anche la valutazione deve essere attentamente pianificata: essa dovrebbe prendere in considerazione la capacità del prodotto di soddisfare i requisiti specifici degli utenti, la sua efficacia e la sua efficienza. I criteri che sono solitamente considerati in fase di analisi sono funzionalità, efficacia, efficienza, usabilità e utilità. Oltre alle domande di usabilità, anche domande circa le questioni percettive e la comprensibilità sono importanti nel valutare l'opportunità di una codifica di rappresentazione e la leggibilità delle immagini. Una domanda che sta alla base del successo di un'InfoVis è se questa mette in luce o promuove la comprensione dei dati. Spesso, i compiti di elaborazione delle informazioni e analisi sono complessi e mal definiti. Le possibili intuizioni sono soggettive e variano in base al caso in questione, quindi sono difficili da definire e da misurare. Plaisant²¹ descrive questa sfida come "*rispondere alle domande che non sapevi di avere*". Considerare i fattori che definiscono i sistemi adattativi complessi, può aiutare a far luce sulle difficoltà in cui versa la ricerca empirica nella visualizzazione delle informazioni. Questi fattori includono la non linearità e la causalità interna, se per esempio si considerano i processi di ricerca e verifica, nel bel mezzo di una ricerca è possibile voler smettere di verificare una scoperta e durante un processo di verifica di una serie di risultati, può esserci la necessità di tornare alla fase di ricerca.

²⁰T. Zuk, L. Schlesier, P. Neumann, M.S. Hancock, S. Carpendale. *Heuristics for Information Visualization Evaluation*, in Proceedings of the Workshop BEYond Time and Errors: Novel Evaluation Methods for Information Visualization (BELIV 2006), held in conjunction with the Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI 2006), ACM Press, New York, USA. (2006)

²¹Plaisant, C., *The Challenge of Information Visualization Evaluation* in Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces, pp. 109–116. Gallipoli, IT. (2004)

«Gli esperimenti controllati rimangono il cavallo di battaglia di valutazione, ma c'è un senso crescente che i sistemi di visualizzazione delle informazioni hanno bisogno di nuovi metodi di valutazione, da studi longitudinali sul campo, valutazione basata intuizione e altre metriche adeguate agli aspetti percettivi della visualizzazione, nonché la natura esplorativa della scoperta.»
(BELIV06)²²

Tutti i metodi di valutazione offrono vantaggi e svantaggi. Un obiettivo importante della ricerca empirica è scegliere i metodi di ricerca più appropriati in base al contenuto, alle idee e al contesto. Il fatto che i metodi forniscano e limitino l'evidenza suggerisce che fare uso di un'ampia varietà di metodologie consentirà, nel tempo, di rafforzare la comprensione. Conseguentemente, condurre una maggiore varietà di studi e promuoverli pubblicando ricerche che impiegano una maggiore varietà di metodologie, contribuirà a sviluppare una migliore comprensione del valore delle InfoVis e il loro potenziale. La valutazione dei sistemi che fanno uso di rappresentazioni visive, proprio come gli altri sistemi che coinvolgono l'interazione diretta con gli esseri umani, è un compito complesso. In particolare, è molto difficile creare un modello di valutazione che dia un giudizio obiettivo sull'efficacia e sull'utilità di un certo tipo di visualizzazione. Due utilizzatori posti di fronte la stessa rappresentazione visiva potrebbero esprimere giudizi completamente diversi e contrastanti. L'esperienza, le conoscenze pregresse e le capacità percettive e cognitive possono variare da persona a persona e queste differenze possono essere la motivazione della discordia in giudizio. Chaomei Chen sul suo articolo²³ sui dieci problemi irrisolti delle InfoVis colloca sul podio i problemi legati a fattori umani (problemi di usabilità, comprensione di attività percettivo-cognitive elementari, conoscenza pregressa). L'autore evidenzia in questo modo la mancanza di metodi di valutazione delle visualizzazioni che coinvolgono gli utenti reali e che considerano le loro attività percettivo-cognitive. Diverso da

²²BELIV06: BEyond time and errors: novel evaluation methods for Information Visualization. Workshop di AVI2006 International Working Conference. Call for Papers, Venezia, IT. (2006)

²³Chaomei Chen. *Top 10 unsolved information visualization problems*. IEEE Computer Graphics and Applications, 25(4) pp. 12–16. (2005)

un'interfaccia utente comune, un sistema che utilizza rappresentazioni visive deve essere valutato non solo in termini di usabilità e di efficacia dell'interfaccia, ma anche per le informazioni che riesce a comunicare agli utenti attraverso processi percettivi e cognitivi. I sistemi che utilizzano rappresentazioni visive hanno adottato tecniche di interazione uomo-computer, che possono essere suddivise in due categorie: *valutazioni analitiche* e *valutazioni empiriche*.

I **metodi di valutazione analitica** provengono dai modelli psicologici dell'interazione uomo-macchina e si basano principalmente su studi cognitivi e comportamentali. Questi tipi di valutazioni sono spesso utilizzati per giudicare l'usabilità delle interfacce dei sistemi software, in particolare nelle fasi iniziali dello sviluppo, per individuare eventuali problemi e indicare modifiche al fine di migliorare l'aspetto dell'interazione con l'utente.

I **metodi di valutazione empirica** si basano sulla realizzazione di esperimenti che fanno uso di prototipi funzionanti dei sistemi e coinvolgono gli utenti finali dell'applicazione. Gli esperimenti possono essere suddivisi in *studi quantitativi* e *studi qualitativi*, in base al tipo di dati raccolti. La tecnica utilizzata per raccogliere dati quantitativi è l'esperimento controllato, mentre, per i dati qualitativi, esiste una gamma più ampia di opzioni a disposizione, tra cui le interviste con gli utenti, le osservazioni dirette, e i *focus group*.

In conclusione, una corretta valutazione può rivelare potenziali problemi e indicare quali azioni devono essere effettuate per migliorare la qualità della rappresentazione visiva. Le valutazioni empiriche possono essere eseguite in forma di studi quantitativi e studi qualitativi, con l'obiettivo di fornire un feedback sulla funzionalità, l'efficacia, l'efficienza e l'utilità di una rappresentazione visiva. Nessun metodo empirico è perfetto, ossia c'è sempre un compromesso tra generalizzabilità, precisione e realismo. Mentre vi è un crescente riconoscimento da parte della comunità di ricerca che la valutazione dell'Information Visualization sia un processo difficile, il riconoscimento di questa difficoltà non ha in sé fornito risposte immediate su come affrontare questo problema. In generale, com'è possibile distinguere

una buona rappresentazione visiva? Da un punto di vista pragmatico, possiamo subito dire che la rappresentazione visiva è considerata di "buona qualità" quando soddisfa pienamente i requisiti analitici di coloro per i quali essa era stata concepita e i requisiti di comunicazione. Ma come possiamo passare da un insieme di dati astratto ad una rappresentazione visiva che sia significativa per i dati che rappresenta e, allo stesso tempo, che possa essere utile per l'estrazione e l'acquisizione di nuove conoscenze? Non esiste nessuna formula magica che, dato un insieme di dati, ci mostri sistematicamente quale tipo di rappresentazione utilizzare. Questo dipende dalla natura dei dati, dal tipo di informazioni che essa cerca di rappresentare e dai suoi utenti finali, ma, soprattutto, dipende dall'esperienza pregressa, dalla creatività e dalla competenza di chi progetta la rappresentazione. Edward R. Tufte fu il pioniere in quest'ambito e nei suoi numerosi scritti esamina e analizza la rappresentazione visiva delle informazioni quantitative. Nel prossimo paragrafo si approfondiranno le sue teorie.

Capitolo 3

Information Design

3.1 Edward R. Tufte: il pioniere dell'Information Design

Edward Tufte è certamente l'esperto più prominente nel mondo dei grafici statistici per tutto ciò che coinvolge l'eccellenza della rappresentazione visiva. Le sue opere *The Visual Display of Quantitative Information*, *Envisioning Information*, *Visual Explanations* e il suo ultimo lavoro, *Beautiful Evidence*, sono vere pietre miliari nel campo dei grafici statistici. Edward Rolf Tufte nasce a Kansas City, in Missouri, nel 1942, si diploma nel 1960 alla Beverly Hills High School, ottenendo il Bachelor (B.A.) e il Master (M.A.) in statistica alla Stanford University e il dottorato in scienze politiche all'Università di Yale. Tufte inizia la sua carriera come docente di economia politica e analisi dei dati alla scuola Woodrow Wilson dell'Università di Princeton, dove, nel 1975, tiene corsi di statistica a un gruppo di giornalisti, svolgendo un insieme di lezioni e conferenze sui grafici statistici. Il materiale di questi corsi diviene la base per il suo primo libro sull'information design, *The Visual Display of Quantitative Information*, che gli assicura il passaggio da politologo a esperto dell'informazione. Tufte è un difensore del minimalismo nella rappresentazione del dato e dell'eliminazione di tutti gli attributi che disturbano la comprensione: da qui il termine "chartjunk" che letteralmente indica l'insieme di elementi contenuti in un grafico che non sono necessari a comprendere la rappresentazione delle informazioni nel grafico. Tufte pone il focus sulla completa ed efficace comprensione del messaggio da trasmettere e al lavoro necessario per raggiungere tale obiettivo usando la quantità minima di "inchiostro".²⁴

²⁴Edward R. Tufte. *The Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Press, Cheshire, Connecticut, USA. (1983)

«Un buon design ha due elementi fondamentali: l'eleganza grafica si trova spesso nella semplicità del design e nella complessità dei dati. Grafiche visivamente attraenti si rafforzano anche grazie a contenuti e interpretazioni al di là della visualizzazione immediata di alcuni numeri.»

(E. R. Tufte)²⁵

Secondo Tufte, una buona immagine è una presentazione ben costruita di dati "interessanti", è qualcosa che unisce la sostanza, la statistica e la progettazione. Essa intende presentare e comunicare idee complesse in modo chiaro, preciso ed efficiente. Più in generale, l'immagine mira a fornire allo spettatore "il maggior numero di idee, nel minor tempo possibile, utilizzando la minor quantità di inchiostro, in uno spazio ridottissimo". Tufte e Bertin²⁶ segnalano numerosi casi di rappresentazione visiva che, più o meno intenzionalmente, possono portare a interpretazioni errate. Tufte introdusse il concetto di "integrità visiva", secondo cui l'immagine non deve in alcun modo distorcere o creare false interpretazioni dei dati. La rappresentazione di dati numerici, così come esse sono fisicamente sulla superficie dell'immagine, dovrebbe essere direttamente proporzionale alla quantità numerica rappresentata. Uno dei criteri a cui, secondo Tufte, è necessario prestare attenzione è la quantità di elementi presenti in una rappresentazione visiva: è importante non sovraccaricare il lettore con troppi elementi, che potrebbero essere inutili o dannosi ai fini dell'apprendimento. Per evitare la rappresentazione delle informazioni ridondanti e inutili nell'immagine, Tufte definisce un criterio molto semplice: fondamentalmente, è necessario calcolare quanto inchiostro è stato utilizzato per rappresentare senza ambiguità i dati reali e confrontarlo con la quantità di inchiostro utilizzata per arricchire visivamente le immagini con decorazioni e altri elementi visivi. L'obiettivo è quello di massimizzare il rapporto di dati–inchiostro, eliminando eventuali elementi non essenziali. Un modo per farlo è quello di rivedere e

²⁵Edward R. Tufte. *Aesthetics and Technique in Data Graphical Design* in *The Visual Display of Quantitative Information*. pagg. 177-190, Graphic Press, Cheshire, Connecticut, USA. (1983)

²⁶Edward R. Tufte. *The Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Press, Cheshire, Connecticut, USA. (1983)

Jacques Bertin. *Graphics and Graphic Information Processing*. Walter deGruyter, Berlin, DE (1981)

riprogettare l'immagine, eliminando gradualmente gli elementi decorativi, gli inserti, i confini e tutti gli elementi visivi non attinenti ai dati. Secondo Tufte, inoltre, l'eleganza visiva si raggiunge quando la complessità dei dati corrisponde alla semplicità del design. La grafica elegante è progettata con grande attenzione al dettaglio, evitando decorazioni prive di contenuto e nella scelta di un formato appropriato e un design coerente.

«Il design è una scelta. La teoria della visualizzazione delle informazioni quantitative consiste in principi che generano opzioni di progettazione [...]. I principi non dovrebbero essere applicati in modo rigido [...]; non sono logicamente o matematicamente certi; ed è meglio violare un principio che posizionare marchi sgraziati o poco eleganti sulla carta. La maggior parte dei principi di progettazione deve essere accolta con un certo scetticismo, [...]. Ciò che è da ricercarsi nei design per la visualizzazione delle informazioni è la chiara rappresentazione della complessità. Non la complicazione del semplice; piuttosto il compito del progettista è di dare accesso visivo al sottinteso e al difficile, ovvero la rivelazione del complesso.»
(E. R. Tufte)²⁷

Riassumendo²⁸, i principi di Tufte elaborati nella sua opera del 1983 e che costituiscono le pietre miliari su cui si fonda la letteratura in materia di Information Visualization sono:

- Le rappresentazioni grafiche dovrebbero:
 1. Mostrare i dati
 2. Indurre l'osservatore a riflettere sulla sostanza piuttosto che sulla metodologia, la progettazione grafica, la tecnologia di produzione grafica, o qualcos'altro
 3. Evitare di distorcere quanto i dati stanno comunicando
 4. Presentare molti numeri in uno spazio ridotto
 5. Rendere coerenti data set di grandi dimensioni
 6. Incoraggiare l'occhio a comparare differenti porzioni di dati

²⁷Edward R. Tufte. *Epilogue: Designs for the Display of Information in The Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Press, Cheshire, Connecticut, USA (1983)

²⁸T. J. Lensing. *Assessing the design characteristics of effective data visualizations*. An Applied Project Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Science in Technology. Appendix A, pp. 68-70. Arizona State University, USA. (August 2014)

7. Rivelare i dati a diversi livelli di dettaglio, da una visione ampia alla struttura di base
 8. Guardare a uno scopo preciso: descrizione, esplorazione, tabulazione o abbellimento
 9. Integrarsi con le descrizioni statistiche e verbali del data set
- I principi dell'eccellenza grafica:
 1. L'eccellenza grafica è la presentazione *well-designed* di dati interessanti
 2. L'eccellenza grafica consiste in idee complesse comunicate con chiarezza, precisione ed efficienza
 3. L'eccellenza grafica è ciò che dà all'osservatore il più gran numero di idee nel minor tempo possibile, con il minimo di inchiostro (*data-ink*) nello spazio più piccolo possibile
 4. L'eccellenza grafica si raggiunge raccontando la verità con i dati
 - L'integrità grafica è la conseguenza dei seguenti presupposti:
 1. La rappresentazione dei numeri dovrebbe essere direttamente proporzionale ai quantitativi numerici rappresentati
 2. L'etichettatura chiara, dettagliata e accurata dovrebbe essere usata per sconfiggere l'ambiguità e la distorsione grafica
 3. Mostrare le variazioni dei dati, non le variazioni di design
 4. Le grafiche non devono citare dati al di fuori del contesto di riferimento
 - L'estetica:
 1. Usa parole, numeri e figure insieme
 2. Riflette un bilancio, una proporzione
 3. Mostra una complessità di dettagli accessibile
 4. Spesso ha una qualità narrativa, una storia da raccontare sui dati
 5. È disegnata in modo professionale, con accurati dettagli tecnici di produzione
 6. Evita il *chartjunk*

3.2 Il ruolo del Design nell'Information Visualization

L'Information Visualization è tradizionalmente vista come un insieme di metodi per il supporto degli esseri umani per comprendere e analizzare set di dati complessi. La grafica web e l'ottimizzazione algoritmica, assieme alla ricerca accademica nella visualizzazione delle informazioni collaborano per il sostegno degli utenti esperti nell'esecuzione di esplorazione di dati complessi e nell'attività di analisi come metodo efficiente ed efficace²⁹. Tali metodologie avanzate di Information Visualization sono spesso interpretate come strumenti scientifici. Questi strumenti consentono l'esplorazione, la scoperta dell'imprevisto e la soggettiva interpretazione dei dati, di conseguenza, tecniche di visualizzazione di informazioni esistenti coprono un ampio spettro di campi di applicazione, ma principalmente consistono in soluzioni che risolvono compiti ben definiti e specializzati. Negli ultimi anni, tuttavia, sia la crescente prevalenza di competenze nello sviluppo software e la crescente accessibilità al pubblico di fonti di dati hanno avuto un effetto significativo sulle pratiche di visualizzazione di informazioni³⁰. Un numero crescente di artisti e designer hanno applicato i principi dell'Information Visualization come un mezzo potente di espressione. Allo stesso tempo, il pubblico utente tipico di information visualizations è aumentato da un numero limitato di esperti altamente qualificati ad esperti dei dati per le grandi masse laiche. Con la sua intrinseca capacità di rappresentare dati complessi in forma comprensibile, l'Information Visualization è stata adottata dai grandi media e da organizzazioni educative e governative³¹. Due applicazioni di una medesima tecnica di visualizzazione possono differire qualitativamente in termini di attenzione al design e progettazione visiva. Sarebbe comunque difficile, confrontandole, definirne la qualità complessiva (cioè appropriatezza, attrattiva, bellezza, efficacia, appello) o la forma visiva. Se si

²⁹R. Amar, J. Stasko. *Knowledge Precepts for Design and Evaluation of Information Visualizations*. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphic 11(4): pp. 432-442. (2004)

³⁰G. Judelman. *Aesthetics and Inspiration for Visualization Design: Bridging the Gap between Art and Science*. International Conference on Information Visualisation (IV'04), IEEE; pp. 245-250. (2004)

³¹J. Heer et al. *Information Visualization: Human-Centered Issues in Visual Representation, Interaction, and Evaluation*. Springer, pp. 92-133. (2008)

considerano due esempi appartenenti a due contesti differenti e opposti come quello scientifico e quello “popolare”, si può individuare una possibile spaccatura tra la ricerca accademica in termini di visualizzazione di informazioni e la pratica commerciale. Questa divergenza è più evidente se si pone l'attenzione sui ruoli espliciti delle relazioni tra i concetti di forma, funzione e contenuto. In effetti, questioni complesse e socialmente rilevanti potrebbero essere meglio comunicate ad un vasto pubblico attraverso i media popolari utilizzando una visualizzazione artistica e coinvolgente. Un processo di progettazione può essere il risultato di diversi approcci al design. Esistono molte definizioni di design, con connotazioni varie nei diversi campi, in questo contesto si caratterizza come la concezione e la realizzazione di “nuove cose”. Di conseguenza, la progettazione è un modello di comportamento impiegato nell'inventare le cose di valore che non esistono ancora. L'obiettivo della progettazione è lo sviluppo di una nuova tecnica, che spesso deve essere la prima soluzione efficace per il trasporto di un determinato set di dati. Il vincolo di progettazione più impegnativo sono i limiti percettivi e cognitivi delle capacità umane, che possono impedire la comprensione efficace e completa di un set di dati molto complesso. Diversi requisiti e vincoli impliciti sono coinvolti nello sviluppo di InfoVis, la cui disciplina mira a raggiungere un equilibrio funzionale tra gli aspetti di utilità, la solidità e l'attrattiva. L'utilità corrisponde alle nozioni classiche di funzionalità, usabilità e altre misure di prestazione quantitativa. Negli studi di valutazione della visualizzazione, questi aspetti sono generalmente definiti in termini di efficacia (l'accuratezza e completezza con cui gli utenti svolgono compiti specifici) ed efficienza (la quantità di risorse spese in relazione al criterio di efficacia). In generale, uno sviluppatore tenta di ottimizzare una visualizzazione per raggiungere massimi livelli di efficacia ed efficienza. La solidità si occupa di affidabilità e robustezza: nel contesto della visualizzazione di informazioni, essa si riferisce alla qualità dell'algoritmo di presentazione della visualizzazione. L'attrattiva si riferisce a ciò che è più comunemente chiamata *estetica*, ossia l'appeal e la bellezza di qualcosa. L'estetica non riguarda solo la forma visiva, ma include anche aspetti legati a

originalità, innovazione, novità e altri fattori soggettivi che riguardano la *user experience*. Inoltre, l'estetica può essere applicata a monte del manufatto progettato, ad esempio alla metodologia o alla struttura della soluzione stessa. Anche se la comprensione del ruolo dell'estetica è spesso proposta come una questione problematica irrisolta nel campo dell'Information Visualization, indagare i fattori che contribuiscono a migliorare l'estetica di una visualizzazione non è un obiettivo attuale. Numerosi studi sperimentali hanno dimostrato una relazione tra giudizio estetico soggettivo e usabilità apparente delle interfacce. Inoltre, si è dimostrato che le persone trascorrono più tempo sulla visualizzazione, se l'interfaccia è percepita come esteticamente piacevole. Risultati empirici recenti mostrano come gli abbellimenti estetici delle componenti *visual* di una rappresentazione non influenzino la precisione di interpretazione, tuttavia essi influenzano positivamente il richiamo a lungo termine di quanto visto. La nozione specifica del ruolo dell'estetica nella rappresentazione di informazioni fu proposta dallo scrittore Lev Manovich³², che coniò il termine *infoestetica*, descrivendola come una qualità visiva che esiste intrinsecamente ed è comunemente utilizzata nei campi dell'Information Visualization, nella progettazione di interfacce e in strumenti di analisi. Egli riconosce esplicitamente l'estetica come un criterio di progettazione chiave. Ispirati dalle teorie di Manovich, gli autori Lau e Vande Moere proposero il termine *estetica delle informazioni* sulla base del cui concetto individuarono tre potenziali caratteristiche che influenzano il coinvolgimento del pubblico:

1. Design di qualità con un preciso stile visivo che soddisfa la *user experience*;
2. Focus dell'InfoVis sui dati attraverso la comunicazione del loro significato
3. Strumenti di interazione che coinvolgano l'utente.

Siccome i dati rappresentati sono astratti e mancano pertanto di qualsiasi disposizione spaziale e della presenza fisica, il problema da risolvere

³²<http://manovich.net/>

riguarda la ricerca di un modo efficace per mappare questi dati in una forma visiva che sia percepibile e tangibile. In genere, ogni elemento all'interno di un determinato set di dati corrisponde a un singolo elemento visivo e, quindi, ogni attributo di un elemento di dati è collegato a un unico attributo visivo dell'elemento visivo corrispondente. Ispirata al modello di *interaction design* proposto da Daniel Fallman³³, il modello coniato da Moere e Purchase, rappresentato in Figura 3.1, considera tre domini del design.

- Il dominio *Visualization Studies* richiama le tipiche attività accademiche di ricerca, che hanno lo scopo di aggiungere spunti significativi ed empiricamente dimostrati ad un corpo generalizzato della conoscenza. Suoi obiettivi principali sono comprendere, spiegare e prevedere. La combinazione del suo background storico che contempla la scienza informatica e l'uso di domini applicativi suggerisce che la comunità di ricerca accademica ha avuto la tendenza a concentrarsi sugli aspetti di utilità e solidità della visualizzazione, in gran parte sottovalutando il ruolo dell'attrattiva.
- Il dominio *Visualization Practice* si riferisce a quelle attività di visualizzazione che sono compiute principalmente da imprese commerciali, il cui obiettivo principale è creare effetti grafici che siano “commerciabili”.
- Il dominio *Visualization Exploration* è simile *Visualization Practice*. La progettazione non si concentra su come affrontare i requisiti di utilità o solidità, ma piuttosto cerca di innovare o provocare lo stato attuale delle cose. In questo dominio il designer ha modo di focalizzare l'attenzione sull'attrattiva delle visualizzazioni che crea.

Sebbene le attività e gli strumenti utilizzati all'interno dei tre domini possano apparire simili in alcuni scenari, è utile riconoscere le loro differenze per accettare il design come una piattaforma interdisciplinare che può facilitare la condivisione delle conoscenze. I domini producono diversi tipi di InfoVis,

³³D. Fallman. *The Interaction Design Research Triangle of Design Practice, Design Studies, and Design Exploration*. *Design Studies* 24(3): pp. 4–18. (2008)

ognuno dal proprio punto di vista, è facile comprendere che l'innovazione si verifica nella sezione centrale del triangolo, in cui i tre domini si sovrappongono, condividendo competenze e conoscenza.

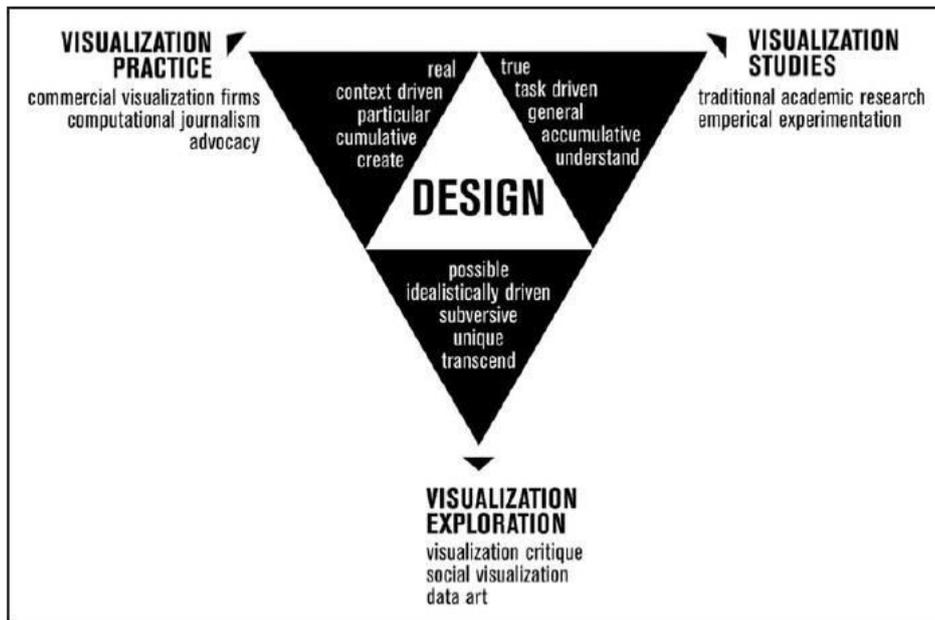


Figura 3.1. Modello dei tre ruoli del design dell'Information Visualization

Nel corso degli ultimi decenni, enormi progressi sono stati fatti per individuare le strutture cerebrali e meccanismi cognitivi che hanno permesso agli esseri umani di creare l'enorme *corpus* di conoscenze che ora possiedono. Diviene necessario riconoscere che le persone con le macchine e in gruppo, sono cognitivamente molto più potenti rispetto a una sola persona e i suoi pensieri. Secondo Hutchins³⁴, il pensiero non è qualcosa che si forma interamente all'interno delle persone, in realtà, parte del lavoro intellettuale è compiuto con occhi e orecchie chiusi. La maggior parte del pensiero nasce come una sorta di interazione con gli strumenti cognitivi come matite, carta, calcolatrici, e sempre più, supporti intellettuali basati su computer e sistemi informativi. La conoscenza in ingegneria, sistema bancario, mondo degli affari e delle arti è effettuata attraverso sistemi cognitivi distribuiti. In ogni caso, il "pensare" avviene attraverso l'interazione

³⁴ E. Hutchins. *Distributed Cognition*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA. (1995)

tra individui, utilizzando strumenti cognitivi che operano all'interno di reti sociali. Le rappresentazioni visive hanno un ruolo piccolo ma cruciale ruolo nei sistemi cognitivi. L'uomo acquisisce più informazioni attraverso la vista che attraverso tutti gli altri sensi combinati tra loro. I neuroni del cervello dedicati all'analisi delle informazioni visive forniscono un meccanismo modello di accertamento, che è una componente fondamentale nella gran parte della nostra attività cognitiva. Da un lato, si ha il sistema visivo umano, con il suo meccanismo decisionale adattivo; dall'altra si hanno la potenza di calcolo e le vaste risorse informative dei calcolatori e del World Wide Web. Fino a poco tempo fa, il termine "Visualization" significava costruire un'immagine visiva nella mente, ora significa qualcosa di più simile a una rappresentazione grafica di dati o concetti. Così, dall'essere una costruzione interna della mente, la rappresentazione visiva è diventata un manufatto esterno che supporta il processo decisionale. Uno dei più grandi vantaggi della visualizzazione dei dati è l'enorme quantità di informazioni che possono essere interpretate rapidamente. In generale, alcuni vantaggi della rappresentazione grafica/visiva dei dati sono:

- Capacità di comprendere enormi quantità di dati e le informazioni importanti sono immediatamente disponibili
- Percezione immediata delle proprietà emergenti dei dati che non erano state previste: la percezione di un modello spesso può essere la base di una nuova visione
- Evidenza su eventuali problemi con i dati stessi: con una rappresentazione visiva adeguata, gli errori e gli artefatti nei dati possono essere individuati facilmente, garantendo così il controllo di qualità
- Facilitazione nella formulazione di ipotesi³⁵

Come si costruisce una corretta rappresentazione visiva delle informazioni? Il processo di "data visualization" include quattro fasi fondamentali, combinati

³⁵W.G.D. Gray, L.A. Mayer, J.E. Hughes Clarke. *Geomorphological applications of multibeam sonar and high-resolution DEM data from Passamaquoddy Bay*. Geological Association of Canada, Ottawa. (1997)

in un numero di circuiti di feedback. Colin Ware³⁶ rappresenta così questo processo:

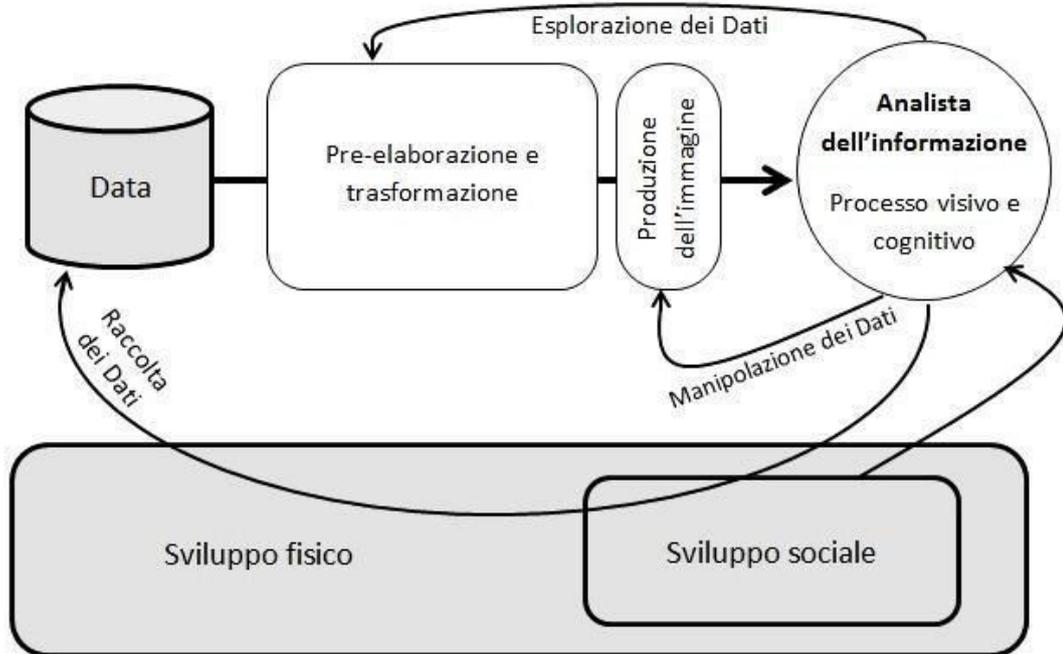


Figura 3.2. Processo di Data Visualization (Rielaborazione personale)

- Raccolta e archiviazione dei dati
- Pre-elaborazione progettata per trasformare i dati in qualcosa che sia comprensibile
- Hardware di visualizzazione e algoritmi di grafica che producono un'immagine sullo schermo
- Sistema percettivo e cognitivo umano

Il ciclo di feedback più lungo include la raccolta di dati. Sia l'ambiente fisico che l'ambiente sociale sono coinvolti nel ciclo di raccolta dei dati: l'ambiente fisico è una fonte di dati, mentre l'ambiente sociale determina, in modi sottili e complessi, ciò che viene raccolto e come viene interpretato. Una volta scoperto il modo migliore per visualizzare i dati per una particolare attività, è possibile costruire algoritmi per creare le immagini appropriate. La domanda

³⁶Colin Ware. *Foundation for a Science of Data Visualization in Information Visualization, Perception for Design, 2nd Edition*. Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, San Francisco, CA, USA. (2004)

cruciale riguarda il modo migliore per trasformare i dati in qualcosa che la gente possa comprendere ai fini di un processo decisionale ottimale.

3.2.1 L'approccio semiotico alla Data Visualization

L'affermazione che la visualizzazione possa essere trattata come una scienza può essere facilmente contestata: alcuni studiosi del campo della semiotica sostengono che la visualizzazione è compresa più facilmente come una sorta di linguaggio appreso e non come una scienza. In sostanza, secondo questa corrente di pensiero, la visualizzazione viene considerata sotto forma di diagrammi e viene valutata la loro capacità di trasmettere significato. Generalmente, i diagrammi sono composti da simboli e, a loro volta, i simboli si basano sull'interazione sociale. Il significato di un simbolo, per essere compreso, deve essersi creato da determinate convenzioni stabilite nel corso di processi comunicativi da persona a persona. I diagrammi sono arbitrari e, per questo, sono potenzialmente efficaci in egual misura delle parole scritte, ma perché questo si verifichi è necessario imparare le convenzioni della lingua. Lo studio dei simboli e come essi veicolano significato viene chiamato *semiotica*. Questa disciplina nacque negli Stati Uniti da C.S. Peirce e più successivamente sviluppata in Europa dal francese filosofo e linguista Ferdinand de Saussure³⁷. La semiotica è stata dominata per lo più da filosofi e da chi costruì argomentazioni basate su esempi anziché su esperimenti formali. Nel suo grande capolavoro, *Semiology of Graphics*³⁸, Jacques Bertin (1983) ha tentato di classificare tutti i segni grafici in termini di come questi potrebbero esprimere i dati. Si è spesso affermato che i linguaggi visivi sono facili da imparare e da usare, ma lettura e scrittura richiedono anni di educazione dell'individuo e quasi lo stesso tempo potrebbe essere necessario per padroneggiare alcuni diagrammi. La minaccia più profonda per l'idea che ci possa essere una scienza della visualizzazione proviene da Saussure. Egli definì un principio dell'arbitrarietà da applicare al rapporto tra il simbolo e ciò che rappresenta.

³⁷F. de Saussure. *Course in General Linguistics*. Reprinted by Fontana/Collins, New York. (1959)

³⁸J. Bertin. *Semiologie Graphique*. Gauthier-Villars, Parigi (1967)

Saussure fu anche un membro fondatore di un gruppo di strutturalista filosofi e antropologi che, anche se erano in disaccordo su molte questioni fondamentali, furono unificati nella loro insistenza generale che la verità dipende dal suo contesto sociale. Lévi-Strauss, Barthes e Lacan svilupparono la teoria che ogni significato è relativo al contesto culturale, infatti, il significato è creato dalla società. Essi sostengono che sia possibile interpretare un'altra cultura solo nel contesto della nostra stessa cultura e utilizzando gli strumenti della nostra lingua. Le lingue sono mezzi convenzionali di comunicazione in cui i significati dei simboli sono stabiliti attraverso la consuetudine/tradizione. Essi sostengono che tutte le rappresentazioni hanno un valore, sono significative per chi le comprende e accetta i loro significati. Giacché sembra del tutto ragionevole considerare gli effetti grafici come particolari tipi di comunicazione, si può sostenere che esista una scienza della visualizzazione con l'obiettivo di stabilire linee guida specifiche per creare rappresentazioni migliori. Il dubbio se immagini e diagrammi sono puramente convenzionali, o sono simboli percettivi con proprietà speciali, è stato oggetto di una considerevole indagine scientifica. Durante il secolo scorso si è assistito al dibattito tra coloro che sostenevano che ogni bit di un'immagine fosse arbitrario come le parole e coloro che credevano che non ci potesse essere una misura di similarità tra le immagini e le cose che esse rappresentano. Secondo Biesheuvel³⁹: "*L'immagine, specialmente uno stampato su carta, è un simbolo altamente convenzionale, che il bambino allevato nella cultura occidentale ha imparato a interpretare*". Ciò significa che, parallelamente, tutte le lingue sono ugualmente valide e tutte sono apprese e se accettiamo questa posizione, il miglior approccio alla progettazione dei linguaggi visivi sarebbe quello di stabilire convenzioni grafiche. A sostegno della tesi nominalista, una serie di antropologi ha riferito le espressioni di perplessità da parte di persone che incontrano le immagini per la prima volta. Deregowski⁴⁰ eseguì una serie di studi su adulti e bambini

³⁹S. Biesheuvel. *Psychological tests and their application to non-European peoples*. In Yearbook of Education, ed. G.B. Jeffrey, pp. 185–207. University of London Press, London. (1947)

⁴⁰J. B. Deregowski. Pictorial recognition in subjects from a relatively pictureless environment in *African Social Research*, 5, pp.356-364. King's College, University of Aberdeen, Scotland. (1968)

di una zona remota dello Zambia. Nonostante le persone non avessero fino a quel momento un'arte grafica sufficientemente sviluppata, essi riuscirono ad abbinare facilmente fotografie di animali giocattolo con i giocattoli reali. La questione di come le foto e soprattutto i disegni siano in grado di rappresentare in modo inequivocabile le cose ancora non è completamente stata chiarita. La spiegazione più probabile è che a un certo punto dell'elaborazione visiva, la struttura pittorica di un oggetto e l'oggetto stesso attivano processi neurali simili (Pearson et al., 1990). Questa supposizione è resa plausibile da ampie prove del fatto che uno dei più importanti prodotti di elaborazione visiva precoce è l'estrazione di elementi lineari nella matrice visiva: possono essere i contorni visivi di oggetti o le linee in un disegno. Anche se l'uomo potrebbe essere in grado di capire certe immagini senza attivare un processo di apprendimento, sarebbe un errore sottovalutare il ruolo della convenzione nella rappresentazione: anche nel quadro o nella scultura più realistica è molto raro che l'artefatto possa essere scambiato per la cosa che effettivamente rappresenta. In generale, una foto è destinata a rappresentare un oggetto o una scena, non è destinata a essere scambiata per esso.

3.3 Il sistema visivo e la percezione del linguaggio visivo

Il termine "memoria" ha significati diversi in base al contesto in cui viene usato. In informatica, i dati sono codificati in valori binari ed elaborati dall'unità centrale di elaborazione (CPU) tramite software specifici; nei computer, vi è una chiara distinzione tra dati, processi e programmi⁴¹. Negli organismi, la memoria è una funzione del cervello che non solo è in grado di memorizzare informazioni, ma anche di elaborare e ragionare e costituisce la base della percezione, classificazione, interpretazione, pensiero e tutte le altre attività che si svolgono in un unico organo: il cervello. In realtà,

⁴¹R. Mazza. *Introduction to Information Visualization*. Capitolo 3: Perception, pp.33-44. Springer-Verlag London Limited (2009)

riceviamo la luce attraverso l'occhio, che genera uno stimolo visivo, successivamente tradotto in segnali neurali tramite la retina che li trasmette al cervello, dove lo stimolo viene elaborato e percepito. Nel cervello, quindi, avvengono la percezione delle immagini, l'attribuzione di un senso e l'archiviazione dei ricordi³². La psicologia cognitiva identifica diversi tipi di memoria, la cui comprensione permette di capire come una rappresentazione visiva è percepita e memorizzata:

- La **memoria sensoriale** è la capacità del cervello di memorizzare segnali provenienti da organi di senso, per un brevissimo periodo, indicativamente tra i 250 e i 500 millisecondi. La memoria sensoriale visiva è più comunemente nota come *memoria iconica*. Questo tipo di memoria è in grado di memorizzare le informazioni visive dagli occhi, indipendente dal controllo cosciente, e in maniera del tutto automatica. Per questo motivo, l'elaborazione che avviene nella memoria iconica è chiamata *trasformazione pre-attentiva*, poiché viene elaborata senza la necessità di attenzione focalizzata⁴². Durante l'elaborazione pre-attentiva, viene rilevato solo un numero limitato di attributi visivi, tra cui i colori, la chiusura, l'estremità della linea, il contrasto, l'inclinazione, curvatura, e le dimensioni³³.
- Alcune delle informazioni della memoria sensoriale vengono poi trasferite alla **memoria a breve termine**, dove rimangono per un lasso di tempo, da pochi secondi fino a un massimo di un minuto. Questa memoria ha una capacità di memorizzazione limitata, è cosciente e comporta un processo attentivo di percezione. La capacità della memoria a breve termine può essere aumentata quando le informazioni sono organizzate in blocchi, come ad esempio nel caso della memorizzazione dei numeri di telefono: memorizzare un numero in blocchi diversi di due o tre numeri, risulta essere un procedimento più semplice e che permette di ricordare l'intero numero più a lungo rispetto a quando si cerca di memorizzare come una semplice

⁴²A. Treisman. *Preattentive processing in vision*. Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 31(2): pp. 156–177. (1985)

sequenza di cifre. Nel campo delle rappresentazioni visive, invece, un esempio di informazioni in blocchi si verifica quando, in un grafico a barre, si ha la propensione a codificare un attributo categorico con barre di diversi colori. Un blocco di informazioni può essere mantenuto nella memoria a breve termine del visualizzatore in maniera molto efficiente. È importante, tuttavia, non fornire un numero eccessivo di blocchi per non sovraccaricare la memoria dell'utente.

- Le informazioni contenute nella memoria a breve termine tendono ad essere facilmente dimenticate dopo un breve periodo di tempo, a meno che queste non vengano ripetute periodicamente o non si compiano associazioni mentali significative che le ricordino. Il tipo di memoria che permette di conservare e memorizzare le informazioni per un periodo molto lungo (talvolta eterno) è chiamato **memoria a lungo termine**. I ricordi a breve termine diventano a lungo termine attraverso il rinforzo della struttura delle sinapsi neuronali mediante un processo chiamato *potenziamento a lungo termine*.

Le proprietà sensoriali, la memoria a breve termine e la memoria a lungo termine hanno importanti implicazioni nella progettazione di una rappresentazione visiva. In particolare, l'elaborazione visiva pre-attentiva, che avviene nella memoria sensoriale, è fondamentale per creare rappresentazioni visive, dal momento che gli attributi visivi pre-attentivi sono percepiti dal lettore quasi istantaneamente, senza l'intervento della consapevolezza. Questi attributi sono estrapolati dal loro ambiente⁴³; di conseguenza, i più importanti attributi dei dati o gli elementi che devono essere rappresentati come un gruppo devono essere codificati con gli attributi pre-attentivi. Poiché questo tipo di memoria ha una capacità limitata e riesce a contenere le informazioni solo per pochi secondi, i progettisti di rappresentazioni visive non dovrebbero costringere gli utenti a ricordare

⁴³Colin Ware. Information Visualization: Perception for Design - 2nd edition. MorganKaufmann, San Francisco, California, USA. (2004)

troppi blocchi di informazioni, per non costringerlo a memorizzare una grande quantità di dati nella memoria a breve termine.

3.3.1. Proprietà pre-attentive

Grazie ad alcuni studi di psicologia, è stato identificato un certo numero di proprietà visive che vengono pre-attentivamente elaborate. Secondo Colin Ware³⁵, questi possono essere raggruppati in quattro categorie fondamentali: colore, forma, movimento e posizione spaziale.

- I **colori** possono essere espressi in diversi modelli matematici. Uno di questi è il sistema di colore HSL (*hue, saturation, lightness*), che considera la tonalità, la saturazione e la luminosità. Ogni colore può essere descritto dalla composizione di questi tre elementi, in particolare, la tonalità è l'aspetto di un colore normalmente descritto con nomi quali "rosso", "verde", ecc. Saturazione e luminosità sono concetti correlati, che si riferiscono all'intensità di un colore specifico. Tonalità e intensità sono elaborati pre-attentivamente e funzionano molto bene nel processo di riconoscimento visivo di elementi che si distinguono, senza la necessità di una ricerca sequenziale. La figura qui sotto, mostra come la lettera "S" spicca rispetto le altre, grazie all'utilizzo di un attributo pre-attentivo di tonalità (a sinistra) e intensità (a destra).

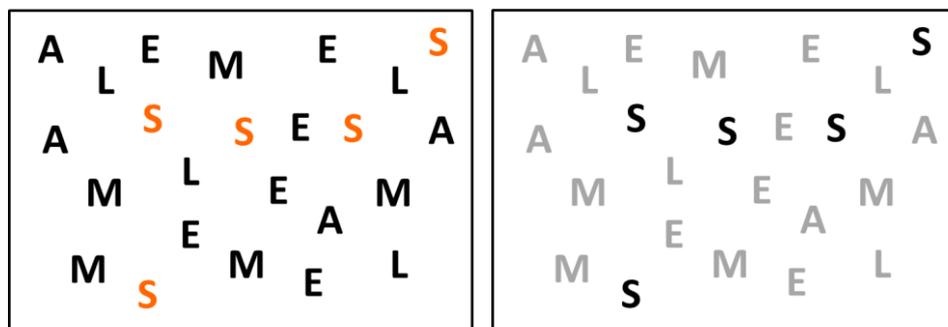
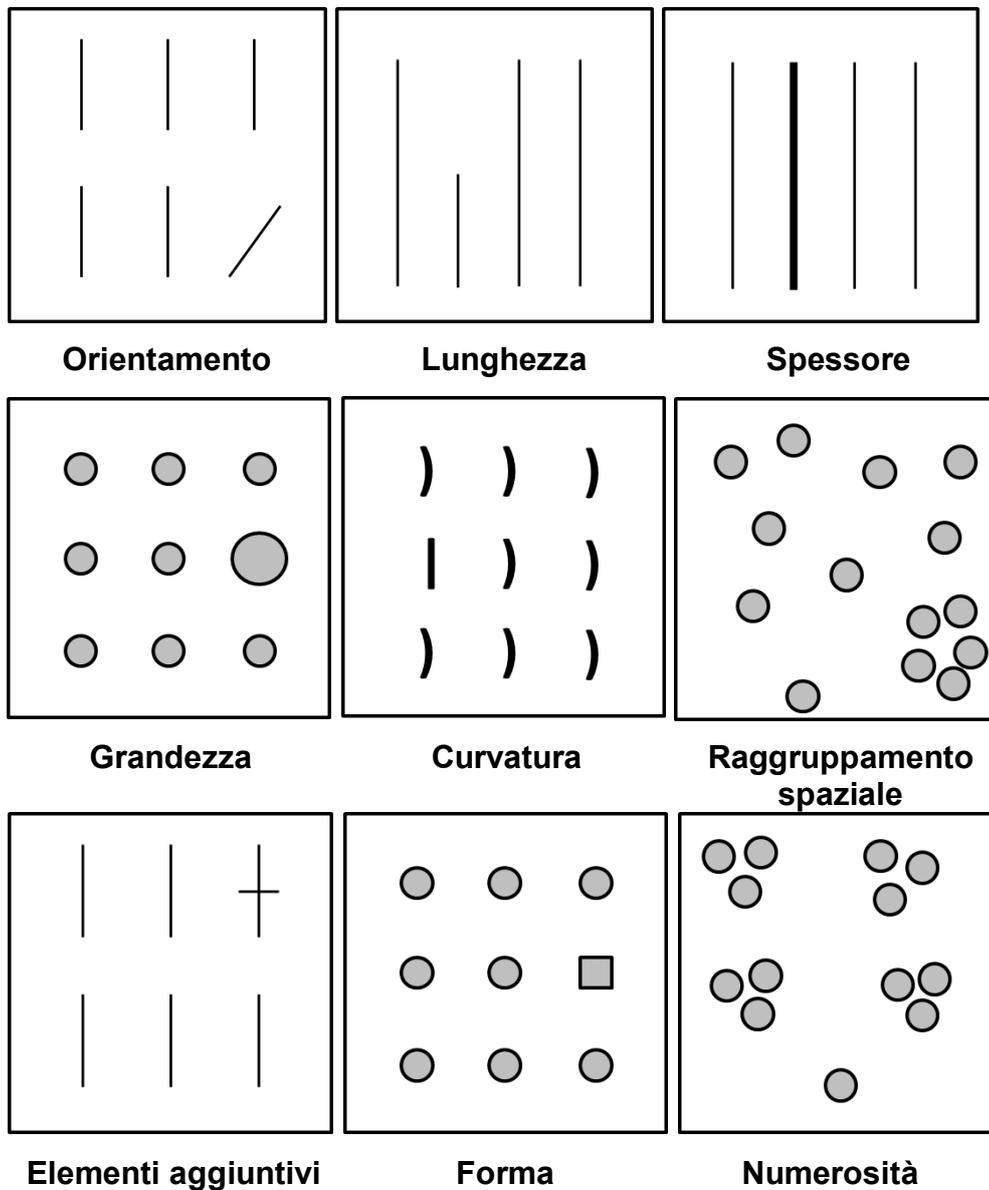


Figura 3.3. Attributi pre-attentivi⁴⁴

⁴⁴Fonte dell'immagine: rielaborazione personale dell'esempio riportato da R. Mazza in *Introduction to Information Visualization*. Springer-Verlag London Limited (2009)

- Attributi pre-attentivi di **forma** sono:



- Gli attributi pre-attentivi di **posizione spaziale** sono:
 - a) La **posizione 2D** è l'attributo più accurato per la codifica dei dati quantitativi nei grafici.
 - b) La **profondità stereoscopica** è il risultato della combinazione delle immagini ricevute da entrambi gli occhi. Grazie alla differenza nella posizione di un oggetto visto dagli occhi sinistro e destro (*disparità binoculare*), gli occhi umani sono in grado di percepire pre-attentivamente la profondità.

- c) L'attributo **concavità/convessità** è prodotto in immagini attraverso l'effetto delle ombreggiature.
- Gli attributi di **movimento** sono lo *sfarfallio* e il *moto*. Questi sono gli espedienti più efficaci per ottenere l'attenzione.

Il progettista di un'applicazione visiva deve considerare attentamente gli attributi e decidere quali proprietà grafiche utilizzare per ogni attributo dei dati. Questo processo è chiamato *mappatura visiva*. Colin Ware, nel suo scritto *Information Visualization: Perception for Design*, descrive questi attributi visivi come "il più importante contributo che la scienza visiva può dare alla data visualization". Tuttavia, questa mappatura non può essere fatta automaticamente: come il numero di attributi pre-attentivi che possono essere utilizzati in un'unica rappresentazione e il numero di distinzioni visive di un singolo attributo, è limitata. Queste limitazioni sono dovute alla nostra funzione di memoria a breve termine, che deve elaborare il significato di ogni codifica. Ware suggerisce di limitare a non più di otto differenti tonalità, quattro diversi orientamenti, quattro diverse dimensioni e tutti gli altri attributi pre-attentivi visivi a meno di dieci valori distinti. Few⁴⁵ invece sceglie un approccio più prudente e suggerisce di limitare il numero di distinzioni, per qualsiasi attributo, a non più di quattro. Inoltre, la combinazione di particolari attributi pre-attentivi non può di solito essere rilevato pre-attentivamente. Cleveland e McGill hanno empiricamente verificato che alcuni attributi sono più accurati di altri per giudicare valori quantitativi. Alcuni scienziati hanno affrontato il problema di trovare una mappatura tra i tipi di dati e gli attributi pre-attentivi. Uno di loro, Mackinlay⁴⁶, ha anche proposto una classifica del livello di accuratezza e precisione dei compiti percettivi che possono essere definiti durante la codifica. Studi recenti hanno dimostrato che le cose sono più complesse di quello che appaiono e molti fattori influenzano la scelta

⁴⁵Stephen Few. *Show Me the Numbers. Designing Tables and Graphs to Enlighten*. Analytics Press, Oakland, CA, USA. (2004)

⁴⁶J. D. Mackinlay. Automating the design of graphical presentations of relational information. *ACM Transactions on Graphics*, 5(2): pp. 110–141 (1986)

della codifica⁴⁷. Per questo motivo, una classifica universale e generica degli attributi pre-attentivi non esiste. Tuttavia, ciò non significa che una regola generale non possa essere concordata: ad esempio, è già risaputo che alcuni attributi pre-attentivi funzionano meglio con dati quantitativi, mentre altri sono più efficaci con dati categoriali o ordinali.

3.3.2. Trattamento post-attentivo

Il *trattamento post-attentivo*, è stato studiato da Wolfe *et al.*⁴⁸. Egli scoprì che l'attenzione non ha effetti cumulativi sulla percezione visiva, in altre parole, se uno spettatore guarda una scena numerose volte e poi guarda qualcos'altro, la nuova rappresentazione pre-attentiva (o rappresentazione post-attentiva) di un oggetto sembra essere identica alla sua rappresentazione prima lo spettatore concentrasse la sua attenzione su di esso. La percezione visiva pre-attentiva non memorizza alcuna informazione della scena. Lo spettatore può sapere di più su un oggetto osservato dopo una seconda focalizzazione su di esso, ma questa conoscenza non alterare la rappresentazione visiva di quell'oggetto, che lo spettatore aveva nella sua mente. Questo risultato ha importanti implicazioni su come le rappresentazioni visive sono percepite. Ogni oggetto viene riconosciuto singolarmente, non è possibile insegnare o migliorare le capacità pre-attentive degli spettatori. Il concetto di *arbitrario* è utilizzato per definire gli aspetti della rappresentazione che devono essere appresi. Poche lingue grafiche consistono in convenzioni del tutto arbitrarie e probabilmente nessuna è interamente sensoriale, tuttavia, la distinzione tra sensoriale e arbitrario è importante: le rappresentazioni sensoriali, ad esempio, sono efficaci (o fuorvianti) perché legate alle prime fasi di elaborazione neurale e tendono ad essere stabili tra individui, culture e tempo. Al contrario, convenzioni arbitrarie derivano il loro potere dalla cultura e dipendono, pertanto, dal particolare ambiente culturale di un individuo. La teoria dei

⁴⁷Robert Spence. *Information Visualisation, Design for Interaction*. Pearson Education, Harlow, 2nd edition, (2007)

⁴⁸J. M. Wolfe, N. Klempen, K. Dahlen. *Postattentive vision*. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26(2): pp. 693–716. (2000)

linguaggi sensoriali si basa sull'idea che il sistema visivo umano si sia evoluto come strumento di percepire il mondo fisico e respinge l'ipotesi che il sistema visivo sia una macchina veramente universale. Si ritiene che, alla nascita, il cervello sia una rete neurale indifferenziata, capace di configurarsi alla percezione del mondo. In parte, questo pensiero deriva dal fatto che tutto il tessuto cerebrale corticale appaia più o meno lo stesso: un grigio rosato uniforme e che quindi sia da ritenersi funzionalmente indifferenziato. Questa linea di pensiero è stata confutata da neurologi che giunsero a capire che il cervello è composto di molte regioni specializzate. Distler (1993) mostra i principali percorsi neurali tra le diverse parti del cervello coinvolte nell'elaborazione visiva: il cervello non è chiaramente una massa indifferenziata, è più simile a un insieme di macchine a processi paralleli con interconnessioni ad alta larghezza di banda. L'intero sistema è stato progettato per estrarre le informazioni dal mondo in cui viviamo, non da qualche altro ambiente con proprietà fisiche completamente differenti. Alcuni elementi di base sono necessari per il sistema visivo per svilupparsi normalmente, tuttavia, gli elementi di base per lo sviluppo della visione normale sono presenti in ogni circostanza. L'interazione del sistema nervoso con la realtà quotidiana conduce a un sistema visivo standard. Gli aspetti sensoriali degli effetti grafici derivano la loro potenza espressiva dall'essere ben progettati per stimolare il sistema sensoriale visivo. Al contrario, l'efficacia degli aspetti arbitrari e convenzionali degli effetti grafici deriva da quanto bene sono stati in precedenza appresi. Le rappresentazioni sensoriali e arbitrarie differiscono radicalmente tra loro nei modi in cui dovrebbero essere studiate, ossia dai diversi processi di apprendimento necessari. Nel primo caso, si può applicare il rigore completo delle tecniche sperimentali sviluppate dalle neuroscienze sensoriali, mentre nel secondo caso gli effetti grafici e i simboli visivi possono essere studiati mediante la metodologia interpretativa derivata dalle scienze sociali strutturaliste. Questa distinzione tra gli aspetti sensoriali e sociali dei simboli utilizzati nella visualizzazione ha anche conseguenze pratiche nelle metodologie di ricerca. Tuttavia, se accettiamo la distinzione tra codici arbitrari e sensoriali, dobbiamo

riconoscere che la maggior parte delle visualizzazioni sono degli ibridi, ad esempio, possono contenere sia parole che immagini. In molti casi, gli aspetti sensoriali e quelli arbitrari di una rappresentazione sono più difficile da distinguere: intervengono un intricato intreccio di convenzioni apprese e un'elaborazione innata. Alcune delle proprietà delle rappresentazioni sensoriali sono:

- **Comprensione senza formazione.** La percezione di un codice sensoriale avviene senza addestramento supplementare. Di solito, tutto ciò che è necessario, è, per il pubblico, capire che è prevista una forma di comunicazione.
- **Resistenza a errori informativi.** Molti fenomeni sensoriali, ad esempio le illusioni ottiche, persistono nonostante si riconosca la loro natura illusoria. Quando tali illusioni si verificano nei diagrammi, che rischiano di essere fuorvianti, ma, in generale, i fenomeni percettivi che persistono e sono altamente resistenti al cambiamento rischiano di essere cablati nel cervello.
- **Immediatezza sensoriale.** Il trattamento di alcuni tipi di informazioni sensoriali è innato e veloce. È possibile rappresentare informazioni in determinati modi che siano neurologicamente elaborati in parallelo.
- **Validità transculturale.** Un codice sensoriale sarà, in generale, compreso attraverso i confini culturali. Quando qualche gruppo utilizza arbitrariamente un codice sensoriale in contraddizione con l'interpretazione naturale, la risposta naturale sarà sbagliata.

Lo studio delle rappresentazioni convenzionali arbitrarie avviene utilizzando le tecniche delle scienze sociali, come la sociologia e l'antropologia. I codici arbitrari sono, per definizione, socialmente costruiti. Le parole, ad esempio, sono arbitrarie: potrebbero essere scambiate tra di loro e non si individuerebbe alcuna differenza, fino a quando vengono utilizzate costantemente sin dalla prima volta che si incontrano. Naturalmente, molti progettisti utilizzeranno intuitivamente forme percettivamente valide nei codici arbitrari visivi, ma molti aspetti di questi diagrammi sono interamente

convenzionali. In generale, la scienza della visualizzazione è ancora agli albori. Per il progettista di visualizzazioni, un percorso di formazione in arte e design è almeno tanto utile quanto la formazione in psicologia percettiva. La scienza della visualizzazione, dal canto suo, può fornire una base scientifica per le regole di progettazione delle rappresentazioni visive e può suggerire idee di design completamente nuove e metodi per la visualizzazione dei dati mai usati prima. In definitiva, l'obiettivo dovrebbe essere di creare un nuovo insieme di convenzioni per la visualizzazione delle informazioni, basato su solidi principi percettivi. Il grande teorico della percezione J.J. Gibson, con le sue teorie di ottica ecologica, *affordance* e percezione diretta, portò cambiamenti radicali nel pensiero teorico sulla percezione. In questo contesto, si prenderà in esame la sua *Teoria dell’Affordance*, nella quale l'autore presuppone che noi percepiamo per poter operare sull'ambiente.

«...il termine affordance indica le proprietà reali e percepite delle cose materiali, in primo luogo quelle proprietà fondamentali che determinano per l'appunto come si potrebbe verosimilmente usare la cosa in questione. [...] L'affordance dà forti suggerimenti per il funzionamento delle cose. Una piastra liscia è fatta per spingere. Manopole e maniglie sono da girare. Le fessure sono fatte apposta per infilarsi dentro qualcosa. Una palla è da lanciare o da far rimbalzare. Quando questi inviti all'uso sono opportunamente sfruttati, basta guardare per sapere che cosa si deve fare, senza bisogno di figure, etichette o istruzioni.»

(Norman, *La caffettiera del masochista*, 1988)

La percezione è progettata per l'azione. Gibson sostenne che l'essere umano percepisce le proprietà dell'ambiente in modo diretto e immediato. Questa teoria è chiaramente attraente dal punto di vista della visualizzazione, poiché l'obiettivo della maggior parte di visualizzazione è il risultato di un processo decisionale. Gran parte del lavoro di Gibson era in diretta opposizione con l'approccio tradizionale del suo periodo: egli considerò un approccio radicalmente diverso, di tipo *top-down*. Egli sostenne che l'uomo non percepisce punti di luce, percepisce piuttosto le possibilità di azione. Vengono percepite le superfici per camminare, le maniglie per la

trazione, lo spazio per la navigazione, gli strumenti per la manipolazione e così via. In generale, la nostra intera evoluzione è stata orientata verso la percezione di utili possibilità di azione. La teoria dell'affordance di Gibson è legata ad una teoria della percezione diretta. È possibile costruire il seguente principio: per creare una buona interfaccia, dobbiamo crearla con un'appropriata affordance al fine di semplificare l'attività dell'utente. Tuttavia, la teoria di Gibson presenta alcuni problemi: secondo Gibson, le affordances sono proprietà fisiche dell'ambiente che sono percepite direttamente. Molti teorici, a differenza di Gibson, credono che la percezione sia un processo attivo: il cervello deduce certe caratteristiche dell'ambiente sulla base delle prove sensoriali disponibili. Gibson rifiutò questo pensiero in favore dell'idea che il nostro sistema visivo è sintonizzato al fine di percepire il mondo visivo e che la percezione è accurata, tranne in circostanze straordinarie. Egli usò il termine "risonante" per descrivere il modo in cui il sistema visivo risponde alle proprietà dell'ambiente. Almeno due dei possibili problemi derivanti dalla percezione diretta di Gibson nello sviluppo di una teoria della visualizzazione sono:

1. L'assunto che la percezione dell'ambiente è diretta, va contro la regola teorica che la visualizzazione dei dati attraverso la grafica digitale è molto indiretta. In genere, ci sono molti strati di elaborazione tra i dati e la loro rappresentazione. In alcuni casi, l'origine dei dati può essere microscopica o altrimenti invisibile.
2. Il rifiuto di Gibson dell'esistenza di meccanismi visivi è un problema. Per esempio, la televisione a colori e molte altre tecnologie di visualizzazione sono basate su una comprensione di questi meccanismi: rifiutare l'importanza della comprensione dei meccanismi visivi significa rifiutare una porzione enorme della ricerca.

Nonostante queste riserve, il concetto di affordance, liberamente interpretata, può essere estremamente utile dal punto di vista progettuale. È possibile trarre ispirazione dalla Teoria dell'affordance per produrre design di qualità, ma non possiamo aspettarci un supporto considerevole per la costruzione di

una scienza della visualizzazione. Sulla scia degli studi psicologici di quegli anni, Gibson si focalizza sulla percezione e formula la *Teoria della Percezione Diretta* e descrive i “sensi” come sistemi percettivi diretti con la funzione di cogliere le invarianti strutturali disponibili nell’ambiente, ovvero quelle caratteristiche che rimangono sempre uguali a loro stesse a prescindere dal soggetto. Le informazioni sono già presenti nella stimolazione e possono essere colte direttamente ed ecco che, ad esempio, un oggetto allungato, con un peso a un'estremità e un'impugnatura dall'altra, invita a colpire o martellare, in quanto percepito e riconosciuto immediatamente come un “martello”. L'affordance per Gibson:

- È legata all'ambiente: l'affordance di un oggetto non è legata all'oggetto di per sé, ma è il contesto in cui esso è inserito che ci permette di capirla. Per Gibson una affordance è legata alle possibilità di azione del soggetto.
- Non abbiamo bisogno di processi cognitivi di alto livello (es. memoria) per percepire le affordances: i nostri recettori sensoriali sono sufficienti per percepire qualsiasi cosa (percezione diretta).

Il concetto di affordance trova applicazione in ambito informatico, grazie a H. R. Hartson, che nel 2003 pubblica il suo lavoro *Cognitive, physical, sensory and functional affordances in interaction design*, che affronta la tematica di affordances cognitive, fisiche, sensoriali e funzionali nella progettazione dell'interazione nel contesto della HCI (Human-Computer Interaction). Lo studio dell'interazione Uomo-Computer si applica per la progettazione e lo sviluppo di sistemi interattivi che siano usabili, affidabili e che supportino e facilitino le attività umane. I concetti di usabilità⁴⁹ e accessibilità⁵⁰ diventano entrambi prioritari nella realizzazione di sistemi validi, ma l'accessibilità è da

⁴⁹La normativa ISO 9241-11:1998 definisce usabilità il “Grado in cui un prodotto può essere usato da particolari utenti per raggiungere certi obiettivi con efficacia, efficienza e soddisfazione in uno specifico contesto d'uso”.

⁵⁰Per accessibilità si intende “la capacità dei sistemi informatici, nelle forme e nei limiti consentiti dalle conoscenze tecnologiche, di erogare servizi e fornire informazioni fruibili, senza discriminazioni, anche da parte di coloro che a causa di disabilità necessitano di tecnologie assistive o configurazioni particolari” (art. 2, comma a, Legge 4/2004).

considerarsi un prerequisito all'usabilità, in quanto un sistema non si può usare se non è accessibile. L'autore considera quattro tipi di affordance nel contesto della progettazione e della valutazione dell'HCI:

1. **Affordance cognitiva.** L'affordance cognitiva è una caratteristica del design che aiuta, supporta, facilita o permette di pensare e/o conoscere qualcosa. Ad esempio, semplici parole sull'etichetta di un pulsante sono affordance cognitive che permettono all'utente di capire la funzionalità dello stesso e le conseguenze di una possibile azione compiuta sul pulsante. L'affordance cognitiva è quella che Norman chiama *affordance percepita*.
2. **Affordance fisica.** L'affordance fisica è una caratteristica del design che aiuta, supporta, facilita o permette di fare fisicamente qualcosa. Dimensioni adeguate e posizioni facili da raggiungere possono essere caratteristiche di affordance fisica del design di un'interfaccia di un pulsante che consente agli utenti di cliccare facilmente su di esso. L'affordance fisica è quella che Norman chiama *affordance reale*.
3. **Affordance funzionale.** L'affordance funzionale è strettamente legata a quella fisica: è una caratteristica del design che aiuta gli utenti a compiere un lavoro. L'affordance fisica di un pomello di una porta non dice nulla riguardo a come esso dev'essere afferrato o ruotato; piuttosto, il pomello stesso implicitamente invoca il meccanismo necessario per aprire la porta. La porta stessa è, quindi, un'affordance funzionale.
4. **Affordance sensoriale.** L'affordance sensoriale è una caratteristica del design che aiuta, supporta, facilita o permette la conoscenza di qualcosa tramite i sensi. L'affordance sensoriale include caratteristiche del design con sensazioni visive, uditive, tattili, ecc. Ne sono esempi: il semaforo per ciechi, la sirena dell'ambulanza, il manico del coltello e la campanella della scuola.

Ogni tipo di affordance ha un differente ruolo nella progettazione dei diversi attributi di uno stesso artefatto (aspetto, contenuto e caratteristiche) in modo

tale che siano il più vicino possibile ai bisogni degli utenti. In generale, il concetto di affordance nasce negli anni Venti e Trenta del Novecento, nell'ambito della psicologia della Gestalt, che sarà affrontata nel prossimo paragrafo.

3.4 Una risorsa fondamentale per l'Information Design: i principi della Psicologia della Gestalt

Introduzione alla comunicazione visiva

Le immagini si possono suddividere in due macro-categorie, quelle che rientrano nella comunicazione visiva casuale e quelle nella comunicazione visiva intenzionale.

1. **Comunicazione visiva casuale.** Fanno parte di questa categoria tutti i segni e le immagini naturali, che possono essere interpretate secondo l'arbitrio del ricevente.
2. **Comunicazione visiva intenzionale.** Sono tutti quegli elementi visivi realizzati o utilizzati volontariamente dagli esseri umani per produrre messaggi. Perché la comunicazione intenzionale sia efficiente è necessario che sia accolta dal ricevente nel pieno delle intenzioni dell'emittente.

«E' possibile definire cosa si intende per "comunicazione visiva"? praticamente tutto ciò che i nostri occhi vedono è comunicazione visiva; [...]. Immagini che, come tutte le altre, hanno un valore diverso secondo il contesto nel quale sono inserite, dando informazioni differenti.»

(Bruno Munari)⁵¹

A cavallo fra il diciannovesimo e il ventesimo secolo, i chirurghi dell'occhio misero a punto delle tecniche operatorie in grado di ridare la vista ai pazienti affetti da cataratta, attraverso la sostituzione dei cristallini malati con altri,

⁵¹B. Munari. *Design e comunicazione visiva*. Laterza, Roma-Bari. (2000)

trasparenti e in grado di filtrare la luce. L'esito fu curioso: fisiologicamente i pazienti erano in grado di vedere, ma non riuscivano a riconoscere gli oggetti. Dovevano imparare di nuovo a vedere. Da qui, l'osservazione del famoso designer italiano Bruno Munari: "ognuno vede ciò che sa". Conoscere le immagini e l'ambiente che ci circonda significa allargare le nostre possibilità di contatto con la realtà, quindi vedere di più e capire di più. Da sempre, la vista è al centro dell'interesse di molte culture e di studiosi. Gli Egiziani avevano il culto dell'occhio, tanto che il loro Dio maggiore, Horus, era rappresentato come un occhio. Aristotele sostiene che la vista è il senso più importante, quello che permette di conoscere meglio il mondo. Leonardo da Vinci ne studiò approfonditamente l'anatomia e Galileo Galilei gettò le basi dell'ottica e della fisiologia della visione. La vista è un sistema molto complesso, la cui funzionalità richiede l'interrelazione tra diverse strutture: l'occhio, il sistema nervoso centrale e il sistema nervoso periferico. Nell'uomo, gli occhi forniscono più informazioni e molto più velocemente di qualsiasi altro senso, tuttavia oltre al loro fondamentale aspetto di ricettori, essi possiedono anche un forte valore di trasmettitori (di emozioni, stati d'animo, ecc.). Definire la visione semplicemente come ciò che permette di "vedere" è riduttivo: la perfetta correlazione di tutte le strutture impegnate nel meccanismo della visione fornisce il senso della tridimensionalità alla base dell'orientamento nello spazio e, attraverso la percezione del movimento, ci permette di modulare gli spostamenti del corpo a seconda delle necessità. La percezione delle immagini non si limita alla visione fisiologica delle forme, dei segni e dei colori, ma attiva una serie di processi cognitivi complessi, grazie all'interazione tra occhio e cervello. Inoltre, l'integrazione dell'esperienza visiva con quella cinestetica permette che, muovendosi nello spazio, tutti i ricettori si intersechino in una fitta trama di informazioni acquisite che vengono elaborate e organizzate per consolidare il mondo visivo nel suo insieme. Lo studio scientifico di questi processi, ha contribuito alla nascita di numerose teorie in campo psicologico, tra cui, la corrente della Gestalt. Gestalt, (pronunciato *ge-shtalt*), è una parola tedesca che significa configurazione, organizzazione, struttura unitaria, più semplicemente forma,

struttura o *pattern*. È una corrente psicologica incentrata sui temi della percezione e dell'esperienza che nacque e si sviluppò agli inizi del XX secolo in Germania. Psicologi austriaci e tedeschi condussero i primi studi tra la fine del 1800 e i primi del 1900, tra gli esponenti più illustri si ricordano Christian von Ehrenfels, Max Wertheimer, Kurt Koffka e Wolfgang Kohler. La nascita della Gestalt si ha nel 1912, anno in cui Wertheimer pubblica i risultati di due anni di ricerche (1880-1943) sul movimento stroboscopico, condotto nell'Istituto di Psicologia di Francoforte con Kohler e Koffka. Nasce in questo contesto il cosiddetto "Fenomeno Phi"⁵² che è una percezione illusoria dove un'incorporea percezione del movimento è prodotta da una successione di immagini statiche.. Si tratta di un fenomeno psicologico per cui l'essere umano tende a integrare gli stimoli che continuamente arrivano agli organi di senso dall'ambiente circostante, come se questi fossero sempre originati da singoli oggetti permanenti. L'effetto *Phi* si concretizza nel fatto che la presentazione in rapida sequenza di una serie di stimoli visivi fissi, distanziati tra loro da una frazione di secondo, produce in noi la percezione di un solo elemento che si muove nello spazio. L'idea fondamentale dei fondatori della psicologia della Gestalt è che il *tutto* fosse diverso dalla somma delle singole parti e da qui la famosa massima: "*Il tutto (o insieme) è più della somma delle singole parti*". Un esempio esplicativo che può spiegare questo concetto, riguarda la melodia, che è costituita da parti, ovvero le singole note che la compongono. Il risultato finale non è però la somma delle singole parti, la melodia, infatti, ha caratteristiche diverse da quelle delle note. La qualità propria della melodia è a tal punto indipendente dalle qualità delle singole note, che possiamo ricreare la stessa melodia con differenti strumenti. Perciò la qualità non è data dagli elementi, ma dalle relazioni che intercorrono tra essi e dalla loro struttura. Le teorie della Gestalt si rivelarono altamente innovative, in quanto rintracciarono le basi del modo in cui viene percepita la realtà, anziché per quella che è realmente; quindi, il primo pilastro della teoria della Gestalt fu costruito sullo studio dei processi percettivi e in una

⁵²Max Wertheimer. *Experimentellen Studien über das Sehen von Bewegung*. Archiv für die gesamte Psychologie, 6, pp. 59-13. (1905)

percezione immediata del mondo fenomenico. La Teoria della Gestalt si strutturò ben presto anche al di fuori del campo della psicologia, influenzando i ricercatori di una moltitudine di discipline, tra cui linguistica, musicologia, instructional design, interazione uomo-computer (HCI), progettazione architettonica di cure mediche, design sostenibile e arte e comunicazione visiva. La ricerca visiva di Wertheimer esplorò in particolare il motivo per cui alcune immagini sembrano appartenere a un'unità o gruppo, mentre altre sembrano essere separate tra loro. Max Wertheimer spiegò la teoria della Gestalt con queste parole:

«La "formula" fondamentale della teoria della Gestalt potrebbe essere espressa in questo modo: ci sono "insiemi", il cui comportamento non è determinato da quello dei loro singoli elementi, ma in cui i processi delle parti sono essi stessi determinati dalla natura intrinseca del "tutto". È la speranza della teoria della Gestalt determinare la natura di tali insiemi.»

(Max Wertheimer)⁵³

Un'altra spiegazione è che la Gestalt si riferisce a una struttura, configurazione o layout che è unificato e ha specifiche proprietà che superano la semplice somma delle sue singole parti. La Teoria della Gestalt fornisce spiegazioni razionali per perché turni in spaziatura, tempismo e la configurazione possono avere un effetto profondo sul significato delle informazioni presentate. Ignorando la Teoria visiva della Gestalt può provocare interpretazioni inaspettate e pertanto ostacolerà una comunicazione chiara ed efficace. Queste leggi visive della Gestalt hanno fornito una validazione scientifica della struttura compositiva e sono state usate dagli educatori di design nella metà del XX secolo per spiegare e migliorare il lavoro visivo. Secondo la psicologia della Gestalt, inoltre, non è giusto suddividere l'esperienza umana nelle sue componenti elementari, ma occorre considerare l'intero come fenomeno sovraordinato rispetto alla somma dei suoi componenti. Quello che siamo e sentiamo e i nostri

⁵³M. Wertheimer, "Gestalt Theory", in A Source Book of Gestalt Psychology. Ed. Willis D. Ellis. New York: Harcourt, Brace and Co. (1938)

comportamenti sono il risultato di una complessa organizzazione che guida anche i nostri processi di pensiero. Anche la percezione non è preceduta dalla sensazione, ma è un processo immediato che deriva dalla Gestalt, come combinazione delle diverse componenti di un'esperienza reale. La capacità di percepire un oggetto, quindi, deve essere rintracciata in un'organizzazione presieduta dal sistema nervoso e non da una banale immagine focalizzata dalla retina⁵⁴. Alcuni studi si sono occupati di postulare leggi volte a sintetizzare più elementi in un'unica percezione globale:

- **La legge della Gestalt.** Essa sintetizza l'intera logica della percezione: i dati vengono organizzati nella maniera più semplice e più coerente possibile, rispetto alle esperienze pregresse.
- **La legge del raggruppamento per somiglianza.** In elementi disposti disordinatamente, quelli che si somigliano tendono a essere percepiti come forma.
- **Legge della buona continuazione** (o *continuità della direzione*). Si impone come unità percettiva quella che offre il minor numero di irregolarità o interruzioni, a parità delle altre proprietà.

La Gestalt, mediante un approccio fenomenologico alla percezione, canonizza una serie di *leggi percettive* indipendenti dall'esperienza esterna, non legate a fenomeni di apprendimento e presenti sin dalla nascita. Queste leggi analizzano l'organizzazione figurale prendendo in considerazione la separazione della figura dallo sfondo. Max Wertheimer ipotizzò le seguenti leggi:

- **Legge della sovrapposizione.** Perché si verifichi una sovrapposizione è necessario che ci siano indizi di profondità.
- **Legge dell'area occupata.** La zona che occupa un'estensione minore tende ad essere colta come figura, mentre quella più estesa come sfondo.

⁵⁴I. Rock. *L'eredità della psicologia della Gestalt*, in *Le Scienze* 270. (Febbraio 1991)

- **Legge dell'organizzazione percettiva sulla base del destino comune.** Il meccanismo di vicinanza risulta saliente non solo a livello di modificazioni dello spazio, ma anche del tempo.

Le leggi della percezione sono dette *autoctone* perché ritenute innate e non frutto di processi di apprendimento, nonostante esista una progressione evolutiva nell'elaborazione delle percezioni. Fin dai primi mesi di vita, si è in grado di riconoscere i colori e le forme, ma solo più tardi si acquisirà la *costanza percettiva*, ossia la capacità di collegare una forma o figura già conosciuta, con una diversa in cui si riconoscono caratteristiche di somiglianza (ad esempio una statua viene associata ad una persona).

3.4.1 Leggi della formazione delle unità fenomeniche

Le leggi della formazione delle unità fenomeniche, elaborate per la prima volta da Max Wertheimer, sono quei fattori che favoriscono il raggruppamento o l'unificazione degli elementi percettivi in un assieme unitario. L'articolarsi del campo visivo in zone con carattere di figura e altre con carattere di sfondo segue precise leggi di stimolazione. Queste leggi sono chiamate "leggi della figura-sfondo" poiché favoriscono il "mettere assieme, il creare un tutto percettivo" di elementi che in realtà sono separati. Esse fanno in modo che il nostro cervello non percepisca i singoli elementi di un oggetto, ma solamente l'insieme e, inoltre, sono da considerarsi le basi di ogni atto percettivo il cui compito consiste nel decodificare le informazioni che pervengono dal mondo esterno, organizzandole secondo strutture significative.

- **Legge della Vicinanza.** A parità di altre condizioni, la variabile che garantisce l'emergere di una figura unitaria è rappresentata dalla distanza relativa degli elementi che la compongono, in altre parole assume il ruolo di figura la zona delimitata dai margini che sono più vicini tra loro. Nell'immagine sottostante sono rappresentate delle palline nere disposte in due modi diversi: nel primo caso, esse sono posizionate alla stessa distanza le une dalle altre, in sei righe e sei

colonne. L'occhio umano percepisce immediatamente la figura di un quadrato, non riuscendo a focalizzare l'attenzione sulle singole palline. Nel secondo caso, allo stesso modo, le palline disposte alla stessa distanza vengono percepite come un'unica figura, ecco quindi che l'occhio percepisce tre rettangoli disposti verticalmente.

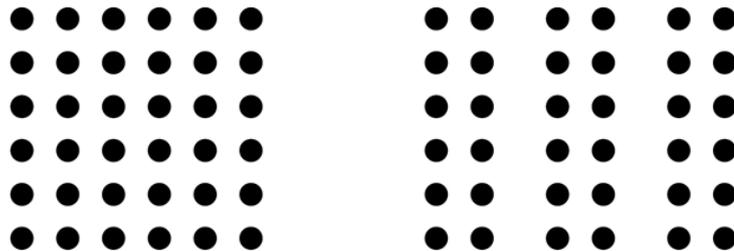


Figura 3.4. Legge della Vicinanza

- **Legge della Somiglianza.** Tendono a unificarsi fra loro elementi che possiedono un tipo di somiglianza osservandone la loro visuale a distanza per ciò che concerne il colore e gli oggetti, il movimento e il posizionamento. La Figura 3.5 rappresenta una serie di pallini, alcuni neri e altri bianchi: l'occhio umano tende a percepire i pallini con le stesse caratteristiche come un'unica figura. Ecco quindi che osservando l'immagine si tenderà a percepire file alternate di pallini neri e bianchi, fino a un totale di sei linee.

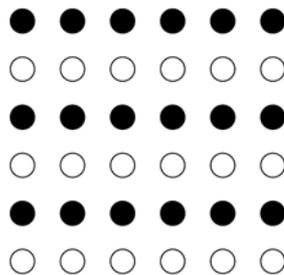


Figura 3.5. Legge della Somiglianza

- **Legge della Continuità di direzione** (o *destino comune*). Linee rettilinee o curve sono percepite come unità quando sono intersecate

da altre. L'esempio rappresentato nella figura sottostante rappresenta due diverse applicazioni di questa legge:

- a) L'esempio "a" rappresenta una serie di linee rette, per la precisione ben dieci. L'occhio umano tende a raggruppare le linee che procedono verso la stessa direzione, così nel primo esempio si percepiscono tre "canali" paralleli e una linea che li attraversa. L'illusione causata dalla continuità di direzione impedisce di individuare i singoli elementi.
- b) L'esempio "b" rappresenta quattro segmenti numerati disposti in maniera casuale ma ravvicinata. L'illusione causata dalla continuità di direzione impedisce all'occhio di considerare i quattro segmenti singolarmente, favorendo la percezione di due linee intrecciate: 1+2 e 3+4 e non 1+3 e 4+2.

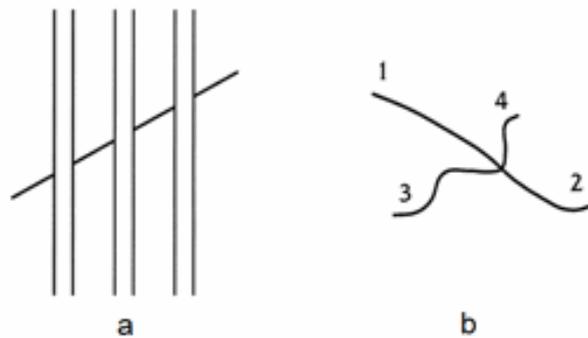


Figura 3.6. Legge del Destino Comune

- **Legge della buona forma.** Secondo questa legge, si tende a percepire le figure in base a forme geometriche distinte, anche se queste non sono effettivamente rappresentate. Nell'esempio sottostante, essendo le figure geometriche dell'esempio "a" non riconosciute e insolite, nel raggruppare le due figure, l'occhio umano percepirà la presenza di un cerchio e un quadrato, come nell'esempio "b".

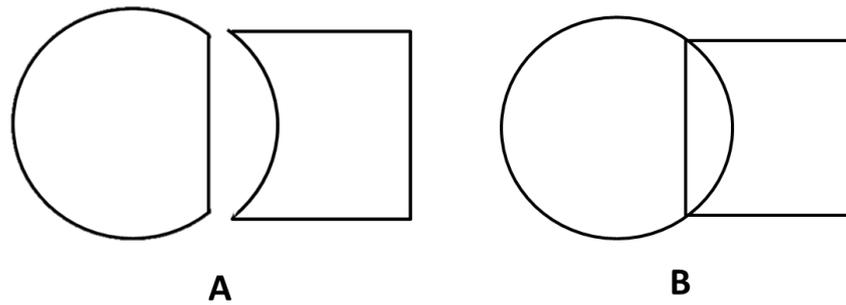


Figura 3.7. Legge della buona forma

- **Legge della Chiusura.** Secondo questo principio la mente e l'occhio umano tendono a vedere come chiuse le figure che in realtà non lo sono. Ad esempio, come nella figura sottostante, segmenti disposti in un certo modo, sono percepiti dall'occhio umano come un quadrato, nel primo caso e un cerchio, nel secondo.



Figura 3.8. Legge della Chiusura

- **Esperienza passata.** Ai fattori che sono espressione di principi strutturali inerenti al sistema percettivo, Max Wertheimer aggiunge un fattore empirico: la segmentazione del campo, a parità delle altre condizioni, sarebbe influenzata anche dalle nostre esperienze passate. La percezione privilegia, infatti, la costruzione di oggetti con i quali abbiamo familiarità rispetto ad oggetti per noi nuovi. Un esempio è rappresentato nella figura sottostante, che propone la famosa immagine ambigua della giovane e della vecchia. A colpo d'occhio, si può individuare una o l'altra, in base al dettaglio al quale si pone

maggior attenzione: la linea che congiunge naso e orecchio per la giovane, e quella che congiunge naso e bocca per la vecchia. Se, invece, prima fosse presentata una delle due immagini, rappresentante o la giovane o la vecchia, l'esperienza già fatta influirebbe sul secondo tentativo di percepire la figura ambigua.



Figura 3.9. Legge dell'esperienza passata

La Teoria della Gestalt è stata altamente influente sui ricercatori di diverse discipline, tra cui psicologia, linguistica, progettazione architettonica di cure mediche, musicologia, progettazione sostenibile e arte e design. Artisti e designer fanno tutt'oggi uso dei principi della Gestalt per migliorare la composizione, organizzare efficacemente le informazioni e migliorare la comunicazione visiva delle loro opere. Capire e usare al meglio queste leggi per gestire al meglio i dati di cui disponiamo, permette di migliorare la visualizzazione e supporta gli utenti nell'identificazione veloce ed efficace dei pattern. Di seguito sono riportate alcune delle leggi della Gestalt che è utile considerare nella realizzazione di InfoVis, che rispettino i canoni di comprensibilità e leggibilità sulla base delle regole percettive degli utenti. La

selezione delle leggi da considerare e gli esempi forniti sono ripresi dal lavoro di Bottazzini e Gotuzzo in *Il design della mente*⁵⁵:

- **Legge della Pregnanza.** Questa legge si basa sull'assunto che il cervello umano è facilitato nella comprensione delle cose semplici e tende a elaborare i pattern regolari, ordinati più velocemente dei pattern complessi e articolati. Si consideri, ad esempio, di dover rappresentare la media dei canestri realizzati a partita dai cinque giocatori di una squadra di basket: il grafico a destra è più intuitivo ed efficace di quello a sinistra, in quanto la comprensione e la gerarchia tra le parti sono immediate. Conseguentemente, la fruibilità migliora, se i dati sono organizzati in maniera semplice e logica.

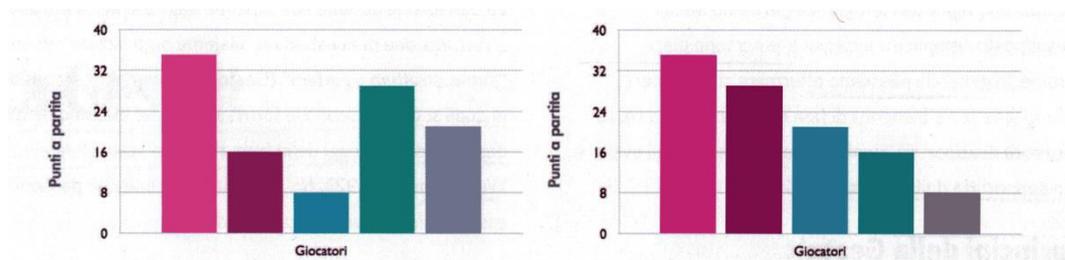


Figura 3.10. Legge della pregnanza

- **Legge della Continuità.** Secondo la legge della continuità l'occhio umano è istintivamente portato a raggruppare gli oggetti allineati. Se si osserva il grafico precedente, nella rappresentazione a sinistra la direzione cambia bruscamente, il che richiede un maggiore sforzo cognitivo e costringe a far riferimento agli assi per meglio comprendere l'informazione. Nel grafico a destra, invece, gli occhi seguono la curva in discesa e l'informazione è elaborata senza sforzo e più velocemente. La Figura 3.11 rende chiaro che la linearità della rappresentazione delle informazioni rende più leggibile e impone un carico cognitivo notevolmente inferiore.

⁵⁵P. Bottazzini, M. Gotuzzo. *Design della mente – Infografica e data visualization*. Brain Infographic. Modelli di Business, LSWR. Pagg. 148-154. Milano

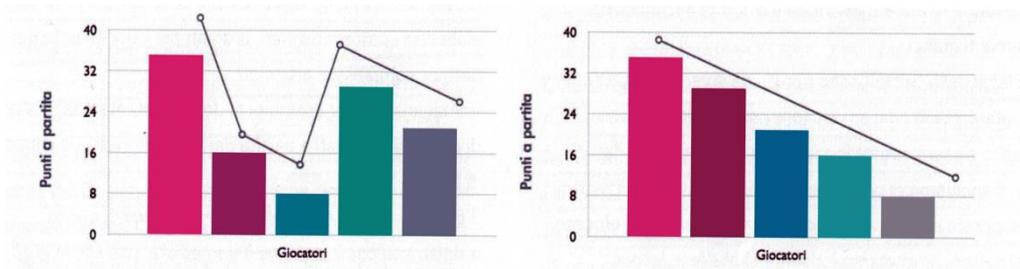


Figura 3.11. Legge della continuità

- Legge della Similarità.** Spiega che gli oggetti che hanno caratteristiche simili, in termini ad esempio di forma e colore, sono tendenzialmente percepiti come un unico gruppo. Nei grafici precedenti la distinzione dei giocatori è facilitata dall'uso dei diversi colori: usare lo stesso colore potrebbe associarli tra loro, identificandoli come appartenenti alla stessa squadra, ma richiederebbe un impegno cognitivo maggiore da parte dei fruitori dell'informazione, che dovrebbero ricorrere più spesso alla legenda per riconoscere i diversi giocatori. Ne consegue che utilizzare caratteristiche e attributi visivi simili stabilisce una relazione tra gli oggetti e rafforza il raggruppamento.

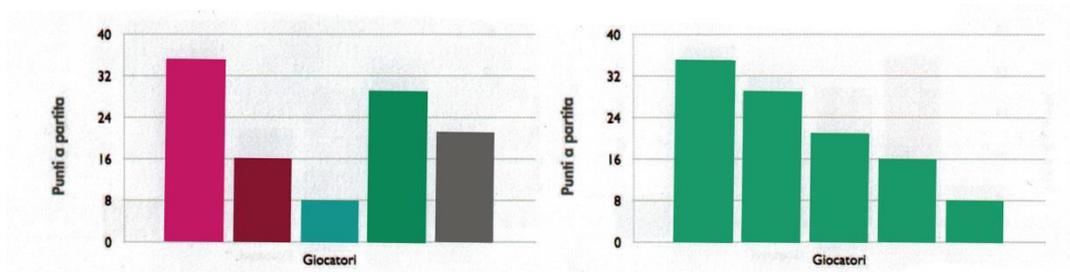


Figura 3.12. Legge della similarità

- Legge del Punto focale.** Simmetricamente alla precedente, la legge del punto focale afferma che, in una rappresentazione visuale, gli oggetti diversi creano punti focali che attirano l'attenzione e che convincono l'osservatore delle differenze tra gli oggetti. Poniamo il caso di voler sottolineare che un giocatore non è riuscito a raggiungere un punteggio di due cifre (sotto i 10 punti); mettere in evidenza la sua performance negativa con la legge del punto focale,

suggerisce di colorare la sua colonna di un colore più acceso, ad esempio il rosso. In questo modo si riuscirebbe a comunicare più velocemente l'informazione senza aumentare il carico cognitivo dell'osservatore, che sarebbe guidato nella selezione dell'informazione più importante.

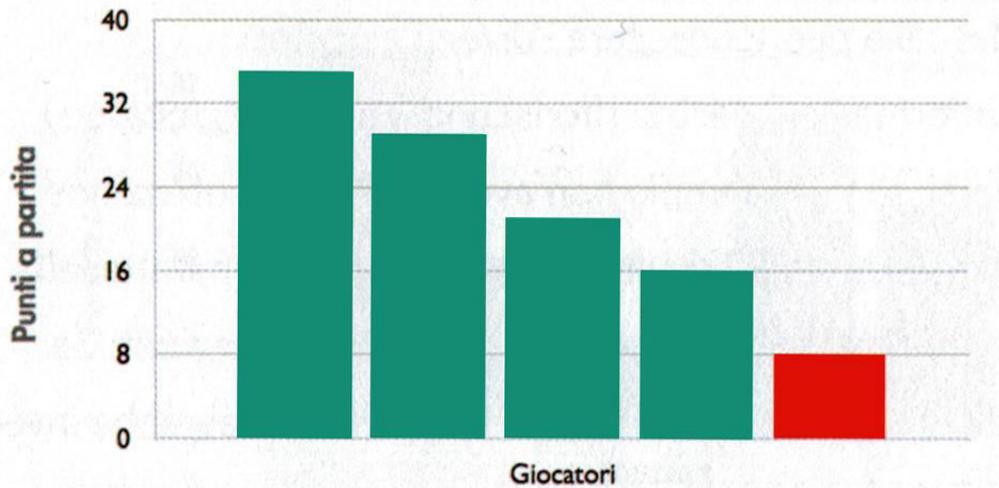


Figura 3.13. Legge del punto focale

- Legge degli Isomorfi.** La legge degli isomorfi spiega come le persone tendono a interpretare eventi e oggetti in base alla loro esperienza passata. Questa legge invita a tener conto dei condizionamenti culturali. Ad esempio, l'uso dei colori deve essere significativo: il rosso rappresenta genericamente una perdita, mentre il verde un profitto. Questa legge, se utilizzata per segnalare il giocatore con meno canestri/partita, rafforza la lettura; utilizzata in maniera opposta crea una complicazione di percezione.

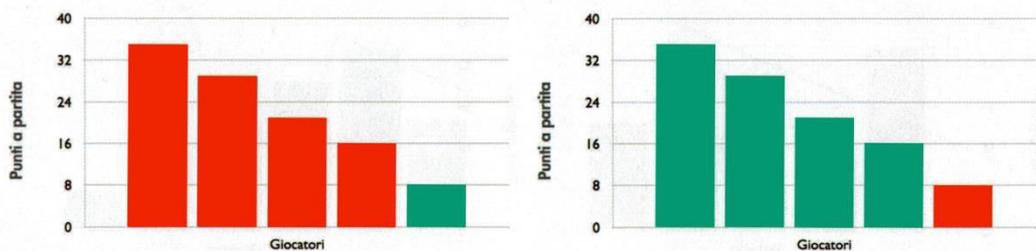


Figura 3.14. Legge degli isomorfi

- **Legge della figura-sfondo.** Questa legge spiega che gli oggetti visuali possono essere percepiti in diverse modalità in base alle relazioni che si creano con lo sfondo. Se gli oggetti vengono integrati visivamente nello sfondo, per il fruitore perdono importanza, oltre ad essere confusi o considerati marginali. È necessario trovare accordi cromatici che rendano piacevole la visualizzazione della rappresentazione e che facciano risaltare le informazioni a cui si deve dare maggiore importanza.

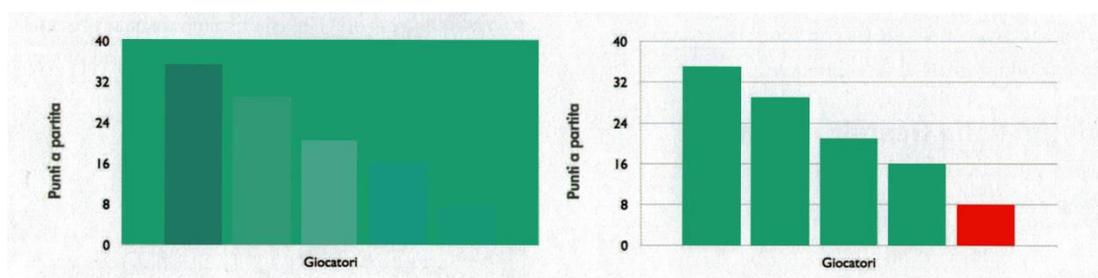


Figura 3.15. Legge della figura-sfondo

- **Legge del Destino Comune.** La somiglianza di un gruppo di oggetti ci consente di percepirli come una struttura. Gli elementi che si spostano verso una stessa direzione sono percepiti come maggiormente correlati rispetto a quelli che si spostano in direzioni diverse o rimangono fermi.

3.5 Il colore

«Il colore è un mezzo per esercitare sull'anima un'influenza diretta. Il colore è un tasto, l'occhio il martelletto che lo colpisce, l'anima lo strumento dalle mille corde.»

(Vasilij Kandinskij)

In biofisica il colore è considerato la percezione visiva generata dai segnali nervosi che i fotorecettori della retina inviano al cervello quando assorbono le radiazioni elettromagnetiche di determinate lunghezze d'onda e intensità

nello spettro visibile o luce. In altre parole, i colori che si percepiscono in natura sono il risultato di un fenomeno fisico, chiamato scomposizione della luce. Il colore è uno strumento che permette di segnalare, sostenere, rafforzare o indicare il discorso narrativo. Per mostrare come i colori entrano in relazione tra loro si utilizza il cerchio cromatico, dispositivo messo a punto da Michel Eugène Chevreul. Grazie a questo strumento è possibile individuare tre diverse categorie di colori: primari, secondari e complementari.

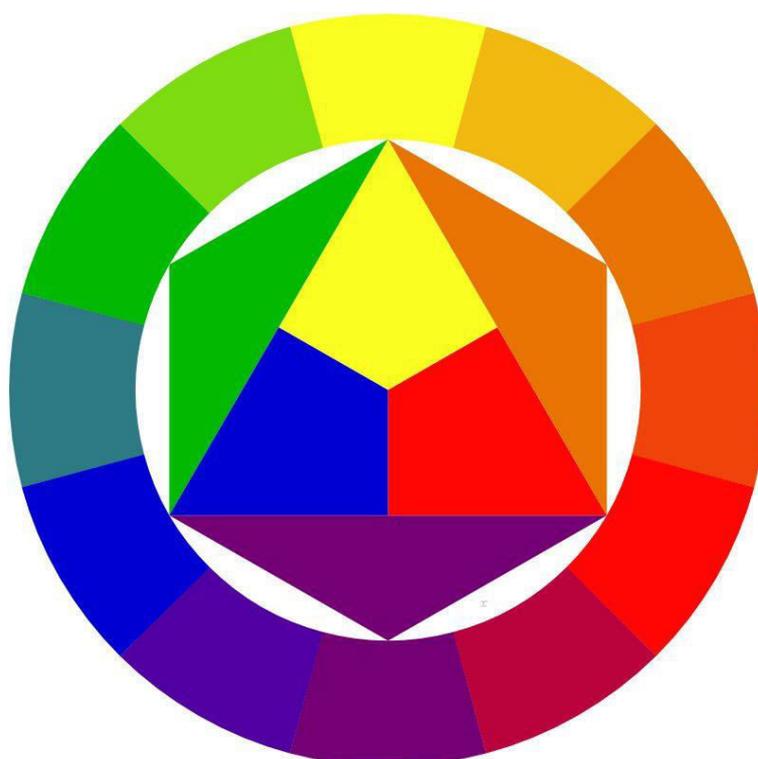
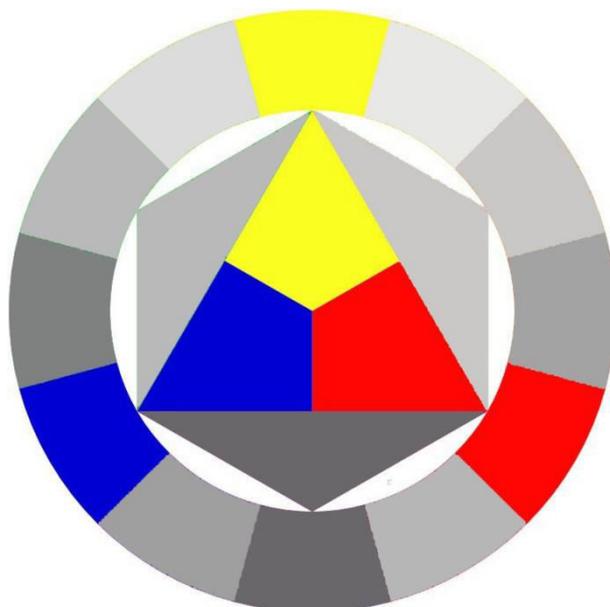


Figura 3.16. Il cerchio cromatico

L'arcobaleno, fenomeno ottico e meteorologico, è composto dai cosiddetti **colori base**, che combinati tra loro in tutti i modi possibili, originano tutte le tonalità di colore esistenti. Tre di questi sono chiamati **colori primari**, perché non sono ottenibili dalla mescolanza con altri colori e sono il rosso magenta, il blu e il giallo.



3.17. Colori primari

Mescolando due colori primari se ne ottiene un terzo definito **secondario**:

- Rosso + giallo = arancione
- Giallo + blu = verde
- Rosso + blu = viola

Tutte le tonalità intermedie si ottengono variando le proporzioni le proporzioni dei colori mescolati, per esempio mescolando rosso e giallo si ottiene un arancio tendente più al rosso o al giallo, a seconda della quantità mescolata di entrambi i colori.

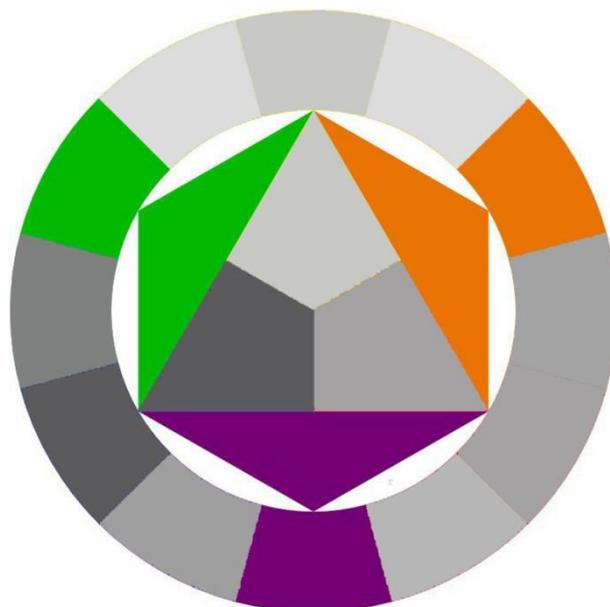


Figura 3.18. Colori Secondari

Due colori si definiscono, invece, **complementari** quando le loro caratteristiche esaltano e rafforzano a vicenda la propria luminosità. Ogni tinta trova il suo complementare nel colore opposto presente nel cerchio cromatico. Come dimostrato in Figura 3.5.4, il complementare del giallo è il viola, che è la somma di rosso magenta e ciano. I complementari dei colori puri formano coppie cromatiche con caratteristiche molto marcate, inoltre, i complementari mescolati tra loro generano il grigio puro.

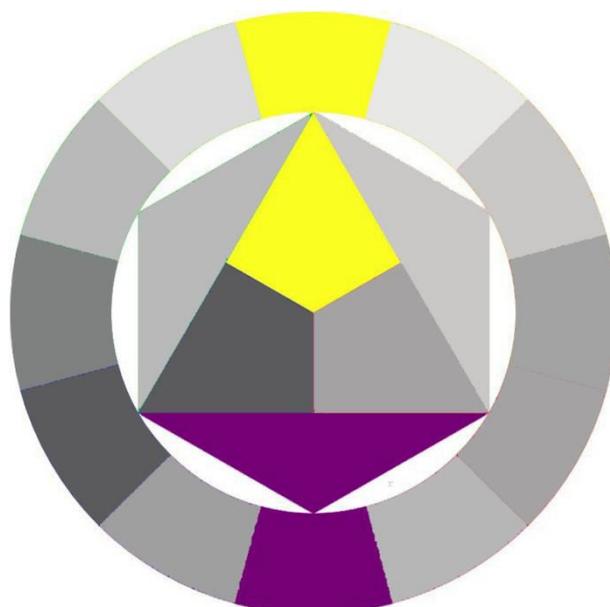


Figura 3.19. Colori complementari

Per creare armonia cromatica nelle rappresentazioni visive è necessario considerare tre fattori legati ai colori:

1. **Il colore facilita il ricordo.** L'utilizzo dei colori o di elementi colorati permette di recepire più facilmente informazioni legate ai testi, disegni, immagini.
2. **Il colore cattura l'attenzione.** Informazioni veicolate attraverso l'uso di immagini colorate attirano maggiormente l'attenzione.
3. **Il colore migliora l'informazione.** Il colore aumenta la leggibilità del 40%, l'apprendimento del 55% e la comprensione del 73%.⁵⁶

La percezione del colore varia in relazione all'area culturale e geografica. Il significato dei colori è strettamente legato all'ambiente circostante e normalmente è nato e si è evoluto come supporto delle sensazioni trasmesse dalla natura del luogo. Una curiosità legata all'aspetto culturale dei colori riguarda gli eschimesi: questi popoli riescono a riconoscere la differenza tra decine di sfumature del bianco nel ghiaccio e nella neve che li circonda. Queste tonalità, a cui gli eschimesi hanno dato un nome, sono impercettibili per gli altri popoli. Un'altra importante suddivisione dei colori è quella tra colori caldi e colori freddi, le cui categorie sono state create dall'uomo in base alle sensazioni invocate dai colori primari e secondari. Il gruppo di colori neutri, invece, include il bianco e il nero, ma, convenzionalmente, gli autori Bottazzini e Gotuzzo⁵⁷ considerano neutri anche il grigio e il marrone, nonostante questi siano il risultato della mescolanza di altri colori. Colori caldi e freddi producono diversi effetti e richiamano a determinati concetti, che, quasi inconsapevolmente, l'utente percepisce. La percezione del colore varia in relazione all'area culturale e geografica: il significato dei colori è strettamente legato all'ambiente circostante e subisce gli effetti delle convenzioni culturali.

Di seguito, i colori primari e secondari sono suddivisi in base alle classificazioni "caldo-freddo" e "neutri" e, di ognuno, sono definiti nel dettaglio

⁵⁶V. Johnson. *The Power of color in Successful Meetings*, vol. 41, n.7, pagg. 87-90. (Giugno 1992)

⁵⁷ Autori del manuale *Il design della mente* [rif. Bibliografico n. 46], fonte principale del paragrafo 3.5 di questo documento

gli effetti che producono e i significati a loro legati in base alla cultura o area geografica.

Colori caldi

Rosso

Effetti

- Amore e passione
- Aggressività
- Violenza
- Emozioni forti

Valenze Culturali

- Cina: buona fortuna, festa
- India: purezza
- Sud Africa: lutto
- Occidente: pericolo, stop, eccitazione

Arancione

Effetti

- Salute
- Energia
- Ottimismo
- Appetito

Valenze Culturali

- Irlanda: l'essere religiosi
- USA: Halloween, creatività
- Oriente: buddhismo

Giallo

Effetti

- Ottimismo
- Energia
- Vitalità
- Felicità
- Allegria

Valenze Culturali

- Cina: alimentare, prendersi cura, curare
- India: commercio
- Giappone: coraggio
- Egitto: lutto
- Occidente: speranza, pericolo, codardia

Verde

Effetti

- Crescita
- Invidia
- Salute
- Natura
- Energia

Valenze Culturali

- Cina: adulterio (della moglie), esorcismo
- Medio Oriente e India: Islam
- Irlanda: identità nazionale, nazionalismo, patriottismo
- Occidente: primavera, nascita, via, partenza

Blu

Effetti

- Affidabilità e onestà
- Calma
- Stabilità
- Sicurezza

Valenze Culturali

- Medio Oriente: spiritualità, paradiso
- Occidente: depressione, tristezza, tecnologia, istituzionalità

Porpora

Effetti

- Eleganza
- Creatività
- Nobiltà
- Spiritualità
- Mistero

Valenze Culturali

- Thailandia: lutto (per le vedove)
- Occidente: regalità

Marrone

Effetti

- Terra
- Sicurezza
- Calore
- Affidabilità
- Tristezza

Valenze Culturali

- In tutto il mondo è considerato una variante scura dell'arancione. È il colore del tradizionalismo, dell'affidabilità, della comodità, della fertilità e della generosità

Grigio

Effetti

- Tristezza
- Neutralità
- Modernità
- Raffinatezza

Valenze Culturali

- Nel Medioevo era associato agli abiti della gente povera, ma nel tempo ha radicalmente trasformato i suoi valori, assumendo il significato di colore legato alla ricchezza

Bianco

Effetti

- Purezza
- Religiosità
- Matrimonio
- Semplicità
- Pulizia

Valenze Culturali

- Oriente: funerale, morte, lutto (in Giappone il garofano bianco è il simbolo funerario per eccellenza)
- Occidente: sposa, angeli, paradiso, ospedale, bontà, pace (colomba bianca per il Cattolicesimo), sovrannaturale (in alcune culture).

Nero

Effetti

- Formalità
- Potenza
- Autorità
- Eleganza
- Ribellione

Valenze Culturali

- Cina: è il colore dei ragazzi giovani
- India: è il colore che ripristina l'equilibrio e la salute
- Aborigeni australiani: è il codice della terra, la ritualità e il popolo

3.5.1 Il ruolo dei colori nella Data Visualization

Il problema della scelta dei colori per la visualizzazione dei dati è espresso da questa citazione del guru della Information Visualization:

«[...] evitare la catastrofe diventa il primo principio nel portare colore alle informazioni: Prima di tutto, non nuocere.»
(Edward Tufte)⁵⁸

Se usato correttamente, il colore può migliorare e chiarire una presentazione, se usato male, tenderà a oscurare, confondere e generare confusione. Utilizzare efficacemente il colore nella visualizzazione delle informazioni è conveniente per enfatizzare le informazioni che si ha l'obiettivo di trasmettere. L'uso più importante del colore nella presentazione delle informazioni si realizza nel distinguere un elemento da un altro, una funzione che Edward Tufte chiama "etichettare". Un design efficace presenta le informazioni in maniera organizzata, rendendo facile per l'utente capire i ruoli e le relazioni tra i diversi elementi. Un buon principio organizzativo è quello di definire categorie di informazioni, raggruppate per funzione e ordinate per importanza. Un uso efficace del colore si basa sul raggruppare gli elementi e richiamare l'attenzione in proporzione alla rilevanza.

⁵⁸E. Tufte, *Envisioning Information*, Graphics Press. (1990)

Dato un insieme organizzato di elementi di dati e una chiara comprensione della loro funzione e importanza, come si può scegliere un set efficace di colori? Per rispondere a questa domanda è necessario conoscere alcuni principi di base del design del colore, il problema della leggibilità e le linee guida per scegliere i colori sulla base di questi principi. Contrasto e analogia sono i principi che definiscono il design del colore. I colori contrastanti sono diversi tra loro, i colori analoghi, invece, sono simili. Il contrasto richiama l'attenzione, l'analogia suggerisce il raggruppamento degli elementi. Nella figura 3.20, i cerchi rossi, in contrasto con quelli verdi e azzurri, si distinguono e catturano l'attenzione dell'utente. I cerchi verdi e azzurri, invece, sono percepiti tra loro simili, in quanto analoghi, pertanto non sono facilmente distinguibili.

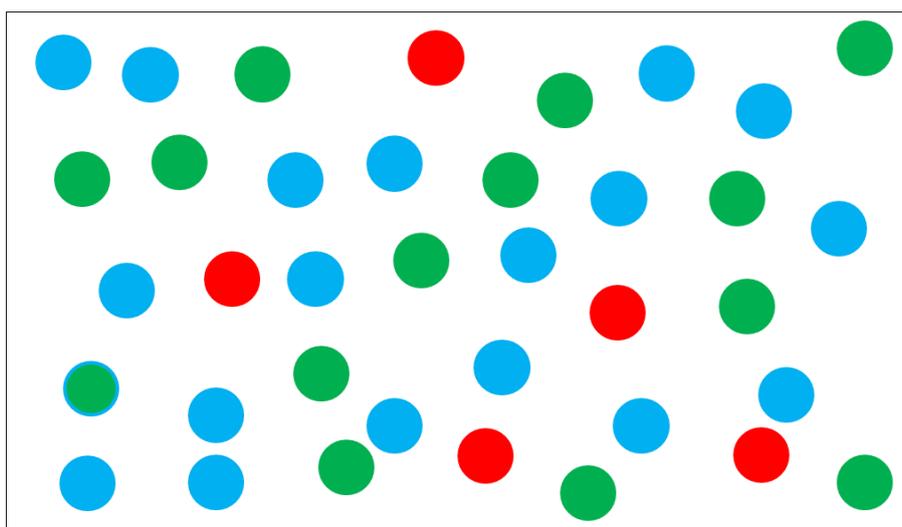


Figura 3.20. Contrasto (rosso vs. verde e azzurro) e analogia (verde e azzurro)⁵⁹

Il sistema Munsell è uno spazio dei colori usato come standard internazionale per definire i colori in base a tre coordinate dimensionali: tonalità (*Hue*), luminosità (*Value o Lightness*) e saturazione (*Chroma*). Il sistema consiste di tre dimensioni indipendenti rappresentate da un sistema di coordinate cilindriche:

- Tonalità, misurata in gradi su di un cerchio orizzontale,

⁵⁹Immagine auto-prodotta

- Luminosità, misurata verticalmente sull'asse dei grigi da 0 (nero) a 10 (bianco),
- Saturazione, misurata radialmente dall'asse neutro dei grigi, verso l'esterno.

La tonalità è il nome del colore, come rosso, verde o arancione. Il *value* è la luminosità percepita o l'oscurità del colore. La saturazione descrive la policromia del colore: colori ad alta saturazione appaiono vividi e saturi, mentre i colori a bassa saturazione sono tendenzialmente grigiastri. La dimensione della tonalità è circolare, tipicamente disegnata come un cerchio (Figura 3.21). In ogni cerchio, tonalità analoghe sono vicine tra loro, tonalità contrastanti sono collocate su lati opposti del cerchio di tonalità.

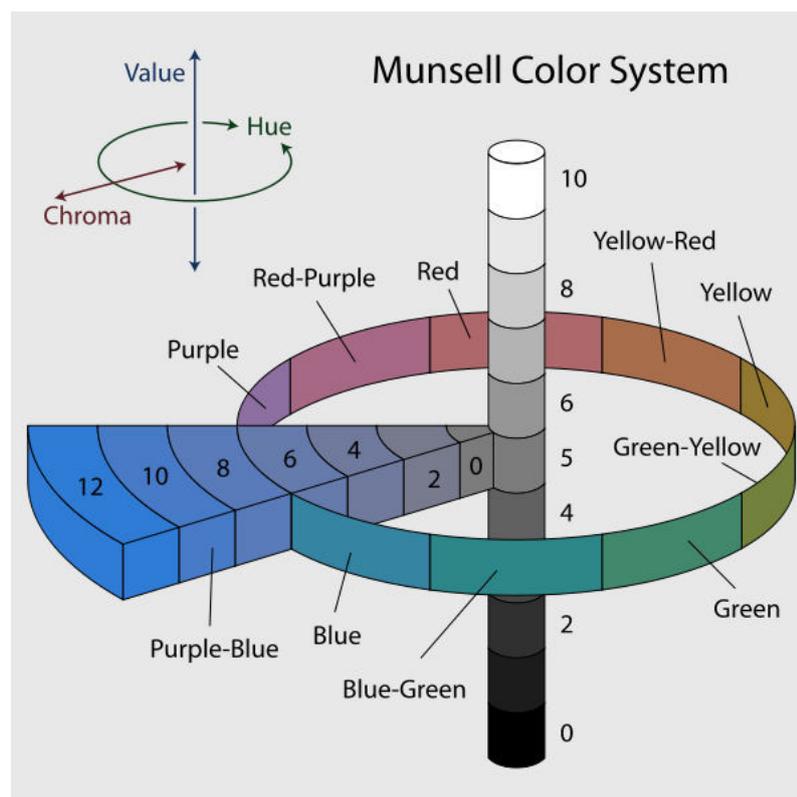


Figura 3.21. Il sistema di Munsell⁶⁰

⁶⁰J. Rus. *The Munsell color system*. © 2007 (Fonte: <http://munsell.com/>)

La dimensione del *value*, o luminosità, è visivamente la più importante in quanto è in grado di definire la leggibilità e ha un potente effetto sul livello di attenzione che riesce a generare. È facile notare le variazioni di luminosità sui diversi toni di grigio, o in tonalità di un unico colore, ma è certamente più difficile confrontare il *value* di due colori molto diversi tra loro. La scala di valore è di solito definita in modo tale che nero=0 e bianco=100.

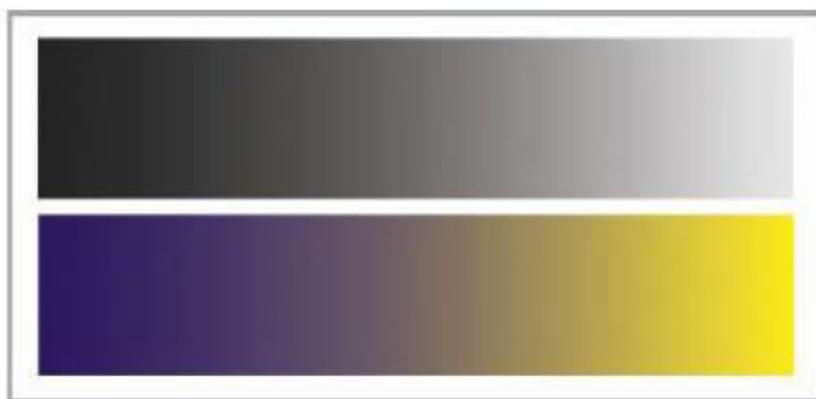


Figura 3.22. Due gradazioni di colore illustrano la stessa scala di valore.⁶¹

La saturazione indica quanto un colore sia luminoso, saturo, vividi e colorati. Formalmente, per ogni colore, riducendo la saturazione a zero si produce un grigio dello stesso *value*. Su uno schermo, i colori ad alta saturazione appaiono vividi e luminosi. Utilizzando colori che sono più scuri e più grigio, o più pastello (miscelati al bianco), si traggono molti vantaggi: il risultato risulta meno appariscente e più sofisticato ed è più facile da riprodurre in stampa. L'utilizzo dei colori saturi, invece, permette di evidenziare determinati elementi. La Figura 3.23 mostra esempi di colori, organizzati in tinte, toni e sfumature.

⁶¹M. Stone, *A Field Guide to Digital Color*, A K Peters, Ltd (2003)

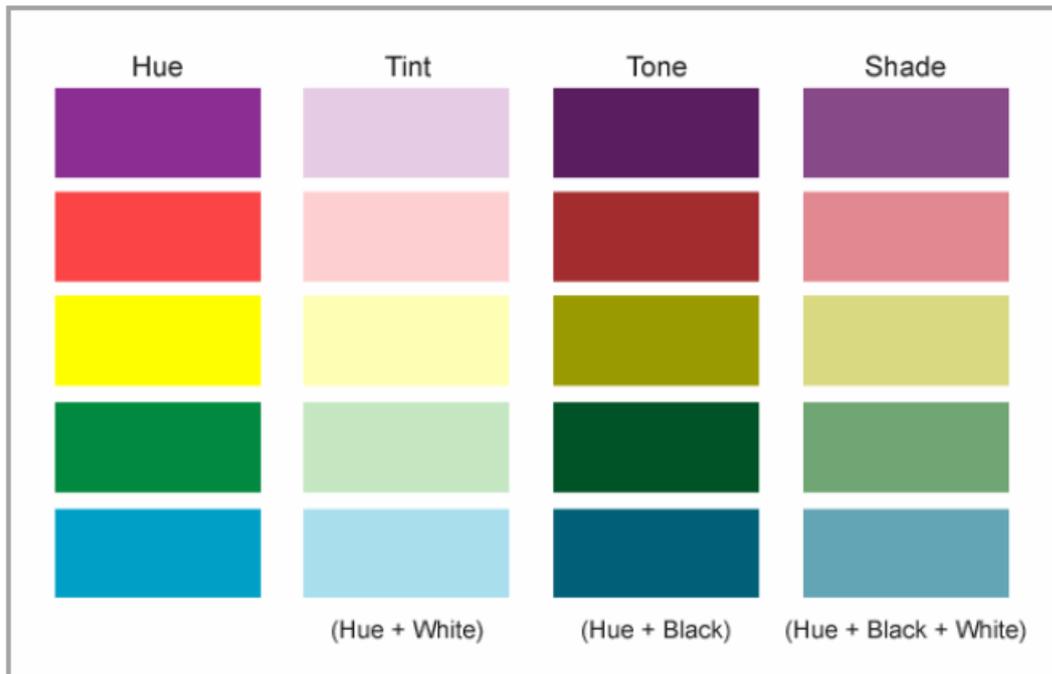


Figura 3.23. Tinta, tonalità e sfumatura di cinque diversi colori (*Hue*)⁶²

Contrasto e analogia possono essere applicati in una qualsiasi delle tre dimensioni del colore. Diverse dimensioni, tuttavia, hanno diverse applicazioni nella visualizzazione delle informazioni. Presentare elementi correlati tra loro nella stessa tonalità è un potente strumento per etichettarli e raggrupparli. Tuttavia, un approccio migliore è quello di utilizzare pochi colori ad alta saturazione come contrasto di colore all'interno di una presentazione realizzata principalmente con grigi e colori tenui. Il contrasto nella luminosità è fondamentale per la leggibilità e valori analoghi possono essere utilizzati anche per definire diversi livelli di attenzione.

La parola "leggibile" ha le sue radici nella parola latina *legere*, che significa "leggere". La moderna definizione include diversi concetti, tra cui leggere, decifrare, scoprire ed essere compreso. Nella presentazione delle informazioni, la leggibilità dovrebbe essere il requisito minimo di elemento visivo. Il singolo fattore che determina la leggibilità è la differenza di valore tra il simbolo (testo, linea, ecc.) e il suo sfondo. Contrariamente a quanto si pensa, differenze di tonalità e saturazione non influiscono sulla leggibilità.

⁶²Maureen Stone, *A Field Guide to Digital Color*, A K Peters, Ltd (2003)

Questa differenza, formalmente specificata come contrasto di luminosità, è lo stimolo percettivo che utilizza il sistema visivo umano per percepire i bordi. Più è alto il contrasto di luminosità, più è facile distinguere il bordo tra una forma e un'altra; se il contrasto è troppo basso, può essere difficile distinguere forme simili, o discernere la forma. La figura in basso (Figura 3.24) mostra un testo in una media tonalità di grigio su uno sfondo che varia da scuro a chiaro: dove il contrasto è elevato, il testo è leggibile. Colorando il testo di verde si ottiene un elevato contrasto di tonalità e intensità con lo sfondo grigio. Tuttavia, il testo varia ancora in leggibilità, secondo il contrasto di valore.

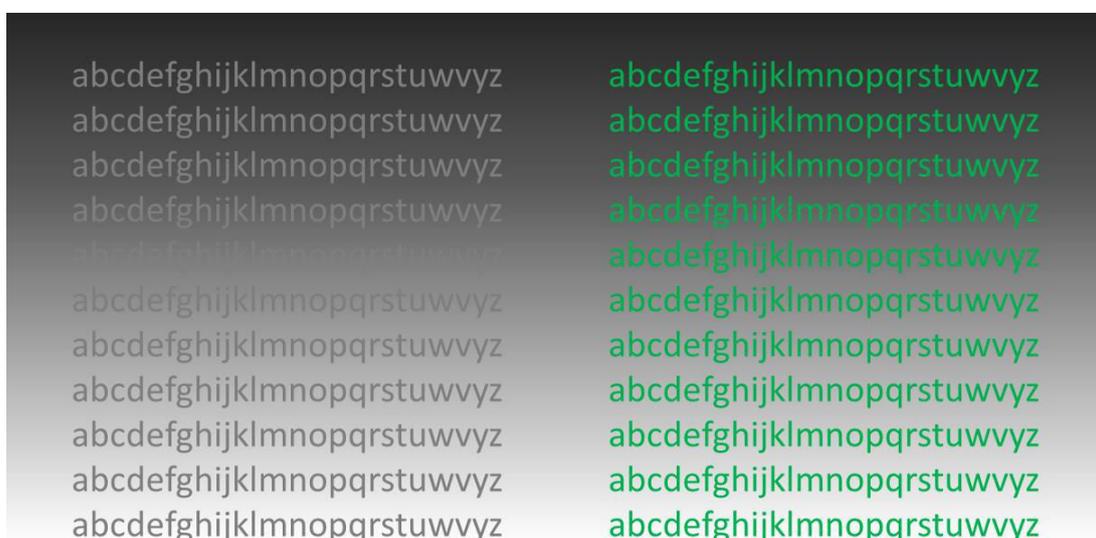


Figura 3.24. (Sinistra) Testo grigio medio su uno sfondo che varia dal nero al bianco. Il testo è leggibile solo dove vi è sufficiente contrasto di luminosità. (Destra) Colorare il testo verde crea un contrasto di tonalità e intensità, ma questo non migliora la leggibilità.⁶³

L'importanza del valore di contrasto trova applicazione nella regola primaria del design: *Fallo bene, in bianco e nero*. In un design ideale, infatti, tutte le informazioni importanti dovrebbero essere leggibili, anche se la saturazione fosse ridotta a zero ovunque nella presentazione, privilegiando solo le sfumature di grigio. I principi specificati nelle sezioni precedenti possono essere così riassunti:

⁶³Rielaborazione personale dell'esempio riportato nell'articolo: M. Stone, *Choosing Colors for Data Visualization*, p. 5. (2007)

- Assegnare il colore in base alla funzione
- Utilizzare il contrasto per evidenziare, e l'analogia per raggruppare gli elementi
- Controllare il valore di contrasto per migliorare la leggibilità

Nella maggior parte dei design, i migliori risultati si ottengono limitando la tonalità a una *palette* di due o tre colori, utilizzando variazioni di tonalità e saturazione all'interno di questi colori per rispettare i criteri di leggibilità e distinguibilità dei diversi elementi. Questa soluzione riduce al minimo l'eccessiva dipendenza dalle variazioni di tonalità (che può causare confusione visiva) e lo sostituisce con un attento controllo di luminosità e saturazione. Esistono moltissime palette di colori, ma come scegliere quella giusta? Anche per un artista grafico professionale, uno dei modi più semplici per trovare la combinazione perfetta dei colori e creare una buona palette consiste nell'utilizzare quelle già esistenti. È inoltre possibile creare la propria palette sulla base dei principi elencati sopra, ma è un processo che richiede un occhio esigente o una chiara comprensione del rapporto tra RGB e *luminanza*⁶⁴ (o entrambi). La maggior parte delle palette di colori è progettata per essere stampata su carta bianca, quando utilizzato in forma digitale, pertanto, deve essere visualizzato su uno sfondo bianco. Utilizzando il bianco come colore di sfondo produce vantaggi percettivi: il sistema visivo umano è progettato per adattare la sua percezione di colore rispetto alla definizione locale del bianco. Inoltre, esso regola la messa a fuoco in funzione del colore. Predisporre uno sfondo bianco produce una definizione stabile del bianco e una superficie stabile su cui concentrarsi.

⁶⁴La luminanza è una grandezza fotometrica vettoriale definita come il rapporto tra l'intensità luminosa emessa da una sorgente nella direzione dell'osservatore e l'area apparente della superficie emittente. La luminanza è espressa in cd/m^2 . Il rapporto tra la luminanza di una sorgente e quella dello sfondo è detto *fattore di contrasto* o *contrasto di luminanza*.

Esempio: La grandezza è indicativa dell'*abbagliamento* che può indurre una sorgente. Una lampadina con una superficie di emissione di 1cm^2 e con intensità di una candela, ha una luminanza di $10000\text{cd}/\text{m}^2$. Un'altra lampadina con pari intensità, ma con superficie di 100cm^2 ha una luminanza di $100\text{cd}/\text{m}^2$. Ecco perché è meno fastidioso osservare direttamente un tubo fluorescente (che ha ampia superficie) piuttosto che una lampada ad incandescenza (in cui tutto il flusso luminoso proviene dal piccolo filamento).

3.6 Il concetto di *estetica dell'informazione*

La nostra società è costantemente impegnata in flussi informativi, ogni giorno grandi quantità di dati vengono creati e trasportati attraverso molti canali di telecomunicazione. Al fine di elaborare l'enorme quantità di dati a disposizione lo strumento della visualizzazione è fondamentale. Grazie all'uso dei grafici siamo in grado di comprendere i dati, individuando modelli e tendenze ed è possibile controllarli e verificarli.⁶⁵ Diversi lavori di ricerca propongono che valorizzare il merito artistico di una visualizzazione può comportare un'analisi visiva più efficace e più produttiva. La visualizzazione di informazioni è definita come la rappresentazione grafica di dati astratti.

Se la visualizzazione è utilizzata per esplorare il dataset, è necessario che lo rappresenti nella sua interezza e che offra interattività grazie a meccanismi di zoom e filtro. Se la visualizzazione ha lo scopo di esporre una determinata questione, l'interazione è spesso limitata e si devono rappresentare solo i dati necessari per trasmettere il messaggio desiderato.

«Rappresentazioni visive efficacemente progettati facilitano la comprensione di fenomeni complessi selettivamente enfatizzando le caratteristiche e le relazioni più importanti, riducendo al minimo gli effetti di distrazione di dettagli estranei.»

(66)

La grafica deve presentare le informazioni in un modo che catturi l'attenzione dello spettatore, che faciliti la lettura dei dati e consenta all'utente di individuare tendenze e schemi sottostanti. Lo scopo fondamentale della rappresentazione grafica è, quindi, migliorare la comprensibilità per alleviare l'onere cognitivo e velocizzare l'elaborazione. Ma...cos'è l'estetica? Com'è definita e come può essere misurata? Non esiste alcuna risposta definitiva, in realtà queste domande sono state l'argomento di discussioni filosofiche dal

⁶⁵A. Lang. *Aesthetics in information visualization* in Trends in Information Visualization report. University of Munich. (2010)

⁶⁶T.-M. Rhyne, D. H. Laidlaw, T. Munzner, V. Interrante. *Visualization needs more visual design!* In I. J. Edward Swan, editor, VIS '99: Proceedings of the conference on Visualization '99, pages 485– 490, Los Alamitos, CA, USA (1999)

XVIII secolo. Kant, Adorno, Goodman e molti altri hanno elaborato teorie sull'estetica e sul suo ruolo nella società. Il termine *estetica* è quotidianamente usato in riferimento a qualcosa di visivamente bello e piacevole agli occhi: l'estetica è stata definita come la misura della bellezza. È inoltre stata definita come esperienza soggettiva piacevole diretta verso un oggetto e non mediato dal ragionamento. Gli studi in psicologia percettiva hanno identificato diverse opinioni sull'esperienza estetica⁶⁷:

- La visione oggettivista guarda alla bellezza come proprietà imminente di un oggetto, che produce un'esperienza piacevole per qualsiasi spettatore. Diverse funzionalità sono pensate per contribuire all'estetica e determinare, come simmetria, equilibrio, complessità, figura-terra-contrasto e altro ancora. Ad esempio, un oggetto simmetrico sarebbe più bello rispetto ad uno asimmetrico.
- La visione soggettivista ritiene che nulla può essere bello, tutto dipende dallo spettatore e dal suo background culturale e conoscitivo.

Gli stessi autori hanno proposto una concezione più moderna che è essenzialmente una combinazione delle due precedenti: la bellezza pare essere fondata sulle esperienze di elaborazione del percipiente, che emergono dall'interazione di processi di stimolo e dai percettori cognitivi e affettivi. L'estetica è stata identificata come un fattore chiave per coinvolgere un utente, mentre lo spettatore sta analizzando il grafico, è stato dimostrato che esiste una correlazione tra latenza nell'abbandono di attività e tempi di risposta errata (ossia il tempo in cui vengono estratte informazioni false) in relazione all'estetica percepita di effetti grafici. Quindi quanto più esteticamente è percepito un elemento grafico, quanto più a lungo il fruitore tenterà di decodificare il significato o estrarre determinate informazioni. Per una valutazione della comprensione di un'estetica della visualizzazione di informazioni sono da considerarsi tre fattori:

⁶⁷R. Reber, N. Schwarz, and P. Winkielman. *Processing Fluency and Aesthetic Pleasure: Is Beauty in the Perceiver's Processing Experience?* Personality and Social Psychology Review, 8(4):364, (2004)

1. La consapevolezza che si stanno visualizzando dei dati e quindi la rappresentazione viene riconosciuta come una visualizzazione, non solo come un'immagine decorativa
2. Riconoscere che cosa effettivamente si sta osservando
3. Il modo in cui leggere la visualizzazione

Solo se tutti i tre criteri sono chiari allo spettatore, la visualizzazione è utile allo spettatore come visualizzazione di informazioni. In una pubblicazione⁶⁸ di Lau e Moere si evincono due dimensioni per la valutazione dell'estetica delle informazioni:

- **Mappatura tecnica.** Rappresenta i metodi con cui è stata creata la visualizzazione:
 - a. **Diretta:** l'utente è in grado di dedurre i dati sottostanti
 - b. **Indiretta:** l'utente non è in grado di dedurre i dati sottostanti
- **Data Focus.** Rappresenta ciò che è comunicato dalla grafica:
 - a. **Intrinseca:** l'immagine facilita l'intuizione di dati con mezzi cognitivamente efficaci. L'immagine potrebbe essere considerata come un mero strumento per l'analisi.
 - b. **Estrinseca:** l'immagine facilita la comunicazione del significato implicito dai dati.

Il primo noto teorico sistematico dell'architettura, Vitruvio (I secolo A.C.), ha sostenuto che l'architettura deve soddisfare tre requisiti distinti: *firmitas* (forza), che copre il campo delle costruzioni e dei materiali; *utilitas* (usabilità), ossia l'uso dell'edificio e del suo funzionamento e *venustas* (bellezza), il requisito estetico. Anche se da allora le teorie architettoniche si sono evolute notevolmente, i principi vitruviani costituiscono le fondamenta teoriche di tutte le teorie riguardanti le discipline legate all'architettura⁶⁹. Gran parte del lavoro

⁶⁸A. Lau and A. V. Moere. Towards a model of information aesthetics in information visualization. In IV '07: Proceedings of the 11th International Conference Information Visualization, pp. 87–92, Washington, DC, USA, (2007)

⁶⁹N. Tractinsky. *Toward the study of aesthetics in information technology*. Department of Information Systems, Engineering Ben-Gurion University of the Negev. Beer-Sheva, Israel. Twenty-Fifth International Conference on Information Systems (2004)

in questo campo riguarda la solidità e la robustezza degli artefatti creati da professionisti del settore. Tradizionalmente, anche le varie discipline di tecnologia informatica hanno costruito i loro prodotti sulla base di concetti quali la fermezza, la correttezza, la stabilità e la logica. Il secondo requisito, *utilitas*, è destinatario di un determinato flusso di ricerca in ambito delle discipline HCI. Si tratta di teorizzare i modi in cui le informazioni tecnologiche possano essere progettate per soddisfare le esigenze individuali e organizzative in riferimento ai sistemi di funzionalità e facilità d'uso. Fino a poco tempo fa, tuttavia, il terzo requisito vitruviano, *venustas*, era quasi completamente assente nella ricerca delle varie discipline informatiche. Ogni volta che i problemi estetici sono discussi nella letteratura HCI, sono inseriti in un contesto negativo, qualificato da avvertimenti contro i suoi effetti potenzialmente dannosi. Uno dei motivi alla base dell'abbandono dell'estetica nelle discipline informatiche potrebbe derivare dai tentativi da parte di alcuni professionisti che hanno preferito lo sfarzo e la moda piuttosto che enfatizzare sostanza e utilità. Un altro motivo potrebbe risiedere nelle origini stesse di queste discipline, che, di per sé, enfatizzano la scienza, l'efficienza, e l'utilità. Non c'è dubbio, però, che, in generale, il criterio estetico è inseparabile dall'efficace progettazione di prodotti informatici interattivi. L'importanza della bellezza, o estetica, è riconosciuta fin dall'antichità. In seguito agli studi di Vitruvio, Alberti definì la bellezza come la totalità di un corpo. Le scienze sociali moderne hanno stabilito l'importanza dell'estetica nella vita quotidiana. In un documento fondamentale Dion, Berscheid, e Walster (1972) hanno dimostrato che una persona, in contesti di interazione sociale, è influenzata dall'aspetto fisico. L'estetica svolge un ruolo importante nello sviluppo di nuovi prodotti, strategie di marketing, e in ambiente di vendita. Bloch (1995) afferma che la forma fisica e la progettazione di un prodotto, sono fattori determinanti il successo sul mercato di un prodotto. Più recentemente, Norman e i suoi colleghi, hanno suggerito una teoria a tre livelli del comportamento umano, che integra due sistemi di elaborazione delle informazioni: affettiva e cognitiva. In ogni livello, il mondo è in corso di valutazione (affezione) e interpretazione (cognizione). L'importanza di influire

nel comportamento umano deriva dal fatto che esso può determinare i successivi processi cognitivi, perché i pensieri si verificano normalmente dopo che il sistema affettivo ha trasmesso le informazioni iniziali. È importante notare che il sistema affettivo e il sistema cognitivo si intrecciano. Nel suo libro, *The Psychology of Everyday Things*, Norman (1988) ha suggerito che il pendolo potrebbe aver oscillato troppo a favore dell'estetica. Recentemente, tuttavia, con il maggiore riconoscimento del ruolo dell'emozione nel processo decisionale, si è argomentato che il design moderno ha messo troppa enfasi sui problemi prestazionali e non abbastanza sugli aspetti emotivi, come piacere, divertimento ed emozioni, che sono fondamentali motivazioni del comportamento umano e che sono chiaramente influenzati dall'estetica. Secondo la teoria di auto-realizzazione (1970) di Maslow, la necessità di piacere estetico è uno dei bisogni di ordine superiore, che si manifesta dopo che sono state soddisfatte le esigenze fondamentali. Inoltre, Maslow, suggerisce che, contrariamente alle esigenze di base, l'esigenza estetica aumenta quanto più è soddisfatta. Postrel sostiene che gli appelli sensoriali sono ovunque, sono sempre più personalizzati e si stanno intensificando. Secondo Postrel, l'estetica di oggi piace e libera le masse: gli utenti possono creare, modificare, trasmettere e ricevere input estetici in quasi qualsiasi contesto che si possa immaginare. Inoltre, Postrel suggerisce che la democratizzazione del design ha reso le persone più sensibili alla qualità grafica. A poco a poco, il grande pubblico ha imparato la lingua letterale e metaforica del *graphic design*. Ecco quindi che, come proposto da Maslow, più le persone sono esteticamente consapevoli, più cresce la loro esigenza estetica.

L'Information Visualization è recentemente emersa come un campo di ricerca indipendente, che mira ad amplificare la cognizione attraverso lo sviluppo di efficaci metafore visive per la mappatura dei dati astratti⁷⁰. Il design di tali rappresentazioni di dati è generalmente supportato da approfondimenti dalla

⁷⁰S. Card, J. D. Mackinlay and B. Shneiderman. *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*. Morgan Kaufmann, Los Altos, CA, USA (1999)

cognizione visiva e dalla ricerca sulla percezione⁷¹, come pure le tassonomie che corrispondono a diversi tipi di dati per la tecnica di una mappatura più efficace^{72;73}. Alcuni ricercatori hanno suggerito che l'InfoVis può essere ulteriormente ampliata impegnandosi in un confronto interdisciplinare tra le comunità di design e arte e hanno proposto che l'espressione artistica possa essere efficacemente supportata da tecniche di InfoVis esistenti al fine di ottenere una comprensione migliore^{74;75}. Siccome la visualizzazione di informazioni si concentra principalmente sull'efficacia si crede possibile trascurare l'influenza potenzialmente positiva dell'estetica. Al contrario, ignorare il potenziale espresso dall'arte nelle InfoVis rende alcune opere involontariamente incomprensibili. L'estetica è stata identificata come uno dei principali problemi ancora da risolvere nella ricerca in ambito delle InfoVis⁷⁶. Il concetto di estetica è già stato discusso come un fattore chiave in diversi sotto-campi dell'Information Visualization. Svariate metriche per l'estetica sono state definite nel campo del design, in termini di leggibilità. Nell'ambito del design industriale, ad esempio, la disciplina scientifica di ingegneria estetica propone metodi empirici più rigorosi per la valutazione dell'estetica. Ricerche in ambito dell'estetica del design si svolgono nei campi dell'informatica affettiva e della ricerca sulla user-experience, che mirano a sviluppare interfacce computazionali che reagiscono o provocano emozioni umane. Il termine estetica è usato in riferimento al grado di influenza artistica sulla tecnica di visualizzazione e la quantità di impegno interpretativo che facilita. Questo è in contrasto con l'estetica intesa come aspetto estetico e

⁷¹C. Ware. *Information Visualization: Perception for design*. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco. (2000)

⁷²W. S. Cleveland and R. McGill. *Graphical Perception: Theory, Experimentation, and Application to the Development of Graphical Methods*. J. Am. Stat. Assc. 79(387): pp.531-554. (1984)

⁷³J. Mackinlay. *Automating the Design of Graphical Presentations of Relational Information*. ACM Trans. Graph. 5(2): pp. 110-141. (1986)

⁷⁴G. Judelman. *Aesthetics and Inspiration for Visualization Design: Bridging the Gap between Art and Science*. In International Conference on Information Visualisation (IV), London, UK, IEEE Computer Society. pp. 245-250. (2004)

⁷⁵A. Vande Moere. *Form Follows Data: the Symbiosis between Design & Information Visualization*. In International Conference on Computer-Aided Architectural Design (CAADFutures), Vienna, Austria, Springer, Dordrecht. pp. 167-176. (2005)

⁷⁶C. Chen. *Top 10 Unsolved Information Visualization Problems*. IEEE Comp. Graph. & Appl. 25(4): pp. 12-16. (2005).

qualità dei design, che in gran parte dipendono dal giudizio soggettivo umano. Il termine estetica delle informazioni è stato utilizzato in primo luogo da Bense⁷⁷ per fare riferimento a una misura quantitativa dell'estetica, secondo il contenuto di informazioni delle parti costituenti di un'immagine. Più recentemente, Manovich⁷⁸ ha usato il termine *infoestetica* per fare riferimento a un concetto teorico emergente, che riflette la società digitale attraverso interfacce digitali. I seguenti fattori hanno facilitato la recente crescita e l'importanza nella cultura popolare dell'Information Visualization e, in particolare, dell'estetica delle informazioni:

- **Disponibilità del software.** Recentemente sono emerse diverse delle applicazioni che si specializzano nella produzione di complessi artefatti visuali. Progettate per gli individui creativi, le interfacce di programmazione intuitive impiegate hanno provocato un processo di programmazione che è simile al disegno.
- **Disponibilità di DataSet.** Internet ha semplificato la creazione, la raccolta e la condivisione dei dati da parte dell'utente. Accanto alla creazione di contenuti personali, la legislazione che tutela la libertà di informazione ha permesso al pubblico di accedere a dati e informazioni governative precedentemente irraggiungibile.
- **Velocità e distribuzione di Internet.** Le funzionalità legate alla crescente larghezza di banda Internet hanno permesso ai dati di diventare più accessibili. Questa disponibilità non è limitata ai set di dati grezzi, quindi sono state create nuove interfacce che consentono l'accesso interattivo ai grandi insiemi di informazioni.
- **Evoluzione estetica.** Stanno emergendo nuove forme di evoluzione estetica, che sfruttano l'impatto visivo in modo da invogliare gli utenti.

L'estetica dell'informazione è intesa come un campo della visualizzazione che unisce gli aspetti di estetica, i dati e l'interazione. Di conseguenza, essa costituisce un collegamento interdisciplinare tra la visualizzazione delle

⁷⁷R. Scha and R. Bod. *Computational Esthetics*. Informatie en Informatiebeleid. 11(1): 54-63. (1993)

⁷⁸L. Manovich. *Info-aesthetics*, <http://www.manovich.net/IA/> (2000)

informazioni e la visualizzazione artistica. L'obiettivo è quello di integrare la scienza e l'arte ricalcando la magistrale abilità di Leonardo da Vinci (rif. capitolo 1 di questo documento): rappresentare informazioni preservandone la completezza e la leggibilità, inserendoli in una visualizzazione esteticamente accattivante e che potenzialmente possa migliorare la comprensibilità dei dati da parte del fruitore.

3.7 Progettare l'infografica secondo le regole della comunicazione

Nel senso comune del termine, l'information design denota un tipo di progettazione grafica specializzata nella rappresentazione efficace di informazioni statistico-quantitative. Basandosi su questo aspetto del concetto, non è possibile cogliere le vere peculiarità di una materia complessa, multidisciplinare e che affonda le sue radici teoriche nella psicologia e nelle teorie della comunicazione. Statisticamente, il termine più utilizzato tra i designer italiani per riferirsi all'information design è *infografica*, termine usato per definire sia la disciplina, che l'artefatto. L'information design è spesso definito come l'abilità di tradurre informazioni complesse e multidimensionali, in rappresentazioni grafiche di informazioni o di oggetti cognitivi multidimensionali, che richiedono una lavorazione e una manipolazione che le semplifichino per migliorarne la comprensibilità.

«Non c'è nulla di naturale quando si parla di informazione. L'informazione, non importa com'è chiamata - dati, conoscenza, o fatti, canzoni, storie o metafore - è stata sempre progettata».

(Brenda Dervin)

La definizione della *Society for Technical Communication's* (STC), descrive l'information design come “[...] *the translating of complex, unorganized, or*

*unstructured data into valuable, meaningful information*⁷⁹. Un oggetto di valore è allo stesso tempo anche una cosa significativa. In seguito alla raccolta dei dati si passa alla fase di progettazione della rappresentazione grafica ed è questo il momento in cui il designer deve fare appello, oltre alle sue doti di progettista grafico, anche a una serie di regole e considerazioni sullo stile comunicativo. In precedenza si è parlato del concetto di leggibilità dei dati, da affinare grazie a tecniche grafiche ed espedienti informatici. Trattandosi di un prodotto da somministrare a un pubblico destinatario, è importante, inoltre, considerare il modo in cui comunicarlo, al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati, rispettando la comprensibilità da parte dell'utente e soddisfacendo le sue aspettative.

«Ciò di cui abbiamo bisogno, non è maggiore informazione, ma l'abilità di presentare la giusta informazione, alle giuste persone, al momento giusto, nella forma più efficace ed efficiente possibile»

(Robert E. Horn)

3.7.1 Teorie della comunicazione da considerare nella progettazione di infografiche

Un esponente della scuola americana del dopoguerra, Harold Lasswell, definì la comunicazione: *“Who says what to whom in what channel with what effect”*⁸⁰: le famose **“5 W”** che compongono il processo di comunicazione (Lasswell, 1948). Questa regola permette di comporre un messaggio efficace e completo, che fornisca tutte le informazioni di cui necessita il destinatario per comprendere l'informazione che il mittente intende comunicare.

Il primo modello che ha cercato di spiegare i processi comunicativi è quello *informazionale*, proposto nel 1949 da Shannon e Weaver, che ipotizza una comunicazione lineare tra emittenti e destinatari e descrive la trasmissione ottimale dei messaggi mediante un canale. Lo scopo è quello di fare passare attraverso il canale più informazioni possibili, con il minimo di distorsione, nel

⁷⁹Traduzione: *“Traduzione di dati complessi non strutturati e non organizzati, in informazioni significative e di valore”.*

⁸⁰Traduzione: *“Chi dice cosa a chi attraverso quale canale con quale effetto”*

minor tempo possibile e utilizzando la minima energia. La qualità del canale è considerato di cruciale importanza proprio perché è l'unico passaggio in cui il messaggio originale impostato dall'emittente può subire modifiche. Il modello riconosciuto come *teoria dell'ago ipodermico*, spiega che il messaggio viene "iniettato" dal medium direttamente nel cervello del ricevente, il quale svolge un ruolo passivo nel processo di decodifica.

Verso la fine degli anni Settanta inizia a consolidarsi un nuovo paradigma che attribuisce un ruolo centrale alle dinamiche interpretative individuali. Umberto Eco in una delle sue opere fondamentali, *Lector in fabula* (1979), riflette sull'importanza dell'interpretazione di un testo da parte del lettore e sul suo contributo nella costruzione del messaggio. Nel leggere un testo, il destinatario agisce a livello cooperativo con il mittente, avvalendosi anche di ciò che in un testo viene definito come "non detto". L'opera di Eco pone all'attenzione dei comunicatori le problematiche riguardanti le diversità che intercorrono tra i destinatari di un messaggio e spostano il focus della progettazione sul destinatario.

Verso la fine degli anni Ottanta e intorno ai primi anni Novanta, i progettisti grafici più sperimentali iniziarono a considerare il destinatario non più un semplice fruitore passivo, ma un soggetto attivo alla comunicazione. Le ricerche effettuate alla fine degli anni Novanta sull'interazione uomo-computer (HCI) e sull'interfaccia e usabilità nel design, fecero emergere una nuova figura all'interno del ciclo comunicativo: l'utente. Esso si presenta come un insieme di bisogni e di abilità e disabilità cognitive, fisiche ed emotive. L'interazione con il testo assume più importanza del suo significato complessivo e l'utente interagisce con il testo allo stesso modo di quanto lui interagisce con il progettista. Partendo quindi, dagli studi sull'interazione uomo-macchina, alcuni di quelli considerati i pilastri della leggibilità sono stati rivisti e aggiornati. Le differenze tra un lettore a schermo e un lettore di testi stampati è da imputare più a un nuovo tipo di cultura che alle caratteristiche intrinseche del medium attraverso cui avviene la lettura. Si assiste ad un vero e proprio cambio di modalità di fruizione queste nuove abitudini culturali derivanti dall'utilizzo dello schermo digitale stanno portando dei cambiamenti

anche nel design per la stampa. Il problema è che una persona continua a poter elaborare ancora solo un messaggio alla volta e questo bug cognitivo è il segreto dietro cui nascono molti stratagemmi studiati per attirare l'attenzione degli utenti.

3.8 Il ruolo dell'utente nella creazione di InfoVis

La tecnologia moderna fornisce l'accesso a grandi quantità di dati in molti domini applicativi, ad esempio nell'*imaging* per applicazioni mediche, nella simulazione di flusso dei fluidi e nei sistemi informativi geografici (GIS). La complessità dei dati può fare analisi a una stimolante attività cognitiva. Come si è visto nei capitoli precedenti, Colin Ware definisce la visualizzazione come "*una rappresentazione grafica di dati o concetti*" che è sia un "*costrutto interno della mente*", che un "*artefatto esterno di supporto nella fase decisionale*". In altre parole, gli effetti grafici assistono gli esseri umani nell'analisi dei dati rappresentati in forma visiva. Questo tipo di supporto può essere chiamato *supporto conoscitivo*. Gli effetti grafici possono fornire un supporto conoscitivo attraverso una serie di meccanismi, che possono sfruttare i vantaggi della percezione umana, come l'elaborazione visiva parallela, e compensare le carenze conoscitive, come la limitata memoria di lavoro.

Metodo	Descrizione
1. Aumento delle risorse	
Processo parallelo	<i>Il processo parallelo tramite il sistema visivo può aumentare la larghezza di banda di estrazione di informazioni dai dati</i>
"Scaricare" il lavoro sul sistema percettivo	<i>Con una visualizzazione appropriata, alcune attività possono essere eseguite utilizzando semplici operazioni percettive</i>
Memoria esterna	<i>Le visualizzazioni sono rappresentazioni dei dati che possono ridurre la domanda di memoria umana</i>
Aumento dello stoccaggio informativo e accessibilità	<i>Le visualizzazioni possono stoccare grandi quantità di informazioni in un modo accessibile e semplice</i>

2. Ricerca ridotta	
Raggruppamento	<i>Le visualizzazioni possono raggruppare informazioni legate tra loro per una ricerca semplice e accessibile</i>
Alta densità dei dati	<i>Le visualizzazioni possono rappresentare una grande quantità di informazioni in piccoli spazi</i>
Struttura	<i>Imporre strutture ai dati e alle attività, può ridurre la complessità degli stessi</i>
3. Rafforzamento del riconoscimento	
Riconoscimento anziché richiamo	<i>Riconoscere le informazioni rappresentate è più semplice di richiamare le informazioni stesse nella memoria</i>
Astrazione e raggruppamento	<i>L'omissione e l'aggregazione selettive dei dati possono consentire modelli di livello superiore</i>
4. Monitoraggio percettivo	<i>Utilizzare caratteristiche visive pre-attentive permette il monitoraggio di un gran numero di eventuali eventi</i>
5. Media manipolabile	<i>Le visualizzazioni possono permettere l'esplorazione interattiva, attraverso la manipolazione dei parametri</i>
Organizzazione	<i>La manipolazione della struttura organizzativa dei dati può permettere diversi modelli che possono essere riconosciuti</i>

Tabella 3.1. Come l'Information Visualization può supportare la cognizione

Le tecniche di visualizzazione sono state tradizionalmente suddivise in due aree principali:

- **Visualizzazione Scientifica**
- **Information Visualization**

Questa terminologia è un po' ambigua, tanto che Tory e Moeller⁸¹ introdussero una nuova terminologia più precisa: il **modello continuo di visualizzazione**, che comprende tutti gli algoritmi di visualizzazione che utilizzano un modello continuo dei dati. Il **modello discreto di visualizzazione**, invece, include algoritmi di visualizzazione che utilizzano modelli di dati discreti e corrisponde approssimativamente al concetto di InfoVis. Semplicemente, trovare una tecnica grafica per visualizzare tutti i dati potrebbe non fornire un adeguato supporto alle attività dell'utente. La figura 3.25 mostra chiaramente come gli utenti siano parte integrante del

⁸¹M. Tory, T. Moeller. *Human Factors in Visualization Research* in IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 10, n. 1. George Washington University, USA. (Gennaio/Febbraio 2004)

processo di visualizzazione, soprattutto quando lo strumento di visualizzazione è interattivo.

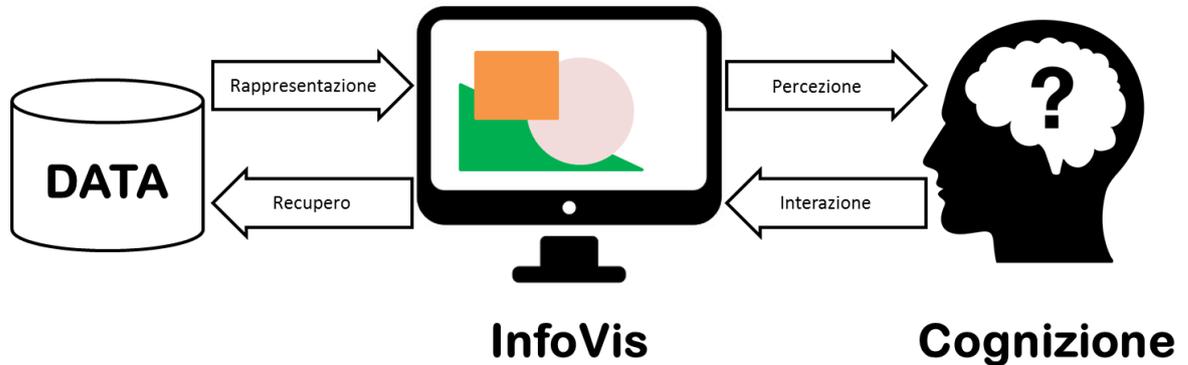


Figura 3.25. Coinvolgimento dell'utente nel processo di visualizzazione

Inoltre, Rheingans⁸² suggerì che l'interazione non dovrebbe essere semplicemente un "mezzo per il fine di trovare una buona rappresentazione". La progettazione basata sui fattori umani richiede la progettazione di artefatti al fine di essere fruibile e utile per le persone che intendono beneficiarne, purtroppo però questo principio è talvolta trascurato nei sistemi di visualizzazione, in particolare nel modello continuo di visualizzazione. Il suo focus risiede, infatti, sulla creazione di tecniche per la visualizzazione dei dati nuove e più veloci. Si dovrebbe, invece, prestare più attenzione agli utenti che devono visualizzare e manipolare i dati, perché come gli esseri umani percepiscono, pensano e interagiscono con le immagini influenzerà la loro comprensione delle informazioni presentate visivamente. Di conseguenza, nasce la forte necessità di studiare i fattori umani come elementi base per la progettazione di InfoVis.

Negli ultimi anni, all'interno della comunità di ricerca di visualizzazione, l'interesse verso i fattori umani è in aumento. Studi condotti su esseri umani sono generalmente confinati al campo dell'interazione uomo-computer (HCI) e gli studi che considerano i problemi specifici della presentazione dei dati visual sono rari. L'efficacia di una visualizzazione dipende dalla percezione,

⁸²P. Rheingans. "Are We There Yet? Exploring with Dynamic Visualization". IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 22, no. 1, pp. 6-10. (Gennaio/Febbraio 2002)

dalla conoscenza e dai compiti specifici degli utenti. Come un utente percepisce un elemento in un design, dipende da molti fattori, comprese le condizioni di illuminazione, l'acuità visiva che circonda gli elementi, dalle scale di colori, dalla sua cultura e dalla sua precedente esperienza. La ricerca in campo di InfoVis si concentra più frequentemente sulla creazione di algoritmi con frame rate più veloci così da permettere agli utenti di esplorare in modo interattivo gli effetti grafici. Anche se l'approccio *user-oriented* può essere utile per alcuni scopi di ricerca, il focus di ricerca risiede sulla progettazione di algoritmi, piuttosto che sui fattori umani e gli utenti in genere non vengono consultati durante il processo di progettazione. L'analisi dell'utente e delle attività permette di determinare alcuni requisiti di sistema, basati sulle attività e le azioni di cui l'utente necessita e che desidera che il sistema stesso risolva. L'analisi delle attività, generalmente, indaga su una vasta gamma di fattori, che sono stati descritti da Hackos e Redish⁸³:

- Caratteristiche personali, sociali e culturali degli utenti
- Valori e preferenze dell'utente
- Obiettivi (generali e specifici) dell'utente e il modo in cui li raggiunge
- Conoscenza ed esperienza pregresse dell'utente
- Ambiente fisico circostante
- Problemi che l'utente vorrebbe veder risolti dal sistema

L'analisi delle attività consente ai designer di definire le specifiche funzionali dettagliate e le limitazioni dell'interfaccia utente. I metodi di analisi delle attività comprendono l'osservazione, le interviste e i sondaggi verso potenziali utenti. Poiché gli utenti potrebbero non notare quello che fanno, non sapere come articolare ciò che fanno e potrebbero travisare la realtà, i metodi di analisi delle mansioni sono effettuati nel contesto di lavoro reale. Le teorie di conoscenza e percezione possono aiutare i designer a individuare eventuali difetti nei sistemi e a sviluppare nuove idee, alla ricerca di una maggiore efficacia. Il seguente insieme di linee guida è basato sugli

⁸³J.T. Hackos and J.C. Redish. *User and Task Analysis for Interface Design*. John Wiley & Sons, pp. 7-8. Toronto, Canada. (1998)

studi di Nigay e Vernier⁸⁴. Queste linee guida generalizzate furono sviluppate principalmente per il modello discreto di visualizzazione, ma possono essere applicabili anche al modello continuo di visualizzazione:

- Dal momento che le esigenze informative degli utenti dipendono dall'ambito e dalle attività dell'utente, il design prodotto deve
 - 1) essere specifico sull'ambito e sulle attività dell'utente e
 - 2) guardare le sotto-attività indipendenti dall'ambito di riferimento
- Per supportare gli utenti con requisiti e compiti diversi, dovrebbero essere disponibili molteplici rappresentazioni visive dei dati:
 - 1) La continuità dovrebbe essere preservata in modo che l'utente non si perda nel passaggio tra diverse rappresentazioni e
 - 2) Le modalità di passaggio tra le une e le altre dovrebbero essere facilitate dal sistema, agevolando l'attività dell'utente
- Le seguenti variabili devono essere sempre ben visibili:
 - 1) Il set degli elementi di dati
 - 2) Dei suggerimenti per supportare l'utente nella navigazione attraverso le visualizzazioni
 - 3) La cronologia di navigazione, per agevolare un'eventuale seconda ricerca sulla visualizzazione precedentemente analizzata
- I dati al centro dell'interazione dovrebbero essere privi di distorsioni e rappresentati alla massima risoluzione possibile
- Gli strumenti di navigazione devono poter essere riutilizzati per mantenere le metafore di interazione coerenti in tutto il sistema.

Il design *user-centered* è un processo iterativo che coinvolge attività di analisi, progettazione, realizzazione di prototipi e test. Gli utenti sono coinvolti, per quanto possibile, in ogni fase della progettazione. Lo sviluppo può iniziare in qualsiasi posizione del ciclo produttivo del design, ma in genere inizia con un'analisi delle attività che deve eseguire il sistema, o il test di un sistema esistente per determinarne i difetti e le limitazioni. Vari aspetti

⁸⁴L. Nigay and F. Vernier. *Design Method of Interaction Techniques for Large Information Spaces*. Proc. Advanced Visualization Interfaces, pp. 37-46. (1998)

della progettazione basata sui fattori umani sono stati integrati nella ricerca sulla visualizzazione; diversi lavori hanno esaminato come la conoscenza della percezione possa essere utilizzata per migliorare la progettazione di InfoVis. Ad esempio, la profondità di fuoco indica la gamma di distanze in cui gli oggetti appaiono nitidi per una particolare posizione della lente dell'occhio: gli oggetti al di fuori di questo intervallo appaiono sfocati. Gli effetti di messa a fuoco possono essere utilizzati per evidenziare le informazioni, sfocando tutto tranne gli oggetti da evidenziare. Determinate funzionalità visive (colore, orientamento, leggerezza, posizione, lunghezza, ecc.) emergono spontaneamente dall'immagine. Questo fenomeno è chiamato *elaborazione pre-attentiva*. È utile prestare attenzione affinché non ci sia nessuna interferenza tra le diverse caratteristiche pre-attentive del design. I sistemi di visualizzazione spesso codificano dati ordinali e quantitativi utilizzando sfumature di colore o intensità e molti effetti grafici utilizzano i colori per separare o evidenziare gli oggetti. Scegliere i colori per le rappresentazioni non è facile, perché non tutti i colori sono ugualmente distinguibili dagli utenti. Lavori più recenti in materia di percezione e progettazione basata sulla cognizione, hanno prodotto nuove idee interessanti per la visualizzazione dei dati. Esempi specifici includono i modi per migliorare la percezione della forma 3D, le tecniche che permettono di distinguere ed evidenziare gli oggetti più facilmente, le nuove modalità di interazione e dispositivi di input, rendering più veloce per migliorare l'interattività, interfacce per rendere la funzione di trasferimento dati più facile e metodi per ridurre il carico di memoria dell'utente. Dagli studi effettuati, è possibile estrapolare diverse indicazioni che si rivelano utili per sviluppi futuri in materia di InfoVis, tra cui:

- determinare quando, se e come aumentare le dimensioni di visualizzazione e risoluzione influisce sulle prestazioni nei compiti di visualizzazione in carico all'utente,
- confronto tra tecniche per determinare quale metodo è più adatto,
- valutazione sui nuovi sistemi per migliorare l'interazione,
- riduzione della difficoltà di navigazione interna nelle visualizzazioni,

- strumenti che forniscono supporto conoscitivo per *insight* e organizzazione delle idee
- teorie di percezione e cognizione che ancora non sono state considerate nel design delle visualizzazioni.

Inoltre, molti argomenti della progettazione basata sui fattori umani non sono stati esplorati approfonditamente dalla comunità di ricerca in ambito dell'Information Visualization. Una nuova metodologia deve essere sviluppata specificamente per la presentazione di dati visivi, ma questo sarà possibile solo una volta che gli attuali metodi saranno stati adottati e valutati per determinarne l'inadeguatezza.

Un concetto comunemente considerato in campo InfoVis è che le visualizzazioni dovrebbero presentare i dati nel modo più chiaro possibile, astenendosi dall'utilizzo di elementi visivi di distrazione, informazioni irrilevanti e dall'utilizzo di formati grafici e sistemi di *labelling* che riducono l'efficacia del processo cognitivo dell'utente. Si pensa che, ottimizzando l'efficienza cognitiva della rappresentanza esterna, un designer ottimizzi la capacità di visualizzazione per supportare la comunicazione rapida e accurata delle informazioni. Edward Tufte citò i principi per la progettazione efficiente di rappresentazioni di informazioni quantitative, tra cui evitare gli elementi estranei (i cosiddetti *chart junk*) e massimizzare il rapporto di *data ink*. Altre opere supportano tale orientamento, basandosi su teorie semiotiche e psicologiche del *graphic design* e dell'interpretazione, che evidenziano empiricamente i vantaggi dei tempi brevi di risposta e la precisione che possono derivare da design cognitivamente efficienti. Trasferendo il carico cognitivo di elaborazione al sistema percettivo, possono essere sfruttate anche le abilità naturali degli esseri umani di identificare visivamente i modelli. Recentemente, tuttavia, i ricercatori in campo InfoVis hanno espresso la preoccupazione che la guida alla progettazione e alla valutazione, espressa dalla teoria dell'efficienza cognitiva, possano catturare non accuratamente la natura complessa delle visualizzazioni come dispositivi per la comunicazione e la cognizione. Con pochissime eccezioni, le misure di

valutazione tendono a valutare il modo in cui un utente interagisce con una visualizzazione e non il modo in cui essi imparano i concetti importanti rappresentati. Si è notato che è un po' irrealistico mantenere uno standard basato sull'efficienza in termini di tempi minimi di risposta ed elevata precisione di risposta, dato che queste misure tendono a generare un trade-off, in quanto una maggiore precisione della rappresentazione richiede più tempo per esaminarla. Questo punto di vista potrebbe spiegare i risultati rilevanti che apparentemente contraddicono i modelli di efficienza cognitiva. Bateman⁸⁵ provò che i design graficamente impreziositi hanno una probabilità significativamente più alta di essere interpretati accuratamente e ricordati più a lungo rispetto ad alternative più semplici, ma cognitivamente efficienti. I partecipanti al suo studio di ricerca hanno ritenuto i grafici abbelliti più attraenti, più divertenti e più facili da ricordare. La questione del se e perché tali contraddizioni di efficienza sono possibili, si trova negli studi psicologici ed educativi legati all'apprendimento di grafici e altri visual design. Prima di valutare come le difficoltà di elaborazione visiva possano essere adattate a beneficio delle prestazioni di un utente alle prese con un InfoVis, è utile riassumere le teorie sull'importanza dell'efficienza cognitiva nell'interpretazione delle visualizzazioni.

- Negli anni Ottanta, ispirati dall'elaborazione dei modelli di elaborazione delle informazioni del processo decisionale, i cognitivisti teorizzarono che le rappresentazioni grafiche sono preferibili rispetto alle rappresentazioni concettuali come sostegno alla cognizione, grazie alla loro capacità di visualizzare le relazioni astratte che altrimenti rimarrebbero implicite. Larkin e Simon fornirono linee guida per aumentare l'efficienza delle rappresentazioni grafiche come mezzi per trasmettere rapidamente le informazioni. Queste includono:
 1. consentire agli utenti di sostituire le inferenze percettive con le inferenze logiche più esigenti
 2. ridurre la ricerca di informazioni necessarie

⁸⁵S. Bateman, R. L. Mandryk, C. Gutwin, A. Genest, D. McDine, and C. Brooks. *Useful junk?: the effects of visual embellishment on comprehension and memorability of charts.* (2010)

Lavori più recenti si concentrano sull'interazione piuttosto che sulla rappresentazione, ma con la stessa motivazione dello *sforzo cognitivo* richiesto all'utente. Queste idee sono congruenti con i modelli di comprensione grafica, che suddividono il processo in più fasi. Il processo percettivo al livello più basso decompone la scena visiva in elementi di base (ad esempio forma, colore, texture, ecc.). Da questa descrizione visiva, l'utente estrae oggetti e modelli e genera proposizioni o messaggi concettuali sulle variabili. Sfruttare il sistema percettivo visivo di basso livello porta anche all'individuazione di metodi automatici per la creazione di effetti grafici ottimizzati per l'elaborazione visiva rapida e accurata.

- Utilizzando il numero di operazioni cognitive per rendere operativa l'efficienza delle visualizzazioni, ha fornito ad altri ricercatori una base per affinare ulteriormente i principi di progettazione.

1. Tufte propose che un design visivo efficace per la comunicazione di informazioni deve ottimizzare il rapporto di *data-ink ratio*, calcolato dividendo l'"inchiostro" utilizzato per la visualizzazione di dati con l'"inchiostro" totale utilizzato in un elemento grafico. Gillan e Richman⁸⁶ indicarono che alti livelli di *data-ink ratio*, correlati con tempi di risposta brevi e una maggiore precisione, aumentano la consapevolezza delle variabili. Tuttavia, gli effetti di "inchiostro" negli elementi significativi di un grafico, dipendevano dalla posizione e dalla funzione dell'elemento. Studi sulla dimensione dello spazio, come l'aggiunta di una terza dimensione senza contropartita, hanno valutato che la terza dimensione potrebbe degradare le prestazioni finali del design. Levy⁸⁷ fornì la prova che è possibile conseguire efficienza abbinando in modo appropriato i tipi di dati con i diversi formati di grafico: grafici lineari sono stati

⁸⁶D.J. Gillan & E.H. Richman. *Minimalism and the Syntax of Graphs* in Human Factors, vol. 36, no. 4, (1994)

⁸⁷E. Levy, J. Zacks, B. Tversky, and D. Schiano. *Gratuitous graphics? Putting preferences in perspective* in CHI'96. (1996)

più facilmente associati con le tendenze, mentre i grafici a barre sono associati con punti discreti.

2. Studi psicologici hanno studiato come l'abilità di un grafico di mettere in primo piano le informazioni importanti utilizzando l'organizzazione visiva, possa aumentare la sua efficacia. Carpenter e Shah⁸⁸ dedussero che il tempo necessario per interpretare un grafico è fortemente correlato alla sua complessità, e individuarono tre processi per la comprensione del grafico: rilevazione e codifica dei modelli visivi; identificazione delle relazioni quantitative rappresentate dalle caratteristiche visive e individuazione dei rapporti quantitativi tra le variabili.

- Mentre la domanda sul se gli effetti grafici animati sono generalmente più efficaci delle rappresentazioni statiche può essere discutibile, molte esplorazioni sull'animazione indicano un'adesione ai valori di efficienza cognitiva. Che un utente debba autonomamente mentalmente animare o immaginare le transizioni da un singolo grafico statico o un set di grafici è più difficile di animare la visualizzazione stessa, in modo che l'utente possa ricevere passivamente le informazioni. Incorporare strumenti di animazione nella visualizzazione è un beneficio per l'utente, grazie alla velocità con cui esso può trasmettere le informazioni. Un'animazione efficace può attirare l'attenzione sui cambiamenti, mantenere stabilmente visibile il contesto e contribuire a rendere visibili informazioni altrimenti occultate. Una recente meta-analisi ha individuato un effetto dell'animazione sull'apprendimento nel complesso positivo, anche se modesto.
- Orientare l'utente a comprendere come elementi visual in un grafico rappresentano i valori dei dati è una considerazione fondamentale nel design grafico. In generale, l'etichettatura diretta delle informazioni

⁸⁸P. A. Carpenter and P. Shah. *A Model of the Perceptual and Conceptual Processes in Graph Comprehension*. J. of Exp. Psych.: Appl., vol. 4, no. 2. (1998)

importanti supporta le inferenze più efficientemente. Kosslyn⁸⁹ ha osservato che le prestazioni sono interessate da notevoli esigenze di memoria a breve termine da parte dell'utente, quando si utilizzano leggende di riferimento per il *labelling*, in quanto l'utente è tenuto a mantenere attivi entrambi i processi di esecuzione del compito e attenzione allo strumento leggenda. Questa scoperta è supportata dall'individuazione di Lohse⁹⁰ che ritiene l'aggiunta di una leggenda su un grafico a linee incidente negativamente sulle prestazioni, sulli processo di decision-making e sul numero di movimenti oculari richiesti (e, quindi, di sforzo cognitivo).

Per valutare il design della visualizzazione da una visione alternativa al modello di efficienza cognitiva, si suggerisce che interagire con una InfoVis può essere considerata un processo di apprendimento. Decodificare, assimilare e trarre inferenze dalle informazioni visualizzate rappresentano una forma particolare di un più generale processo di apprendimento in cui nuove informazioni sono assimilate e integrate con le conoscenze preesistenti. Relativa all'importanza del trattamento attivo è la componente motivazionale di uso grafico. Le difficoltà visive spesso inducono il coinvolgimento con un ideogramma manipolando novità, sartoria e personalizzazione, sfida, gioco e appeal estetico. Il coinvolgimento, a sua volta, aumenta la probabilità di elaborazione attiva e, quindi, di esso può beneficiarne l'apprendimento.

1. L'apprendimento richiede la codifica delle informazioni, ma i gradi differenti cui l'individuo può elaborare le informazioni in entrata (al contrario di assorbirla passivamente attraverso l'ascolto o la lettura) hanno portato a definizioni di elaborazione attiva come attivo, auto-diretta alla ricerca di senso da parte del soggetto. A un livello conoscitivo base, l'elaborazione attiva implica ulteriori operazioni cognitive nell'interesse di raggiungere una comprensione più

⁸⁹S. M. Kosslyn, *Understanding charts and graphs*, Applied Cognitive Psychology, vol. 3, n° 3. (1989)

⁹⁰G.L. Lohse. *The role of working memory on graphical information processing*. Behaviour & Information Technology, vol. 16, n° 6. (1997)

profonda. Quando le difficoltà visive stimolano l'elaborazione attiva, queste operazioni aggiuntive sono in contrasto con l'obiettivo di minimizzare la ricerca di efficienza cognitiva.

- Una manifestazione di elaborazione cognitiva attiva identificata nella ricerca di apprendimento multimediale è l'auto-esplicazione di informazioni a sé stessi. Nell'auto-esplicazione si assiste al materiale bersaglio in modo significativo, ad esempio generando inferenze nella compilazione delle informazioni mancanti, integrando le nuove informazioni con la conoscenza pregressa e monitorando e riparando la conoscenza difettosa. Le difficoltà visive si riferiscono ai mezzi di stimolazione più intensa dell'attività cognitiva attraverso la visualizzazione, piuttosto che alle manipolazioni specifiche della rappresentazione visiva. Progettisti di strumenti *visual analytics* minimizzano spesso le operazioni cognitive guidando gli utenti attraverso l'esecuzione di funzioni importanti o consentendo loro di eseguire automaticamente processi complessi. Ancora, proprio come alcuni grafici statici non riescono a sostenere l'"apprendimento profondo" facilitati dall'auto-esplicazione, così in alcuni casi l'automazione di un processo complesso presenta un rischio sulla corretta comprensione di un processo da parte di un utente. Processi automatizzati centrali nella risoluzione di un problema, possono ridurre l'auto-esplicazione attiva da parte dell'utente come se essa ricreasse il processo una seconda volta.
- Diversi psicologi cognitivi, studiando l'uso di grafici e diagrammi, hanno posto il focus sull'importanza di richiedere agli utenti di manipolare gli effetti grafici interni al fine di facilitarne la comprensione. Il recente lavoro in InfoVis di Liu e Stasko⁹¹ sostiene l'importanza delle rappresentazioni interne

⁹¹Z. Liu and J. T. Stasko. *Mental models, visual reasoning and interaction in information visualization: a top-down perspective*. IEEE TVCG, vol. 16, no. 6. (2010)

(sovrapposizioni del testo, delle immagini e delle relazioni spaziali) nel raggiungimento degli obiettivi di interazione, tra cui l'ancoraggio esterno, foraggiamento di informazioni e *off-load* cognitivo. Come tale, richiedendo la manipolazione di effetti grafici interni, rappresenta un obiettivo alternativo per i designer di visualizzazione che cercano di migliorare la comprensione attraverso lo sfruttamento delle difficoltà visive. Come nell'auto-esplicazione, le difficoltà visive descrivono l'aggiunta di elaborazione cognitiva più intensiva come un'attività di visualizzazione. I vantaggi delle difficoltà visive che inducono alla manipolazione di una visualizzazione interna possono essere in contrasto con gran parte della letteratura sulla creazione di grafici dinamici, che tende ad essere motivata dal desiderio di preservare i modelli mentali attraverso l'interazione della visualizzazione, eliminando la necessità di una visualizzazione interna. Numerose strategie di design mirano a ridurre al minimo il numero di nodi che devono essere trasferiti tra diversi intervalli di tempo e a mantenere la forma complessiva del grafico, al fine di preservare le mappe mentali, riducendo la necessità di visualizzazioni interne. Si è anche assunto che, riducendo al minimo il movimento e il cambiamento, migliora la leggibilità del grafico. In contrasto con i grafici animati, che eliminano la necessità di manipolare una visualizzazione interna per mantenere la propria mappa mentale, i grafici con piccoli multipli richiedono qualche animazione mentale o interna per dedurre l'evoluzione del grafico. Usare multipli piccoli piuttosto che animazioni rappresenta una manifestazione di difficoltà visive basata sulla visualizzazione interna.

- Gli psicologi definiscono la fluidità come un giudizio metacognitivo. Ad esempio, si consideri il compito più impegnativo di lettura di un passaggio del testo in un font

sgraziato come **Haettenschweiler**, piuttosto che uno progettato per una maggiore chiarezza, come ad esempio Arial. Mentre i lettori percepiscono i caratteri sgraziati come più impegnativi da leggere, effettivamente possono condurre a una migliore comprensione e stimolare la memoria perché la non-fluidità porta il lettore a evitare euristiche e impostazioni predefinite e a fare affidamento sui segnali periferici. Un altro vantaggio delle difficoltà visive sotto forma di non-fluidità percettiva è che la consapevolezza degli utenti di star esercitando un alto livello di sforzo può richiedere un'elaborazione che conduce con più probabilità ad essere accurati nello svolgimento di un'attività. La non-fluidità percepita può portare un utente di grafici o altri materiali di apprendimento all'utilizzo di un ragionamento sistematico, deliberativo e analitico, invece che a processi di ragionamento meno impegnativi, automatici, intuitivi ed euristici.

2. Si definisce elaborazione attiva l'attività psicologica gestita dall'utente in un contesto di apprendimento. Il bisogno di elaborazione attiva non implica ancora una motivazione personale a impegnarsi da parte dell'utente. Piuttosto, è un'attività cognitiva neutra definita che può essere incoraggiata da premi sperimentali o altri incentivi estrinseci.
 - Il concetto di estetica di un grafico, facendo riferimento all'esperienza e all'apprezzamento delle qualità attrattive di una visualizzazione, è stato più volte evitato in molti studi e, anzi, definito in opposizione al concetto di leggibilità del grafico. Questo potrebbe suggerire che grafici esteticamente complessi sono meno efficienti. Mentre le considerazioni estetiche sono state sotto-esplorate in molti studi di efficienza, un'altrettanta valida convinzione potrebbe essere che effetti grafici esteticamente gradevoli facilitano la capacità di un utente di processare le informazioni rappresentate. Questo evidenzia la proposta di valutare le scelte progettuali di InfoVis come un

compromesso tra efficienza cognitiva e difficoltà visive, con le stesse tecniche di giocare ruoli diversi secondo le funzionalità di interazione.

- Vari studi hanno documentato i risultati positivi di personalizzazione delle informazioni grafiche al fine di indurre interesse e attivare l'elaborazione del contenuto delle informazioni da parte degli utenti. Personalizzare, quindi, l'esplorazione degli strumenti di visualizzazione può portare a una maggiore motivazione a partecipare ai dati, stimolando l'attività cognitiva da parte dell'utente. La personalizzazione può anche facilitare lo sforzo di elaborazione, evidenziando il trade-off tra efficienza cognitiva e difficoltà visive. Collegando il framing o la natura della presentazione di informazioni con la conoscenza pregressa di un utente e le sue aspettative, un messaggio può avere un effetto più pronunciato sulla modificazione di credenze e comportamenti.

Nel dettaglio:

- 1. Operazioni cognitive.** La ricerca sull'efficienza cognitiva propone la riduzione del numero di passaggi cognitivi necessari. Il lavoro sulle difficoltà visive suggerisce che i passaggi cognitivi non stimolino accuratamente l'apprendimento da parte dell'utente.
- 2. Rappresentazioni visive – Data Ink Ratio.** Grafici con elevati rapporti di data-ink sono stati convenzionalmente identificati con “abbellimento” o “decorazione”. La prospettiva suggerita dagli studi sulla difficoltà visiva fornisce la prova che bassi data-ink possono essere funzionali nei casi in cui l'inchiostro aggiuntivo viene utilizzato per personalizzare, estetizzare, o rendere la visualizzazione più allettante per gli utenti finali.
- 3. Organizzazione dell'informazione.** L'efficienza cognitiva impone che ai designer di minimizzare la complessità di una visualizzazione, riducendo il numero di elementi visivi e utilizzando formati che rendano salienti le informazioni.

- 4. Animazione.** Si propone di valutare l'utilità dell'animazione caso per caso, piuttosto che basarsi su una regola generale.
- 5. Catalogazione ed etichettamento.** Le difficoltà visive possono essere utili per un compito di comprensione del grafico, quando le leggende sono utilizzate al posto delle etichette al fine di stimolare una riflessione più approfondita da parte degli utenti.

Infine, vari studi in InfoVis hanno notato che le differenze individuali nella conoscenza pregressa possono influenzare anche la percezione e l'interpretazione di una visualizzazione. La quantità, la specificità e l'accuratezza della conoscenza esistente di un utente sono considerazioni importanti nel decidere se introdurre difficoltà visive oppure no. Gli individui con un più basso bisogno di conoscenza sono più portati a ignorare, evitare o distorcere nuove informazioni, reagiscono negativamente ad una mancanza nella struttura, utilizzano euristiche cognitive e utilizzano i confronti sociali nella soluzione dei problemi piuttosto che una riflessione indipendente e il ragionamento. Lo sforzo cognitivo sembra rappresentare una naturale linea guida per la progettazione efficace di InfoVis. L'efficacia di una visualizzazione si caratterizza come un compromesso tra l'elaborazione efficiente e desiderabile delle difficoltà visive per stimolare l'apprendimento. Alla base di questo compromesso vi è l'elaborazione attiva, che può guidare i designer considerando le diverse strategie di design grafico, compresi i mezzi di generazione di coinvolgimento. Le nuove domande poste dagli studi sulle difficoltà visive agli approcci di valutazione aumentano la raffinatezza di quei metodi che integrano importanti principi psicologici negli strumenti di valutazione delle InfoVis.

Capitolo 4

Scientific Visualization

4.1 Le rappresentazioni visive nella Scienza: indagine storica

Per procedere con l'analisi dell'uso delle InfoVis nel contesto scientifico, è importante recuperare alcune nozioni introdotte nel Capitolo 1 (*Codice Visivo e Codice Verbale*), riguardo i primi esempi di rappresentazioni grafiche delle informazioni e dei dati scientifici. Per effettuare un'accurata indagine storica si ritiene fondamentale il contributo dell'autore Renzo Baldasso, che con il suo articolo *The Role of Visual Representation in the Scientific Revolution: A Historiographic Inquiry*⁹² offre spunti essenziali per la comprensione del fenomeno, profilando una dettagliata linea del tempo della cosiddetta Rivoluzione Scientifica. Gli storici della scienza hanno assegnato un ruolo importante a immagini e rappresentazione visiva. Per esempio, nel 1949 Herbert Butterfield identificò l'artista rinascimentale come antenato dello scienziato moderno e propose che gli sviluppi artistici del Quindicesimo Secolo fossero considerati un capitolo nella storia della scienza. Fino a non molto tempo fa, gli storici pensavano alle tecniche visual come una categoria fondamentale per comprendere la nascita della scienza moderna. In netto contrasto con queste convinzioni, recenti indagini della rivoluzione scientifica ignorano la dimensione visiva. Nonostante il ruolo poco importante accordato alla rappresentazione visiva nell'opinione corrente circa la rivoluzione scientifica, il titolo assertivo di una raccolta di saggi pubblicata da Wolfgang Iser nel 2003, *The Power of images in Early Modern Science*, è una chiara indicazione che gli studiosi sono pronti a riconsiderare il ruolo delle immagini nella pratica della scienza moderna. Renzo Baldasso assegna alle immagini un ruolo strategico nella storia della rivoluzione scientifica. Herbert

⁹²Unit of History and Philosophy of Science, University of Sydney, Sydney, New South Wales, Australia. CENTAURUS 2006: VOL. 48: pp. 69–88 (2006)

Butterfield, uno dei primi storici che parlò di “Rivoluzione scientifica”, afferma la sua posizione all'interno dell'ambito più grande della storia della civiltà occidentale, e fu anche il primo a chiamare l'attenzione sul ruolo di rappresentazione visiva nello sviluppo della scienza moderna. La presentazione originale delle sue idee sulla rivoluzione scientifica trovarono un pubblico in una serie di conferenze organizzate dall'Università di Cambridge nel 1948 cui partecipò. Nel 1949 giunse alla pubblicazione delle sue teorie in un libro intitolato *The origins of Modern Science, 1300-1800*. In particolare, nella sezione di questo scritto dedicata medicina, Butterfield ha sottolineato il decisivo contributo di arte e immagini al progresso della scienza:

«[...] per quanto riguarda l'anatomia uno dei fattori è intervenuto per produrre importanti cambiamenti nella situazione, e che era l'effettivo sviluppo delle arti visive e l'affilato tipo di osservazione che l'occhio dell'artista era in grado di raggiungere».

(Butterfield, 1949)⁹³

Anche se questa citazione suggerisce che l'autore cercò una connessione solo tra arte e anatomia, altri passaggi nello stesso capitolo chiariscono il punto di vista di Butterfield sull'importanza delle immagini per la scienza più in generale. Per espandere e chiarire le brevi dichiarazioni contenute nella prima edizione della sua opera, Butterfield presentò una più ampia illustrazione delle sue teorie nel 1954, con la pubblicazione di un articolo dedicato al rapporto tra arte e scienza nella rivoluzione scientifica intitolato *Renaissance Art and Modern Science*⁹⁴. In esso, si colloca il tema all'interno della discussione del contributo del Quindicesimo secolo alla storia della scienza. Butterfield sostiene che fu proprio nel Quattordicesimo Secolo che gli artisti svilupparono un approccio scientifico alla rappresentazione visiva, prendendo in considerazione gli esempi di Ghiberti, Donatello, Brunelleschi, Alberti, Masaccio e Leonardo e gli scritti degli storici d'arte. Un importante contributo fu una citazione di Kenneth Clark:

⁹³H. Butterfield. *The Origins of Modern Science, 1300–1800*. G. Bell and Sons, London (1949)

⁹⁴H. Butterfield. *Renaissance Art and Modern Science*. University Review 1, pp. 25–37 (1954)

«[...] le basi scientifiche del naturalismo rinascimentale era un modo in cui gli artisti del primo Rinascimento credevano potrebbe superare le antichità».

(Butterfield, 1954)

Butterfield ha sottolineato l'importanza della matematica all'interno di autori come Alberti e Leonardo e trasse spunto dagli studi sull'anatomia degli artisti del Quattrocento fiorentino e la loro convinzione che la conoscenza precisa del corpo umano si realizza concretamente mediante la rappresentazione di figure realistiche. Egli interpreta questo come lo sviluppo di un'osservazione accurata, trasformandolo nella fase primaria dello sviluppo della rivoluzione scientifica, affermando che:

«Se lo scienziato dei tempi moderni è una miscela tra l'artista, l'artigiano e il filosofo naturale, il pittore fiorentino del XV secolo è quasi una combinazione di prova dei vari elementi».

(Butterfield, 1954)

Come già anticipato nel Capitolo 1, Leonardo merita un'attenzione particolare nell'indagine storiografica perché lo studio del suo contributo artistico riflette le tendenze più generali nell'approccio degli storici alla rappresentazione visiva nella scienza moderna. Lo storico della medicina Arturo Castiglioni parla di Leonardo in questi termini:

«nella rinascita del pensiero umano, essa [la medicina] procede mano nella mano con l'arte... il grande artista è medico e anatomista».

(Castiglioni)⁹⁵

Seguendo questa linea di pensiero, Castiglioni ritiene Leonardo il primo vero grande scienziato del Rinascimento. Le sue realizzazioni grafiche sono riuscite ad avere un impatto diretto sullo sviluppo della prima scienza moderna. La preferenza successiva di concentrarsi sulle macchine di Leonardo e i disegni tecnici, ignorando le più grandi questioni concernenti i

⁹⁵A. Castiglioni. *The Renaissance of Medicine in Italy*. The John Hopkins Press, Baltimore (1934)

suoi sforzi di formulare un'alternativa grafica e visiva all'approccio verbale per lo studio della natura, rivela la difficoltà di esaminare la testimonianza visiva dalla prospettiva della storia intellettuale. Prima di considerare le opinioni di altri storici, è importante valutare l'impatto di queste prime affermazioni. Infatti, non solo comprendere le condizioni che hanno reso la rappresentazione visiva un elemento importante per lo studio della natura divenne un argomento di grande interesse nelle prime descrizioni della rivoluzione scientifica, ma dalla metà del 1950, è stato anche riconosciuto come un problema cruciale per l'intera disciplina della storia della scienza. Presso la famosa conferenza convocata a Madison, nel Wisconsin, nel 1958, Giorgio de Santillana contribuì con un saggio intitolato *The Role of Art in the Scientific Renaissance*. In esso, l'autore provò a considerare Brunelleschi — e non Leonardo — come l'artista che per primo si avvicinò a trattare i problemi teorici e scientifici attraverso mezzi visivi e grafici. Secondo il parere di quest'autore, la difficoltà principale non risiede nella dimensione estetica, ma nella natura visiva dell'arte⁹⁶. Il naturalismo scientifico è una nozione chiave nello sviluppo iniziale del discorso storiografico sul ruolo delle immagini nella scienza moderna. Come accennato in precedenza, questa nozione era cara a Kenneth Clark: egli ritiene il naturalismo scientifico essere una delle principali conquiste ed eredità lasciate dalla pittura fiorentina del Quindicesimo secolo. La nozione di naturalismo scientifico è ben radicata nella storia della scienza grazie anche al contributo di Charles Gillispie: il Capitolo 2 di *The Edge of Objectivity* (1960) porta il titolo "Arte, vita ed esperimento" e si apre notando che, se la fisica di Galileo e la matematizzazione delle dinamiche furono il motore della rivoluzione scientifica, la nascita della scienza moderna costituì un altro processo complesso in cui il naturalismo si rivelò un elemento essenziale della nuova prospettiva scientifica sviluppata nel Rinascimento. Gillispie introdusse Leonardo non solo come l'artista che incarna l'interesse ad esportare il naturalismo dalle arti visive, ma anche come un intellettuale che percepisce

⁹⁶ G. de Santillana. *The Role of Art in the Scientific Renaissance* in M. Clagett (ed.), *Critical Problems in the History of Science*, pp. 33–65. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA (1959)

forme geometriche nel mondo naturale, implicitamente anticipando il principio di Galileo secondo cui la natura è codificata nel linguaggio della matematica. Nonostante riconosca in Leonardo l'individuo che collegò con successo il naturalismo scientifico alla matematizzazione della natura, Gillispie trasformò l'artista in un eroe della storia della scienza, proprio perché le sue intuizioni brillanti non ebbero un impatto sui filosofi naturali attuali o futuri.⁹⁷ Nonostante la sua ubiquità nei conti della rivoluzione scientifica nel corso del 1960, il naturalismo si spostò nel background nel corso del decennio successivo. Questo notevole cambiamento vide promotore Thomas Kuhn ed altri eminenti filosofi della scienza, che non coinvolsero gli aspetti visivi nello sviluppo e nella presentazione di scoperte e teorie. Concentrandosi sull'interazione umana ed intellettuale tra artisti e scienziati, anche Panofsky mostrò agli storici le ricchezze non sfruttate delle immagini scientifiche, nonché la necessità di studiare gli aspetti del pensiero visivo:

«[...] se l'atteggiamento scientifico di Galileo ha influenzato il suo giudizio estetico, il suo atteggiamento estetico può essere ritenuto altrettanto responsabile di aver influenzato le sue convinzioni scientifiche; per essere più precisi: sia come scienziato che come critico delle arti si può dire che [egli] abbia ubbidito alle stesse tendenze di controllo».
(Panofsky)⁹⁸

Anche se numerose monografie e articoli affrontano il terreno fertile indicato da Panofsky, i suoi contemporanei hanno lasciato questa linea di indagine forse perché la loro attenzione era rivolta verso l'immagine stampata. Piuttosto che esaminare i processi intellettuali della rappresentazione visiva, gli storici iniziano a considerare gli effetti delle forze culturali impersonali, come la stampa. Gli effetti sulla scienza della stampa e dei processi meccanici delle immagini che riproducono sono stati oggetto di molte contese accademiche. Tuttavia, i dibattiti erano orientati verso il testo

⁹⁷C. Gillispie. *The Edge of Objectivity in the History of Scientific Ideas*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA (1960)

⁹⁸E. Panofsky. *Galileo as a Critic of the Arts*. The Hague (1954)

stampato, con poca considerazione delle immagini. Anche se c'è disaccordo sulla natura esatta del suo contributo, nessuno nega che la stampa abbia trasformato il discorso filosofico naturale, i programmi di studio nell'istruzione superiore e la pratica scientifica, ad esempio, rendendo prontamente disponibili testi di autori antichi e moderni. Precedenti storici della scienza avevano cercato una connessione tra la stampa e la rivoluzione scientifica, cercando di stabilire il significato di replicabilità di testi e immagini. Il soggetto dell'immagine riproducibile è stato considerato da William Ivins, che considerò la trasformazione generata dai processi di stampa in materia di scienza come un fenomeno solo di passaggio. Sulla base del pensiero irviniano si imposero le teorie di George Sarton, secondo cui la scoperta della stampa fu uno dei grandi punti di svolta nella storia dell'umanità e di particolare importanza per la storia della scienza. A suo parere, il contributo primario della macchina da stampa per lo sviluppo della prima scienza moderna fu la standardizzazione dei testi e delle immagini all'interno dei libri⁹⁹. Agli occhi degli storici moderni della cultura visiva, le sue teorie sono pietre miliari della scienza visiva della rappresentazione scientifica, soprattutto considerando due fattori:

- la realizzazione della polarità tra rappresentazioni artistiche e scientifiche e, quindi, dei diversi obiettivi alla base del naturalismo scientifico e artistico
- l'accuratezza grafica, secondo cui affiancare rappresentazioni accurate a un testo permette di correggere eventuali deficit di quest'ultimo¹⁰⁰

«Arte e Scienza procedono di pari passo e grande è il risultato».
(Sarton)⁹⁰

Tra gli anni 1970 e primi anni 1980, tutta la questione sul ruolo della rappresentazione visiva perse interesse da parte della comunità scientifica.

⁹⁹ G. Sarton. *Six Wings: Men of Science in the Renaissance*. Indiana University Press, Bloomington, USA (1957)

¹⁰⁰ G. Sarton. *The Appreciation of Ancient and Medieval Science During the Renaissance (1450–1600)*, pp. 86-88. University of Pennsylvania Press, Pennsylvania, USA (1955)

Un tentativo di rilancio avvenne nel 1977 grazie a Alistair Crombie e a John Shirley e David Hoeniger, organizzatori della conferenza *Science and the Art in the Renaissance*. Le convinzioni di Crombie circa l'importanza delle immagini e la stretta relazione tra artisti e scienziati emersero prontamente nel suo più importante saggio¹⁰¹, che possono essere riassunti in una frase, tratta dalla pubblicazione di Shirley e Hoeniger:

«Misura, osservazione, sperimentazione e classificazione sono state estese ad una varietà di nuove aree, tra cui le belle arti e le arti pratiche. Anche se meno drammatica nelle sue conseguenze [rispetto alla] rivoluzione in astronomia e fisica, la rivoluzione conseguente delle arti ha avuto un effetto di trasformazione della comprensione del mondo della natura e del mondo delle arti».

(Shirley e Hoeniger)¹⁰²

Anche se è difficile identificare quali sono o si riveleranno essere gli studi più influenti per comprendere il ruolo della rappresentazione visiva nella scienza moderna, è certo che, nell'ultimo ventennio, un elevato numero di articoli e monografie ha riconsiderato la questione attraverso lo studio di specifici gruppi di immagini, con una rinnovata raffinatezza metodologica. La discussione sulle più grandi questioni riguardanti la rappresentazione visiva, unitamente alla proposta per la formulazione di un'infrastruttura dedicata ad affrontare l'uso delle immagini nella scienza moderna, sono elementi presentati nella raccolta intitolata *Picturing Knowledge*¹⁰³ di Brian Baigrie. Tra gli autori della raccolta, Bert Hall aprì il suo saggio, ponendo l'accento sulla questione relativa ai problemi delle prime illustrazioni raffiguranti argomenti scientifici e tecnologici, che restano tra gli aspetti più difficili della storia della scienza e della tecnologia. Le immagini rimangono un soggetto insolito,

¹⁰¹ A. Crombie. *Science and the arts in the Renaissance: the search for truth and certainty, old and new*, articolo per "Science and the Arts in Renaissance" (John W. Shirley and F. David Hoeniger) realizzato sulla raccolta degli articoli presentati da AA.VV. alla Conferenza "Folger". Folger Institute of Renaissance and Eighteenth-Century Studies, Washington D.C., USA. (Conferenza: Ottobre 1978)

¹⁰² J. Shirley, D. Hoeniger. *Science and the Arts in Renaissance*. Folger Shakespeare Library, Washington D.C., USA. (1985)

¹⁰³ B. Baigrie. *Picturing Knowledge: Historical and Philosophical Problems Concerning the Use of Art in Science*. University of Toronto Press., Toronto, Canada. (1996)

periferico al mainstream delle indagini e, ancora, in gran parte inspiegabili rispetto al loro più ampio significato culturale¹⁰⁴. Pensare in immagini e analizzare e rappresentare graficamente i fenomeni naturali erano elementi dell'infrastruttura della cultura intellettuale rinascimentale. Gli storici moderni non possono essere in grado di scoprire una grammatica universale di questo linguaggio visivo, ma solo prove verbali e visive nelle fonti originali. I primi tentativi di fare i conti con il ruolo della rappresentazione visiva necessariamente riflettono le tendenze e le posizioni detenute poi dagli storici dell'arte. Soprattutto, gli storici della scienza si sono concentrati sugli effetti della rappresentazione visiva sulle scienze della vita (botanica, anatomia e zoologia), senza affrontare la sfera delle scienze fisiche (astronomia, matematica e fisica), che erano le discipline trattate nei racconti risalenti alla rivoluzione scientifica. Le cosiddette scienze della vita sono state trattate solo durante il XVI secolo e non durante il XVII secolo e, di conseguenza, il discorso sulle immagini è rimasto confinato al XVI secolo, senza la possibilità di coinvolgere il materiale visivo nelle opere canoniche di figure come Kepler, Galileo, Cartesio e Newton. Inoltre, l'enfasi sulle scienze della vita ha centrato la discussione sul naturalismo e sulla precisione grafica, promuovendo una contaminazione delle prove da preoccupazioni estetiche. È auspicabile che le recenti monografie forniranno lo stimolo per riconsiderare il ruolo generale della rappresentazione visiva nella prima scienza moderna. Piuttosto che concentrarsi sul ruolo delle immagini come mera documentazione e testimonianza di osservazioni naturali o come veicoli per la comunicazione di convinzioni scientifiche completamente formate, questi nuovi studi dovrebbero esaminare lo status epistemologico delle immagini e il loro valore nella pratica della scienza.¹⁰⁵

¹⁰⁴ B. Braigie. *The Didactic and the Elegant: Some Thoughts on Scientific and Technological Illustrations in the Middle Ages and Renaissance*, in *Picturing Knowledge: Historical and Philosophical Problems Concerning the Use of Art in Science*, pp. 3–39. University of Toronto, Toronto, Canada. (1996)

¹⁰⁵ R. Baldasso. *The Role of Visual Representation in the Scientific Revolution: A Historiographic Inquiry*. Cap. 8 Conclusions pp. 84-85. Department of Art History and Archaeology, Columbia University, New York, USA. (2006)

4.2 Il ruolo delle InfoVis nella comunicazione scientifica

Le immagini sono inestricabili dalle pratiche quotidiane della scienza, dalla rappresentazione della conoscenza e dalla diffusione. Diagrammi, mappe, grafici, tabelle, disegni, illustrazioni, fotografie, simulazioni, visualizzazioni al computer e scansioni del corpo sono utilizzate in pubblicazioni e lavori scientifici di tutti i giorni. Inoltre, le immagini scientifiche stanno sempre più raggiungendo gli ambienti al di fuori dei laboratori scientifici, dalle aule di tribunale e dai media. Oggi, viviamo in una cultura visiva¹⁰⁶, che valorizza anche i numeri¹⁰⁷ e la scienza¹⁰⁸. Le immagini scientifiche si basano su queste preferenze culturali per creare rappresentazioni che siano persuasive per il pubblico. La diffusione di immagini scientifiche ha suscitato l'interesse degli studiosi in ambito STS (Science and Technology Studies) nello studio delle rappresentazioni visive e nell'esplorazione delle conoscenze visive che esse generano. Come si è visto nel paragrafo precedente, le rappresentazioni visive nella scienza sono state studiate da una varietà di prospettive teoriche e disciplinari; i filosofi della scienza hanno sollevato questioni ontologiche sulla natura e sulle proprietà delle rappresentazioni visive scientifiche e hanno teorizzato sull'intersezione di ermeneutica e scienza. Nel XIX secolo, gli storici della scienza, dal canto loro, hanno sottolineato l'importanza delle rappresentazioni scientifiche della natura per l'emersione di un nuovo concetto di obiettività¹⁰⁹, essi hanno posto l'attenzione sugli strumenti di visualizzazione e rappresentazione utilizzati in sistemi sperimentali dal primo periodo moderno ad oggi. Altri lavori hanno ricostruito le storie delle tecnologie di visualizzazione (medica) e la loro introduzione nel campo della medicina. Studi di laboratorio hanno esaminato

¹⁰⁶ B. M. Stafford. *Good Looking: Essays on the Virtue of Images*. MIT "Massachusetts Institute of Technology" Press, Cambridge, Massachusetts, USA (1996)

¹⁰⁷ T. Porter. *Trust in Numbers: The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA. (1995)

¹⁰⁸ D. Nelkin, L. Tancredi. *Dangerous Diagnostics: The Social Power of Biological Information*. New York: Basic Books, USA (1989)

¹⁰⁹ L. Daston, P. Galison. *Images of Objectivity*. New York: Zone Books, USA. (2007)

l'uso delle immagini nella produzione di conoscenza scientifica dal punto di vista sociologico e antropologico.

In contrasto con gli studi filosofici, artistici storici e linguistici, il SIV risponde a queste domande concentrandosi sulle dimensioni sociali e sulle implicazioni delle immagini scientifiche e della conoscenza visiva piuttosto che indagare sulla loro natura. Il SIV segue la teoria sociale sulla base dei suoi interessi sulla produzione, interpretazione e sull'uso delle immagini scientifiche¹¹⁰. Questo modo di esplorare il ruolo delle rappresentazioni visive in attività scientifiche esaminando la produzione di conoscenza scientifica è stato uno dei marchi di fabbrica degli studi di laboratorio. Il SIV esplora le traiettorie delle immagini scientifiche dalla loro produzione e la loro lettura attraverso la loro diffusione, distribuzione e adozione nei diversi mondi sociali, fino alla loro incorporazione nella vita e nell'identità degli individui, dei gruppi e delle istituzioni. Seguendo la linea della "vita sociale delle immagini", il SIV comprende sia lo studio delle pratiche di imaging, sia quello delle prestazioni delle immagini scientifiche, con particolare attenzione alla loro potenza visiva e capacità di persuasione. Gli effetti grafici e le immagini scientifiche sono eccezionalmente persuasivi perché prendono parte all'autorità oggettiva della scienza e della tecnologia e si basano su ciò che è considerato come forma immediata di apprendimento e coinvolgimento visivi¹¹¹. L'Appendice 1 del presente documento come funzionano le immagini scientifiche.

«Non ci sono fotografie senza mediazioni [...] solo possibilità visive altamente specifiche, ciascuna con un modo meravigliosamente dettagliato, attivo, parziale di organizzare mondi».

(Haraway)¹¹²

L'approccio femminista di Haraway considera le immagini scientifiche come sguardi oggettivanti che appaiono universali e neutri, ma in realtà privilegiano

¹¹⁰ T. R. Schatzki, et Al. *The Practice Turn in Contemporary Theory*. London and New York: Routledge. (2001)

¹¹¹ E. J. Hackett, O. Amsterdamska, M. Lynch, J. Wajcman. *The Handbook of Science and Technology Studies* (3rd Edition). The MIT Press, Cambridge (Massachusetts), London (England), Massachusetts Institute of Technologies. (2008)

¹¹² D. Haraway. *Feminism and Technoscience*. Routledge, New York, USA. (1997)

selettivamente certi punti di vista e ne tralasciano altri. Esiste un *desire to see*¹¹³ (desiderio di “vedere”) la verità nelle visualizzazioni dei fenomeni come la terra, il cervello in azione, i diagrammi di DNA o il riscaldamento globale. Se è vero il detto “vedere per credere”, il SIV deve dimostrare come la realizzazione e l'utilizzo delle immagini si fondano con il fatto di vedere e credere nelle pratiche di produzione di verità scientifica e convenzione percettiva. Tre sono i temi su cui si basano gli studi sociali del SIV: la produzione, il coinvolgimento e la distribuzione di visualizzazioni. Nello studio della produzione, gli studiosi di STS esaminano come e da chi le immagini sono costruite, analizzando le pratiche, i metodi, la tecnologia, gli attori e le reti coinvolte nella realizzazione di un'immagine. L'analisi del coinvolgimento si concentra sul ruolo strumentale delle immagini nella produzione di conoscenza scientifica. Le ricerche sulla distribuzione, infine, si riferiscono all'uso delle visualizzazioni scientifiche nei diversi settori della vita sociale. In altre parole, esaminare la produzione significa studiare le immagini come artefatti, esaminare il coinvolgimento significa analizzare il ruolo delle immagini come strumenti della scienza ed esaminare la distribuzione corrisponde allo studio su come vengono utilizzate le immagini di fuori dei laboratori e come si intersecano con diverse forme di conoscenza di noi stessi e del nostro mondo. Questa griglia analitica attira l'attenzione sull'apertura interpretativa delle immagini scientifiche e sulla loro potenzialità di essere mezzi di persuasione.

- **Produzione.** Come tutti gli artefatti, le visualizzazioni, gli effetti grafici e le immagini scientifiche sono costruite da combinazioni di macchine e persone che utilizzano concetti, strumenti, standard e stili di pratica. Lo studio STS offre strumenti metodologici per raccontare la storia di come è stata creata una particolare immagine. L'approccio retrospettivo dimostra che le immagini sono il risultato di una lunga serie di opportunità tecnologiche e di vincoli, negoziati e decisioni. Sapere *chi* è coinvolto nelle fasi di produzione di un'immagine è

¹¹³ E. J. Hackett, O. Amsterdamska, M. Lynch, J. Wajcman. *The Handbook of Science and Technology Studies* (3rd Edition). The MIT Press, Cambridge (Massachusetts), London (England), Massachusetts Institute of Technologies. (2008)

importante tanto quanto conoscere *come* le immagini sono state prodotte. Mentre alcune immagini sono il prodotto del lavoro di una sola persona dall'inizio alla fine del processo di produzione, altre immagini sono il risultato di una serie di interscambi tra individui.

- **Coinvolgimento.** Studiare il coinvolgimento significa esaminare come le immagini sono utilizzate nel corso del lavoro scientifico e come diventano strumenti per la produzione di conoscenza scientifica. Nelle discipline che utilizzano la visualizzazione al computer, centinaia di immagini sono spesso prodotte nel corso di un singolo esperimento. Alcune di queste immagini sono trattate come dati grezzi non interpretati, altre vengono manipolate visivamente al fine di rendere i dati significativi e altre ancora sono le sintesi interpretative di significati già noti. Una varietà di tecniche di data-mining, selezioni di visualizzazioni qualitative e algoritmi quantitativi vengono applicate per generare una serie di immagini diverse. Queste visualizzazioni sono provvisorie e interattive e i ricercatori le ottimizzano costantemente, alterandone i parametri, modificandone la scala di colore e sostituendo diversi algoritmi o analisi statistiche con l'obiettivo di rendere i dati significativi. Un modo per analizzare questo processo è quello di indagare come le immagini contribuiscono alla produzione di una conoscenza "oggettivata" riducendo l'incertezza delle osservazioni e restringendo la flessibilità interpretativa dei risultati della ricerca. Una volta che un'immagine diventa parte di un corpo di conoscenza, può essere utilizzata per diffondere e stabilizzare le conoscenze e i concetti teorici che rappresenta¹¹⁴.
- **Distribuzione.** Esplorare la distribuzione significa guardare le traiettorie delle immagini dal momento in cui lasciano il loro sito di produzione a quando entrano nei diversi settori della vita sociale e interagiscono con le diverse forme di conoscenza. Da un lato, la capacità di persuasione delle immagini scientifiche dipende dal loro

¹¹⁴ B. Latour. *Visualization and Cognition: Thinking with Eyes and Hands* in H. Kuklick "Knowledge and Society: Studies in the Sociology of Culture Past and Present", Cap. 6, pp. 1–40. Jai Press, Greenwich, Connecticut, USA. (1986)

essere considerate come la voce simultanea dell'autorità tecnoscientifica e come espressioni della natura. Fuori dai laboratori, le immagini scientifiche si intersecano con una gamma di altre immagini e oggetti, appartenenti all'arte, alla cultura di massa e ai media digitali e conversano evocando significati e generazione di significato sugli spettatori. La distribuzione di immagini scientifiche e di persuasione risulta maggiormente efficace quando rappresentano il corpo umano e la vita: il corpo come oggetto di conoscenza e di percezione diventa un corpo educativo, sotto forma di descrizioni, disegni e grafici¹¹⁵.

Immagini e tecnologie di *imaging* hanno un impatto sull'organizzazione sociale, sulle disposizioni istituzionali e disciplinari, sulla cultura del lavoro e sulle interazioni tra i membri delle comunità di ricerca. La visualizzazione di informazioni e la grafica, intesa come graphic design e web design, sono discipline e concetti fondamentali per studiare e interpretare argomenti complessi. Ciò nonostante, gli scienziati e i programmi di scienza-politica raramente considerano come le visualizzazioni possano attivare la scoperta, creare coinvolgimento e una robusta segnalazione o supportare le risorse online. Produrre visualizzazioni accessibili e imparziali partendo da dati complessi e incerti richiede competenze e conoscenze insite in discipline quali la scienza, la politica, l'informatica e il design. Tuttavia, l'Information Visualization ancora raramente trova applicazione nella formazione scientifica odierna. Gli effetti di una negazione all'implementazione di questa nuova disciplina e delle sue tecniche sono un incremento di illeggibilità e, nel peggiore dei casi, la creazione di una propensione verso un tipo di ricerca scientifica che sia più facile da visualizzare. Le visualizzazioni e la grafica sono gli strumenti di output più coinvolgenti. Il problema legato alla produzione di visualizzazioni informative, coinvolgenti e imparziali hanno ricevuto poca attenzione nella scienza delle biodiversità, o nelle aree della

¹¹⁵ B. Duden. *The Woman Beneath the Skin: A Doctor's Patients in Eighteenth-century Germany*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA. (1991)

politica scientifica¹¹⁶. Ciò, malgrado i numerosi recenti sviluppi su competenze, conoscenze, software, tecnologie web e sulla comprensione culturale della visualizzazione e dei dati. Riportare le grandi quantità di dati complessi e le informazioni in output che gli scienziati possano studiare in modo efficace e che possano coinvolgere diversi utenti e stakeholder, richiede un investimento in tecniche di visualizzazione e grafica. Quando l'oggetto è immateriale, le visualizzazioni hanno un ruolo fondamentale nell'esplorazione delle informazioni e, quindi, nella comprensione¹¹⁷. Oltre a un'infrastruttura scientifica aperta, la visualizzazione e la grafica dovrebbero essere tra le priorità da considerare nello sviluppo di politica scientifica e scienza moderna¹¹⁸. I report di politica scientifica sono spesso soggetti a un approccio comune e a un linguaggio calibrato¹¹⁹: tali convenzioni sono un elemento essenziale delle strategie di comunicazione e contribuiscono alla costruzione di reputazione. Le stesse considerazioni sono applicabili alle visualizzazioni, visto quanto facilmente le immagini riescono a coinvolgere e influenzare il pubblico di non esperti, superando anche le barriere linguistiche. Senza strategie congiunte per lo sviluppo e la diffusione delle visualizzazioni, molte opportunità potrebbero andare perse, oltre a produrre errori di comprensione scientifica¹²⁰. In un'epoca di maggiore controllo scientifico, questo potrebbe influenzare i livelli di impegno della scienza e della politica scientifica, riducendo la reputazione di entrambi. Per essere efficaci, le iniziative politiche dovrebbero garantire che gli investimenti e l'innovazione in visualizzazione e comunicazione visiva mantengano il passo con i progressi della ricerca scientifica e dei processi di politica scientifica.

¹¹⁶ Riguarda l'attività di utilizzare informazioni scientifiche per informare e guidare le strategie generali o particolari tattiche all'interno delle politiche dei governi, organizzazioni non governative o altre organizzazioni.

¹¹⁷ G. McInerney. *Embedding visual communication into scientific practice*. Trends Ecol. Evol. 28, pp. 13–14. (2013)

¹¹⁸ The Royal Society. *Science as an Open Enterprise*. The Royal Society Final Report, London, UK (2012)

¹¹⁹ M. D. Mastrandrea et al. *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*, IPCC. (2010)

¹²⁰ T.R. Carter et al. *New assessment methods and the characterisation of future conditions. Climate change 2007: impacts adaptation and vulnerability*. In Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Parry, M.L. et al., eds), pp. 133–171, Cambridge University Press, USA. (2007)

Come dichiarato da Fischhoff¹²¹, rifiutare l'aiuto della comunicazione visiva, merita pesanti critiche perché la posta in gioco è molto alta. Ecco quattro questioni chiave su cui lavorare per accrescere il ruolo della visualizzazione nella scienza e nella politica scientifica:

- 1) **L'estetica.** La scienza può avere un rapporto difficile con stile e bellezza. Per esempio, le visualizzazioni che sono altamente coinvolgenti possono apparire dissociate dalle origini complesse e scientifiche dei dati¹²². Tuttavia, indipendentemente dal contenuto o dalla funzione, una grafica avvincente può anche creare un'impressione di "verità"¹²³ (il cosiddetto *Cartohypnosis*¹²⁴). Qualsiasi visualizzazione dovrebbe essere prodotta con una comprensione di queste potenziali distorsioni nella percezione del pubblico.
 - *Mappe.* La visualizzazione dei dati geo spaziali è un esempio di come un'immagine possa valorizzare o nascondere le informazioni. All'interno delle mappe, una considerevole quantità di contenuto può derivare da pattern geografici attraenti (ad esempio, il dimensionamento relativo delle regioni geografiche, i confini, i contorni, i modelli spaziali, ecc.). Se si prende il controllo dei diversi modi in cui le visualizzazioni possono influenzare un utente (ad esempio, differenze nel disegno e nel rilievo, stimoli fantasiosi e analitici, ecc.), è possibile fare scelte di design rigorose che riducono i pregiudizi e la retorica visiva. Per esempio, le mappe potrebbero essere un mezzo per visualizzare output di informazioni geo spaziali, ma non sempre essere il modo più chiaro per spiegare le caratteristiche quantitative di analisi¹²⁵.

¹²¹ B. Fischhoff. *Applying the science of communication to the communication of Science*. *Clim. Change* 108: pp. 701-705. Springer Science + Business Media B.V (2011)

¹²² R. Kosara. *InfoVis is so much more: a comment on Gelman and Unwin and an invitation to consider the opportunities*. *J. Comput. Graph. Stat.* 22, pp. 29-32. (2013)

¹²³ H. Lieberman et al. *End-user development: an emerging paradigm*. In *End-user Development* (vol 9) (Lieberman, H. et al., eds), pp. 1-8, Springer. (2006)

¹²⁴ S. Boggs. *Cartohypnosis*. *Sci. Mon.* 64, pp. 469-476. (1947)

¹²⁵ J. B. Harley. *Historical geography and the cartographic illusion*. *J. Hist. Geogr.* 15, pp. 80-91. (1989)

- *Risorse riproducibili e riutilizzabili.* Dobbiamo riconoscere che le visualizzazioni non sono realtà¹²⁶, sono rappresentazioni di dati derivati da una serie di trasformazioni, filtri e codifiche visual che hanno prodotto lo stile particolare e la trama di una visualizzazione. Qualsiasi visualizzazione potrebbe essere riutilizzata per generare confronti con fonti di dati alternative o codifiche visual alternative che possono essere utilizzate con gli stessi dati.
- *Incertezza.* La segnalazione equilibrata dei risultati è essenziale nella scienza e nella politica scientifica, ma poche visualizzazioni convertono l'ignoranza in conoscenza¹²⁷. Omettere l'incertezza può promuovere la precisione di dati o modelli, soprattutto se si visualizza un campione medio o singolo di tutti i risultati possibili¹²⁸.

2) **Progettare per un pubblico non scientifico.** Il layout di stampa limitato delle riviste accademiche può imporre rigidi formati tecnici sulla grafica, che ne limitano l'utilizzo, per esempio, dove un numero enorme di pixel singolarmente informativo è irrimediabilmente stipato in piccole immagini ingrandite e dove la grafica è dipendente dal testo, o dal formato di una pubblicazione¹²⁹. I documenti scientifici vengono prodotti presupponendo vocabolario, competenza e livello di interesse del pubblico. Esperti e non esperti ragionano in modi diversi¹³⁰ e potrebbero richiedere differenti caratteristiche. Decisori pubblici e politici sono ovviamente un pubblico chiave, ma anche loro sono un gruppo di utenti altamente diversificato e non sono sempre scientificamente o statisticamente esperti. Così, anche se la scienza è

¹²⁶ A. Korzybski. *A Non-Aristotelian system and its necessity for rigour in mathematics and physics*. In *Science and Sanity: An Introduction to Non-Aristotelian Systems and General Semantics* (Korzybski, A., ed.), pp. 747–761, International Non-Aristotelian Library. (1933)

¹²⁷ M. D. Mastrandrea et al. *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*, IPCC. (2010)

¹²⁸ S. W. Boggs. *An atlas of ignorance: a needed stimulus to honest thinking and hard work*. *Proc. Am. Philos. Soc.* 93, pp. 253–258. (1949)

¹²⁹ I. Lipkus, J.G. Hollands. *The visual communication of risk*. *JNCI Monogr.* 25, pp. 149–163 (1999)

¹³⁰ A. M. MacEachren et al. *Visualizing geospatial information uncertainty: what we know and what we need to know*. *Cartogr. Geogr. Info. Sci.* 32, pp. 139–160. (2005)

disponibile al pubblico, può rimanere largamente inaccessibile poiché produce una spiegazione statica della ricerca, che spesso richiede competenze specialistiche per essere compresa. Idealmente, la scienza sarebbe in grado di ospitare più gruppi di destinatari all'interno dei dispositivi interattivi che consentono agli utenti di esplorare le conoscenze scientifiche.

- *Visualizzazioni interattive.* Approcci più facoltosi nella comunicazione di informazioni scientifiche potrebbero utilizzare visualizzazioni e grafiche basate su quelle che hanno permesso la scoperta degli scienziati, ad esempio, mediante la creazione di applicazioni web esplorative che collegano i dati scientifici, i modelli e le immagini all'interno di uno strumento interattivo¹³¹. Gli utenti potrebbero selezionare gli stili di presentazione adatti alle loro competenze e conoscenze, quindi selezionare particolari astrazioni, scale di valori, posizioni o scenari basati su propri background, interessi o scelte fortuite. Tali selezioni basate sull'utente dovrebbero mantenere qualche connessione con il contesto più ampio delle informazioni.
- *Approcci di design.* Gli scienziati raramente entrano in contatto con l'intera gamma di gruppi di potenziali destinatari¹³² e potrebbero non sempre capirne le caratteristiche e le motivazioni. Il design utente-centrico e gli approcci partecipativi coinvolgono le parti interessate nei processi di progettazione e sviluppo e potrebbero garantire che la diversità delle esigenze degli utenti siano soddisfatte¹³³.
- *Ridurre la multidimensionalità delle informazioni complesse.* La maggior parte delle interfacce visual sono 2D e presenta notevoli sfide per la visualizzazione di informazioni complesse multidimensionali. Per esempio, può essere difficile includere

¹³¹ P. Fox, and J. Hendler. *Changing the equation on scientific data visualization*. Science 331, pp. 705–708. (2011)

¹³² N. Pidgeon, B. Fischhoff. *The role of social and decision sciences in communicating uncertain climate risks*. Nature Climate Change 1, pp. 35–41. (2011)

¹³³ S. Simonsen, T. Robertson. *Routledge Handbook of Participatory Design*, Routledge. (2012)

ulteriori informazioni in una mappa, perché gli assi principali sono già fissati sulle dimensioni spaziali dei dati. Qualsiasi informazione deve essere incorporata mediante un'elaborazione sulla mappa con lo sviluppo di un'interfaccia interattiva, o utilizzando un design alternativo di visualizzazione¹³⁴. La ricerca empirica in Information Visualization ha esplorato alcune possibilità per la visualizzazione di informazioni complesse, ma ci sono molte soluzioni di design possibili e una singola soluzione potrebbe non esistere (ad esempio combinazioni di colori, assi, animazioni, layout, interazioni e così via)¹³⁵. Qualunque strategia visiva sia utilizzata è importante che i dettagli scientifici e statistici non vengano alterati¹³⁶.

- *Esplorazioni interattive*. Governare e gestire informazioni multidimensionali può essere difficile per gli esperti, per non parlare dei non esperti. Un modello mentale robusto potrebbe svilupparsi solo attraverso un utente che esplora le relazioni complesse coinvolte in un sistema, modello, set di dati o un processo¹³⁷. Tuttavia, la scienza è fortemente sbilanciata verso figure esplicative che riassumono informazioni, anziché produrre interfacce esplorative di conoscenza dove il pubblico può imparare facendo (*learning by doing*)¹³⁸. Una soluzione per semplificare le informazioni multidimensionali è quella di produrre una narrazione che si concentri su un sottoinsieme di scenari. Per guidare l'apprendimento degli utenti, la narrazione può concentrarsi su particolari categorie di un set di dati, o su

¹³⁴ J. Sanyal et al. *A user study to compare four uncertainty visualization methods for 1D and 2D datasets*. IEEE Trans. Vis. Comput. Graph. 15, pp. 1209–1218. (2009)

¹³⁵ C. Johnson, A. R. Sanderson. *A next step: visualizing errors and uncertainty*. IEEE Comput. Graph. Appl. 23, pp. 6–10. (2003)

¹³⁶ D. Reusser et al. *Presentation of uncertainties on web platforms for climate change information*. Procedia Environ. Sci. 7, pp. 80–85. (2011)

¹³⁷ N. Pidgeon, B. Fischhoff. *The role of social and decision sciences in communicating uncertain climate risks*. Nature Climate Change 1, pp. 35–41. (2011)

¹³⁸ J. Beddington et al. *Blackett Review of High Impact Low Probability Risks*. Government Office of Science. (2011)

determinati parametri in un modello. L'interattività dovrebbe essere accuratamente progettata per assicurare che le narrazioni risultanti siano complementari al messaggio scientifico^{139;140}.

- *Riprogettare le componenti della visualizzazione.* Alterare il layout grafico e i glifi (simboli e icone di dati) di una visualizzazione può offrire molte strategie efficaci per ridurre la dimensione delle informazioni¹⁴¹. Queste soluzioni di design dovrebbero non solo semplificare un display visivo, ma anche mantenere una relazione univoca tra terminologia visiva e non visiva (ad esempio metriche, definizioni, astrazioni, incertezza) e i dati¹⁴². Lo stress percettivo può ostacolare o favorire la comprensione degli utenti o, nel peggiore dei casi, causare un disinteresse nel pubblico. Questi problemi di layout e codifica visual continuano ad essere un tema caldo nella scienza e nell'Information Visualization.

3) **Affrontare un problema transdisciplinare.** Le strategie di comunicazione e design devono provenire dall'integrazione di strumenti di visualizzazione con la competenza di ogni soggetto coinvolto nella progettazione. Per esempio, collegando chi contribuisce curando e analizzando fonti di dati e informazioni, designer, comunicatori e ingegneri, fino a coloro che, per ultimi, applicano tale conoscenza¹⁴³.

- *Attivazione di collaborazioni multidisciplinari.* Per produrre progresso, scienziati e iniziative di politica scientifica devono mediare collaborazioni che potrebbero produrre un approccio

¹³⁹ Y. Katz. *Against storytelling of scientific results*. Nat. Methods 10, p. 1045. (2013)

¹⁴⁰ M. Krzywinski, A. Cairo. Reply to: 'Against storytelling of scientific results'. Nat. Methods 10, p. 1046. (2013)

¹⁴¹ E. Maguire et al. *Taxonomy-based glyph design: with a case study on visualizing workflows of biological experiments*. IEEE Trans. Vis. Comput. Graph. 18, pp. 2603–2612. (2012)

¹⁴² A.M. MacEachren et al. *Visual semiotics & uncertainty visualization: an empirical study*. IEEE Trans. Vis. Comput. Graph. 18, pp. 2496–2505. (2012)

¹⁴³ R.S. Laramée, R. Kosara. *Future challenges and unsolved problems (in human-centered visualization)*. Lect. Notes Comput. Sci. 4417, pp. 231–256. (2007)

congiunto alla visualizzazione. Potenziali collaboratori e collaboratori potrebbero non essere consapevoli di questi domini e un programma chiaramente definito deve andare oltre, affermando requisiti per i sistemi di supporto decisionale, i portali web e le risorse *user-friendly*¹⁴⁴. I programmi della politica scientifica sono complessi e potrebbero non essere ben compresi, pertanto, le organizzazioni devono lavorare sodo per comunicare sé stessi e i loro obiettivi in modo che non appaiano scoraggiate o ostacolate da barriere organizzative.

- *Generare impatto*. Il grande ruolo delle interfacce web visivamente accattivanti di raggiungere e coinvolgere gli utenti è indiscutibile. Tuttavia, una ricerca mirata sull'utente è necessaria all'inizio del processo per garantire che gli obiettivi vengano realizzati. Molto si può apprendere dai programmi in materia di *open science*, che mirano a incrementare l'accessibilità della scienza, ma la politica scientifica deve generare anche livelli significativi di coinvolgimento degli utenti finali¹⁴⁵. Ci sono poi enormi opportunità e grandi incentivi per gli individui e le organizzazioni: per esempio, la ricerca può guadagnare influenza e maggiore credibilità se si rivolge direttamente agli stakeholder e potenzialmente potrebbe ricevere maggiori finanziamenti¹⁴⁶. Sia risposte top-down (scienza politica - ad esempio finanziamenti, editoria, assunzione, sviluppo di politiche o coinvolgimento), sia risposte bottom-up (scienziati - ad esempio offerte di fondi, formazione o collaborazione) sono necessarie per migliorare la comunicazione visiva, l'accessibilità e l'usabilità della ricerca scientifica.

¹⁴⁴ W. J. Sutherland. *Review by quality not quantity for better policy*. Nature 503, p. 167. (2013)

¹⁴⁵ E. Turnhout et al. *Conservation policy: listen to the voices of experience*. Nature 488, pp. 454–455. (2012)

¹⁴⁶ G. McInerney. *Embedding visual communication into scientific practice*. Trends Ecol. Evol. 28, pp. 13–14. (2013)

I successi in politica e scienza sono fondati sulla comprensione affidabile e imparziale. Inoltre, le strategie di comunicazione e di conoscenza sono fondamentali per la struttura e l'impatto delle interfacce scientifiche e politico-scientifiche¹³⁷. Così, sorprende che la visualizzazione e la comunicazione visiva siano state trascurate. La visualizzazione dovrebbe essere a sostegno dell'intera linea di informazioni: dall'acquisizione ed esplorazione dei dati e dei modelli, alle analisi visuali utilizzate per ragionare in termini di attività di ricerca e di valutazione, fino a tecniche di narrazione per comunicare le informazioni di base, i risultati e le conclusioni¹⁴⁷. Le visualizzazioni e le comunicazioni oggettive e rigorose non saranno sviluppati senza affrontare le sfide della loro produzione. Gli autori¹⁴⁸ dell'articolo *Information visualization for science and policy: engaging users and avoiding bias* presentano alcuni suggerimenti per generare alcune capacità che permettono di agire su questi punti critici:

- 1) Progettare visualizzazioni in qualità migliore, mediante l'implementazione di una formazione adeguata, standard più elevati per visualizzazioni su riviste e riformulazione del ruolo della visualizzazione nel lavoro scientifico.
- 2) Incorporare il know-how che può coordinare e realizzare programmi di formazione adeguata.
- 3) Incorporare la visualizzazione nella politica scientifica fondendo competenza nei processi in una fase iniziale e produrre visualizzazioni e linee guida di comunicazione visiva per impostare norme appropriate per la progettazione e la valutazione grafica, al fine di coinvolgere ulteriori competenze.
- 4) Garantire la possibilità di comunicare programmi di scienza e di politica scientifica in modo appropriato, a seconda delle diverse aree di competenza.

¹⁴⁷ W.K. Michener, M.B. Jones. *Ecoinformatics: supporting ecology as a data-intensive science*. *Trends Ecol. Evol.* 27, pp. 85–93. (2012)

¹⁴⁸ Greg J. McInerney, Min Chen, Robin Freeman, David Gavaghan, Miriah Meyer, Francis Rowland, David J. Spiegelhalter, Moritz Stefaner, Geizi Tassarolo, and Joaquin Hortal

Questi suggerimenti di destinazione sia top-down sia bottom-up sono risposte alla povertà corrente nelle discipline InfoVis. Ci sono molte ragioni per pensare che il progresso sia possibile. Quando combinate con una maggiore consapevolezza della cultura dei dati, la visualizzazione e l'informatica offrono enormi opportunità per migliorare l'utilizzo delle visualizzazioni all'interno e di là della scienza. Governi e organizzazioni di ricerca, mezzi di comunicazione e strategie di comunicazione per la ricerca scientifica complessa e incerta possono essere riconsiderati: questo segna l'inizio di una nuova fase, in cui la scienza e la politica scientifica devono assumere consapevolezza e diventare visivamente astute.

4.3 InfoVis efficaci nella comunicazione scientifica: i grafici

Negli ultimi 40 anni, la nostra capacità di visualizzare i dati scientifici si è evoluta in modo significativo, tuttavia, questo progresso non significa necessariamente aver alleviato le molte insidie del ruolo e dell'uso della visualizzazione nelle riviste scientifiche, che possono inibire la capacità dei lettori di comprendere in modo efficace le informazioni presentate. Per affrontare questo problema, gli autori Christa Kelleher e Thorsten Wagener¹⁴⁹ hanno proposto dieci linee guida per un'efficace visualizzazione dei dati nelle pubblicazioni scientifiche. Questa breve guida, basata su una revisione della letteratura in ambito InfoVis, può costituire un elemento chiave in supporto ai ricercatori al fine di migliorare la comunicazione al pubblico dei loro risultati di ricerca, grazie all'uso di visualizzazioni efficaci. Grazie alla sua capacità di sintetizzare grandi quantità di dati in grafici efficaci¹⁵⁰, la visualizzazione è una delle più importanti componenti di presentazione della ricerca e della sua comunicazione. È più facile per il cervello umano comprendere un'immagine

¹⁴⁹ C. Kelleher, T. Wagener. *Ten guidelines for effective data visualization in scientific publications*. Environmental Modelling & Software. The Pennsylvania State University, USA. (2011)

¹⁵⁰ C. Ware. *Information Visualization: Perception for Design*. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco CA. (2000)

rispetto a insiemi di parole o numeri¹⁵¹ e ciò rende la grafica una parte particolarmente importante della letteratura accademica. Le crescenti accessibilità e quantità dei dati richiedono metodi efficaci per analizzare e comunicare le informazioni che contengono insiemi di dati in formati semplici e facilmente comprensibili. La visualizzazione serve a due scopi principali: l'analisi dei dati e la presentazione dei dati¹⁵². La visualizzazione dei dati si riferisce a qualsiasi grafico che prende in esame o comunica dati in qualsiasi disciplina¹⁵³, mentre il termine *visualizzazione scientifica* descrive la rappresentazione dei dati fisici e scientifici ed esplora l'efficacia dei diversi tipi di design per visualizzarli¹⁵⁴. Nonostante i progressi di ricerca interdisciplinare di questi ultimi anni, gli ostacoli più comuni nelle visualizzazioni scientifiche limitano regolarmente l'efficacia della comunicazione scientifica visiva. Le dieci linee guida proposte rappresentano un elenco generale di suggerimenti che possono contribuire a migliorare l'efficacia della visualizzazione scientifica in un'ampia gamma di discipline. Le linee guida hanno lo scopo, inoltre, di affrontare problemi comuni o fornire idee semplici utilizzabili da parte dei ricercatori per la creazione di design per pubblicazioni o presentazioni scientifiche. Nell'articolo *Ten guidelines for effective data visualization in scientific publications* il termine "linea guida" si pone come un "principio generale" che può essere applicato nella maggior parte dei casi, ma al quale è comunque possibile applicare delle eccezioni.

1. **Creare il grafico più semplice che trasmetta le informazioni che si desiderano rappresentare.** La ragione per cui includere un grafico in una pubblicazione scientifica è quella di spiegare qualcosa o di sostenere un argomento. Grafici ridondanti e un uso eccessivo di inchiostro (vedi il concetto di *data-ink*, capitolo 3, paragrafo 3.1 del presente documento *N.d.A.*) possono complicare il design e

¹⁵¹ K. Cukier. *A special report on managing information*. The Economist 394, p. 8671. (2010)

¹⁵² B. Xu et al. *VGE-CUGrid: an integrated platform for efficient configuration, computation, and visualization of MM5*. Environ. Model. Software 25. (2010)

¹⁵³ S. Few. *Now You See It*. Analytics Press, Oakland, USA. (2009)

¹⁵⁴ S.K. Card, J.D. Mackinlay, D. Shneiderman. *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*. Academic Press, San Diego, CA. (1999)

confondere lo scopo dell'InfoVis¹⁵⁵. Per semplificare le visualizzazioni, è necessario rimuovere la ridondanza nelle loro proprietà, garantendo al lettore la possibilità di discriminare tra le diverse proprietà di visualizzazione, come la forma, il colore e lo spessore¹⁵⁶. La semplicità del grafico può essere migliorata riducendo il cosiddetto *data-ink ratio*, definita da Tufte come la quantità di inchiostro utilizzata per presentare le informazioni non ridondanti rispetto al totale dell'inchiostro utilizzato nel design. La grafica tridimensionale, per esempio, spesso non è utile per la visualizzazione perché rende difficile il confronto tra i diversi set di dati e la distinzione tra i valori¹⁵⁷. Quando sono necessari dati multi-dimensionali, questi possono essere visualizzati in uno spazio 2D modificando colori, forme e dimensioni per rappresentare altre dimensioni di dati o sezionare il set di dati, anche se troppe variazioni possono complicare il grafico. Altre alternative per la visualizzazione di dati multi-dimensionali sono i cosiddetti *co-plots*, che visualizzano tre variabili nello spazio 2D, e matrici *scatter plots* (diagrammi a dispersione), che mostrano una matrice di grafici a dispersione 2D per ogni numero di variabili¹⁵⁸.

- 2. Considerare il tipo di codifica oggetto e attributo utilizzato.** Gli oggetti di codifica grafica (punti, linee, e barre) e i relativi attributi del valore di codifica (posizione del punto, lunghezza della linea, colore) vengono utilizzati per visualizzare diverse informazioni di un set di dati. La selezione degli attributi da utilizzare all'interno di una trama è particolarmente importante, perché gli esseri umani possono quantificare certi attributi del grafico meglio di altri¹⁵⁹. Sia la lunghezza che la posizione (2D) sono quantitativamente meglio percepiti rispetto ad altri attributi, il che significa che i valori dei dati che essi

¹⁵⁵ E. Tufte. *The Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Press, Cheshire, Connecticut, USA. p. 93 (1983)

¹⁵⁶ W.S. Cleveland. *Graphs in scientific publications*. Am. Stat. 38 (4). (1984)

¹⁵⁷ S. Few. *Show Me the Numbers: Designing Tables and Graphs to Enlighten*. Analytics Press, Oakland, California, USA. (2004)

¹⁵⁸ W.S. Cleveland. *Graphs in scientific publications*. Am. Stat. 38 (4). (1984)

¹⁵⁹ W.S. Cleveland, R. McGill. *Graphical perception: theory, experimentation, and application to the development of graphical methods*. J. Am. Stat. Assoc. 79. (1984)

rappresentano e come tali valori si confrontano con gli altri, si determinano più facilmente. Questi tipi di attributi devono essere utilizzati per la visualizzazione dei valori effettivi di un insieme di dati. Gli attributi che sono difficili da percepire quantitativamente, come la larghezza della linea, la tonalità di colore, o la dimensione dell'area, devono essere utilizzati per grafici che mostrano confronti o modelli generali¹⁵⁰.

3. **Concentrarsi sulla visualizzazione dei modelli o sulla visualizzazione dei dettagli, secondo lo scopo del grafico.** Questa scelta richiede la selezione di un tipo di grafico. Durante la ricerca di modelli, possono essere efficaci tipologie di grafico quali mappe di calore o grafici a bolle, anche se l'estrazione di differenze reali tra i valori risulta difficile¹⁶⁰. Barre o grafici lineari devono essere usati quando è importante rappresentare i valori individuali, come la lunghezza e la posizione, che sono quantitativamente facili da percepire¹⁵⁰. La mappa di calore rappresenta set di dati singoli o multipli utilizzando una sequenza di riquadri, in cui ogni quadrato rappresenta un valore di dati e il colore rappresenta la grandezza del punto di dati.
4. **Selezionare intervalli significativi degli assi.** La selezione di un intervallo per l'asse verticale dipende dallo scopo e dalla forma di un grafico. In generale, quando è importante definire grandezze assolute, l'asse verticale deve iniziare da zero¹⁶¹. La visualizzazione dei dati lungo un asse verticale che non include lo zero travisa l'intervallo di dati ed esagera la grandezza relativa tra i valori. Rappresentare la grandezza assoluta delle serie di dati con riferimento a zero, assicura che la differenza relativa in dimensioni rappresentata dal grafico corrisponde alla differenza relativa effettiva tra i valori. I grafici a barre, i grafici a punti e gli istogrammi rappresentano tipologie di grafici che dovrebbero includere lo zero sull'asse verticale.

¹⁶⁰ L. Wilkinson, M. Friendly. *The history of the cluster heat map*. Am. Stat. 63 (2), pp.179-184. (2009)

¹⁶¹ N. Robbins. *Creating More Effective Graphs*. Pp.239-241, Wiley-Interscience, Hoboken, New Jersey, USA. (2005)

5. **La trasformazione dei dati e l'aspetto grafico scelto con cura possono essere utilizzati per enfatizzare i tassi di cambio per le serie di dati temporali.** La rappresentazione del tasso di variazione di una serie temporale, che si riferisce alla differenza di valori tra fasi temporali, può essere migliorata o ostacolata da trasformazioni dell'asse verticale. La decisione di utilizzare una trasformazione dovrebbe dipendere dal set di dati e dallo scopo del grafico. Il rapporto tra l'altezza di un grafico e la sua larghezza può migliorare la visualizzazione della velocità di cambiamento della serie temporale. I tempi di variazione sono valutati in base alla pendenza dei dati rappresentati, che è una funzione della forma del grafico¹⁶².
6. **Tracciare i punti sovrapposti in modo che le differenze di densità diventino evidenti nei grafici a dispersione.** Nei grafici a dispersione dove i punti sono opachi, le differenze di densità vengono oscurate o risultano addirittura invisibili se più punti tracciati nella stessa posizione vengono rappresentati come un solo punto. Modificare i punti tracciati da opachi a trasparenti, migliora le informazioni veicolate per visualizzare le differenze di densità. Per le grandi serie di dati, la densità può essere meglio visualizzata diminuendo la dimensione in punti.
7. **Utilizzare le linee per la connessione di dati sequenziali in grafici di serie temporali.** I grafici che collegano dati non sequenziali o che rappresentano con una linea i valori di dati mancanti, implicano una variazione lineare tra i punti. I dati non sequenziali possono essere separati in gruppi e spesso sono di tipo qualitativo e non devono essere collegati con linee¹⁶³.
8. **Aggregare grandi data-sets in modi adeguati e significativi.** La semplicità può essere difficile da raggiungere nei grafici di grandi insiemi di dati quantitativi o categoriali. Grandi serie di dati quantitativi

¹⁶² W. Cleveland. *The Elements of Graphing Data*, second ed. Hobart Press, Summit, New Jersey, USA. (1994)

¹⁶³ N. Strange. *Smoke & Mirrors: How to Bend Facts & Figures to Your Advantage*. A&C Black Publishers, London, UK. (2007)

possono essere semplificati tramite grafici di sintesi¹⁶⁴. Solitamente, le caratteristiche dei set di dati possono essere visualizzati utilizzando diagrammi a punti, anche se l'ordinamento dei dati può influenzare la percezione dei singoli punti. I grafici a ciclo sono un'alternativa ad un grafico a serie temporale tradizionale, che conserva la risoluzione dei dati e le tendenze di visualizzazione in un intervallo di tempo in ripetizione.

9. **Mantenere intervalli di asse più simili possibile, per confrontare le variabili.** La visualizzazione di variabili attraverso dei sotto-grafici con intervalli dell'asse diversi, ostacola il confronto di gamma e la variabilità tra i set di dati. Mantenendo gli stessi intervalli di asse, i set di dati possono essere confrontati più facilmente. Separando le variabili con le differenze su larga scala in sotto-grafici evidenzia la variabilità all'interno di singoli data-set, mentre variabili con gamme simili possono essere raggruppate insieme. Mantenere intervalli di asse verticale o orizzontale in sotto-grafici o combinando più variabili migliora il confronto dei dati ed elimina la possibilità errori nel confronto dei dati.
10. **Selezionare uno schema di colore appropriato in base al tipo di dati.** Utilizzando una combinazione di colori che corrisponde al tipo di dati, supporta ulteriormente lo scopo del grafico. Schemi sequenziali, costituiti da intervalli di uno o due colori graduati dal chiaro allo scuro, devono essere utilizzati per i dati quantitativi, con valori bassi a tinte più chiare e valori più alti a tinte più scure. Divergenti combinazioni di colori, d'altra parte, dovrebbero essere utilizzate per evidenziare contrasti tra valori bassi e alti rispetto al valore medio¹⁶⁵.

L'obiettivo di qualsiasi elemento grafico nell'ambito di pubblicazioni e presentazioni scientifiche è trasportare efficacemente le informazioni. I dieci

¹⁶⁴ J. M. Chambers et al. *Graphical Methods for Data Analysis*. Duxbury Press, Boston, Massachusetts, USA. (1983)

¹⁶⁵ M. Harrower, C. Brewer. *ColorBrewer.org: an online tool for selecting colour schemes for maps*. Cartog J. 40 (1), pp. 27-37. (2003)

suggerimenti proposti rappresentano uno sforzo per ridurre i problemi comuni nel perseguimento di questo obiettivo. Soprattutto, queste linee guida dovrebbero essere considerate come raccomandazioni generali che possono essere utilizzate per migliorare la progettazione della visualizzazione e non come regole assolute che si applicano in ogni caso. Aderire a queste raccomandazioni, in genere, migliorerà la presentazione di dati scientifici e, in seguito, la comunicazione dei risultati di ricerca. Oltre le linee guida discusse sopra, ci sono altre buone pratiche che dovrebbero essere generalmente rispettate. Una pratica che non è ancora stata generalmente accettata dalla comunità scientifica è l'inclusione di stime dell'incertezza o barre di errore nella visualizzazione dei dati osservati e modellati. Si è sostenuto e dimostrato che tali stime migliorano il processo decisionale e forniscono un migliore riflesso della comprensione scientifica del pubblico¹⁶⁶.

4.4 InfoVis efficaci nella comunicazione scientifica: l'estetica

La visualizzazione permette di identificare i modelli nei dati per migliorarne la comprensione. Nel trattare il concetto di estetica nella comunicazione scientifica attraverso l'uso di InfoVis, gli autori¹⁶⁷ dell'articolo *An investigation into a new aesthetics of scientific data visualization*, il termine "visualizzazione" è definito come la visualizzazione dei dati, che include la visualizzazione di informazioni e la visualizzazione scientifica¹⁶⁸. La visualizzazione tradizionale, in base alla struttura, la tipologia e la dimensione dei dati, si concentra sul significato per la comprensione come un mezzo efficace di comunicazione. Esso consente agli utenti di comunicare i dati in modo accurato e rapido. Tuttavia, la ricerca ha sempre sostenuto che una considerazione estetica sulla visualizzazione possa aggiungere valore

¹⁶⁶ P. Reichert, M.E. Borsuk. *Does high forecast uncertainty preclude effective decision support?* Environ. Model. Software 20, pp. 991-1001. (2005)

¹⁶⁷ R. Qi Li, M. McMahon, H. Haddad. *An investigation into a new aesthetics of scientific visualization*. Edith Cowan University Western Australia, Perth.

¹⁶⁸ F. Post, G. Nielson, G.P. Bonneau. *Data visualization: the state of the art*. Springer Science + Business Media, New York, USA. (2003)

all'aspetto percettivo e migliorare l'accessibilità della comunicazione¹⁶⁹. Ad esempio, una bella visualizzazione può attirare gli utenti a impegnarsi più profondamente nella decodifica delle informazioni dai dati. Lo scopo principale della visualizzazione tradizionale è chiaramente comunicare informazioni in modo efficace ed efficiente attraverso la grafica¹⁷⁰. La visualizzazione mira ad applicare forme visive per visualizzare fatti o modelli nascosti all'interno di dati astratti, questi possono includere fenomeni naturali della visualizzazione scientifica, ad esempio, modelli del tempo o struttura del corpo umano. Questo processo di visualizzazione pone l'accento sui requisiti funzionali e l'usabilità per una più facile comprensione¹⁷¹. Le forme tradizionali di visualizzazione utilizzate in comunicazione includono diagrammi, tabelle, grafici e animazione 3D. Tutte le forme condividono caratteristiche simili: riconoscimento, leggibilità e significato. Le caratteristiche della forma sono moderate dai criteri chiave per l'efficacia legate alla precisione di comunicazione e di efficienza in termini di velocità in cui viene estratto il significato da parte del pubblico. In questo processo, gli utenti sono in grado di riconoscere, leggere e comprendere il significato dei dati visualizzati, con rapidità e precisione. Nielson, Shriver e Rosenblum (1990) descrivono il valore di un design come la base di una visualizzazione scientifica e vale come strumento per migliorare l'interpretazione dei dati scientifici¹⁷². I dati organizzati possono contribuire ad aiutare la comunicazione ma il loro eccessivo focus su efficienza e precisione, tende a ignorare il ruolo degli spettatori al di là delle loro capacità fisiologiche e cognitive di comprendere i contenuti. L'estetica introduce concetti di sensazione, sensibilità e percezione¹⁷³. Immanuel Kant suggerisce che l'esperienza estetica è un giudizio soggettivo che definisce un oggetto come

¹⁶⁹ N. Cawthon, A.V. Moere. *Qualities of Perceived Aesthetic in Data Visualization*. Paper presented at the Conference on Designing for User eXperiences (DUX'07), Chicago, Illinois, USA. (2007)

¹⁷⁰ J.J. Wijk. *Views on Visualization*. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 12, no. 4, pp. 421-432. (2006)

¹⁷¹ A. R. Gaviria. *When is information visualization art? Determining the critical Criteria*. Leonardo, vol. 41, no. 5, pp. 479-482. (2008)

¹⁷² S. Cunningham, JR Brown, M. McGrath. *Visualization in science and engineering education* in GM Neilson, BD Shriver & LJ Rosenblum. (1990)

¹⁷³ D.E. Cooper. *Aesthetics: the classic readings*. Blackwell Publishers Ltd, Oxford, UK. (1997)

“bello”, ma dipende dall’esperienza soggettiva dello spettatore e non dall’oggetto stesso¹⁷⁴. Il concetto di estetica è stato a lungo conosciuto per avere un rapporto con l’esperienza percettiva di un essere umano con gli oggetti, in cui il piacere o il dispiacere potrebbe essere sentito in risposta all’interazione con l’oggetto. Questa definizione abbraccia concetti meno tangibili come bellezza, eleganza e sublimità¹⁷⁵. Il concetto di estetica ha guadagnato l’attenzione come un mezzo per promuovere un effetto positivo negli utenti, che migliora e amplifica la capacità di interpretare le informazioni. Questo è stato riconosciuto all’interno della disciplina del design, dove la ricerca ha dimostrato che l’attrattiva visiva è un fattore importante in come le persone interagiscono con i contenuti. Se la visualizzazione ha un alto valore estetico, gli utenti sono incoraggiati ad impegnarsi in un più profondo livello di interpretazione¹⁷⁶. Il concetto "minimalista" della teoria estetica nella progettazione di InfoVis di Tufte suggerisce che gli elementi visivi che sono inutili e non informativi ai fini della comunicazione di informazioni, dovrebbero essere limitati o addirittura evitati. L’applicazione dell’estetica alla visualizzazione ha la capacità, di conseguenza, di richiamare una sensazione su due livelli. In primo luogo può promuovere il tradizionale focus su precisione, efficienza ed efficacia, elementi utili nella visualizzazione dei dati scientifici¹⁷⁷. Allo stesso tempo, può essere utilizzata per richiedere un’esperienza soggettiva in forma di una risposta emotiva. Norman¹⁷⁸ suggerisce che suscitare emozioni positive può anche migliorare il pensiero creativo e l’apprendimento. Tateosian, Healey ed Enns¹⁷⁹ d’accordo con quest’assunto, sottolineano il ruolo della creatività nell’estetica della visualizzazione di coinvolgere l’attenzione degli utenti in

¹⁷⁴ D.W. Crawford. *Kant’s Aesthetic Theory*. The University of Wisconsin Press, Wisconsin, USA. (1974)

¹⁷⁵ C. Janaway. *Reading Aesthetics and Philosophy of Art: selected texts with interactive commentary*. Blackwell Publishing, Massachusetts, USA. (2006)

¹⁷⁶ A. Lang. *Aesthetics in information visualization*. Paper presented at the Media Information advanced seminar on Information Visualization. (2008)

¹⁷⁷ S.K. Card, J. Mackinlay, B. Shneiderman. *Readings in Information Visualization: using vision to think*. Academic Press, San Francisco, California, USA. (1999)

¹⁷⁸ D. Norman. *Emotional Design*. Basic Books, Cambridge, Massachusetts, USA. (2004)

¹⁷⁹ L.G. Tateosian, C.G. Healey, J. Enns. *Engaging viewers through nonphotorealistic visualizations*. Paper presented at the Proceedings of the 5th international symposium on Non-photorealistic animation and rendering. (2007)

reazione ad uno stimolo. Un approccio estetico alla visualizzazione è quindi molto diverso dai metodi tradizionali: questi ultimi sottolineano la percezione della comunicazione attraverso velocità e precisione. Il primo pone l'accento sulla percezione dell'esperienza¹⁶⁸.

L'estetica tradizionale cinese *yijing* è una forma che contribuisce alla percezione di esperienza, fondendo soggetto e oggetto e promuovendo piacere e impegno. *Yijing* è una nozione di estetica tradizionale cinese che si riferisce a un "eccezionale stato d'animo" o a una "concezione artistica"¹⁸⁰. Il concetto di *yijing* pone l'accento sull'espressione delle emozioni interiori di un artista attraverso la rappresentazione della sua esperienza soggettiva con il mondo naturale¹⁸¹. Li¹⁸² sostiene che lo *yijing* è simile al concetto occidentale di "empatia" che comporta la fusione dell'apprezzamento di sé con l'oggetto apprezzato. Il fenomeno di "empatia" in estetica cinese si chiama *Qing Jing jiao rong*¹⁸³, che è la fusione del sentimento e della scena, o l'unità del sé con l'oggetto. L'estetica *yijing* è stata applicata a varie discipline artistiche: letteratura, poesia, lingua, arte visiva e musica¹⁸⁴. In pittura tradizionale cinese, lo *yijing* costituisce i criteri per il giudizio del valore delle opere. Ad esempio, una buona pittura tradizionale cinese solitamente possiede la qualità estetica di *yijing*, che si collega a una perfetta fusione di poesia e immagine¹⁸⁵. *Yijing*, quindi, può essere considerata come un mezzo attraverso cui i media estetici come la pittura possono essere integrati nella visualizzazione al fine di promuovere una risposta positiva.

Il quadro concettuale¹⁸⁶ nella figura di seguito mostra la relazione tra la visualizzazione basata sulla comunicazione e gli approcci estetici alla visualizzazione dei dati. Gli autori sostengono che tale quadro di riferimento

¹⁸⁰ R. Qi Li. *The Chinese Aesthetic Tradition*. University of Hawaii Press, Honolulu, USA. (2009)

¹⁸¹ W. Zhang. 宗白华意境理论的继承和贡献. *The Inheritance and Contribution of Zong Huabai's Yijing Theory*. (2005)

¹⁸² R. Qi Li. *The Chinese Aesthetic Tradition*. University of Hawaii Press, Honolulu. (2009)

¹⁸³ In lingua originale: 情景交融

¹⁸⁴ T. Liao. 意境-王梦鸥先生的语言美学. (Trad: *Yijing: Mr. Wang meng-ou's Aesthetic of Language*). vol. 25, no. 1, pp. 131-172. (2011)

¹⁸⁵ B. Zong. 美学散步. (Trad: *A Walk with Aesthetics*). Shanghai People's Press, Shanghai. (2005)

¹⁸⁶ Approccio degli autori R. Qi Li, M. McMahon, H. Haddad, nell'articolo *An investigation into a new aesthetics of scientific visualization*. Edith Cowan University Western Australia, Perth, AUS. (2015)

possa essere utilizzato per adeguare i principi di design alla visualizzazione dei dati.

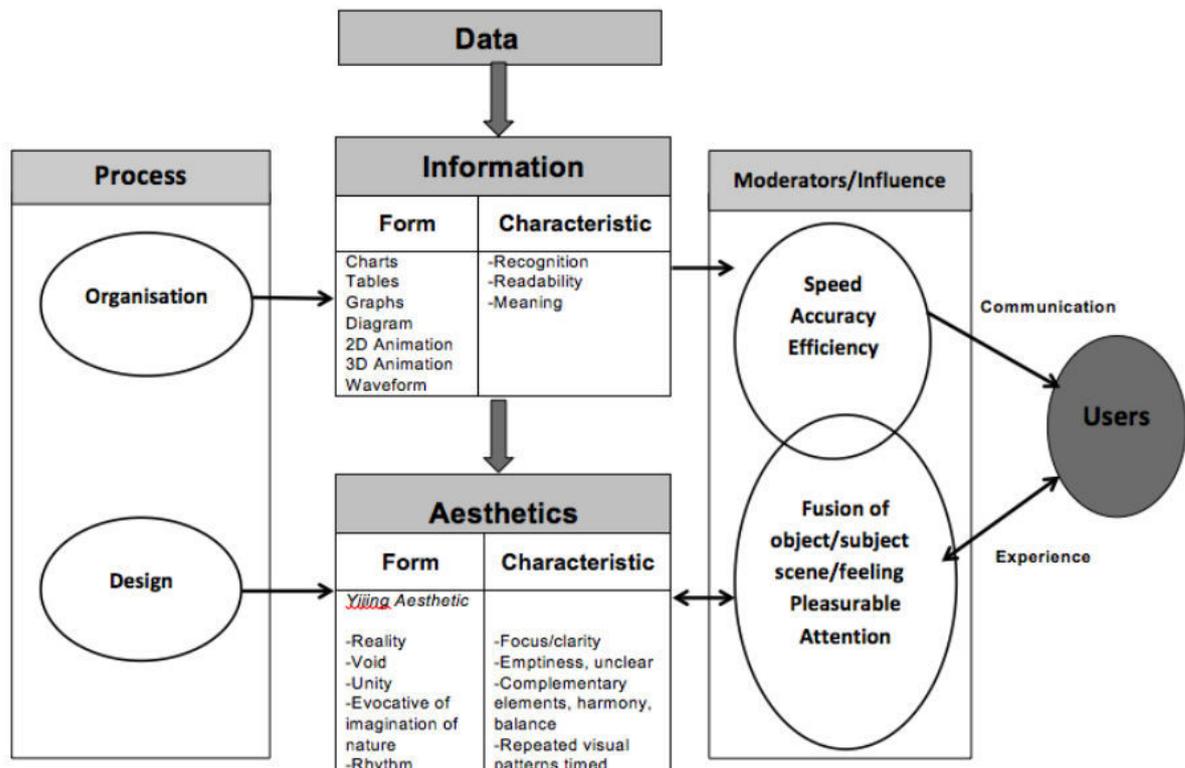


Figura 4.1. Approccio di Li, McMahon, Haddad¹⁸⁷

Si tratta di un approccio assiomatico poiché rappresenta un *continuum* verticale di dati: dai dati, attraverso l'informazione, fino all'estetica. Ognuno è collocato a un livello superiore di elaborazione intrapresa, inizialmente attraverso l'organizzazione e attraverso il design. Come si riduce la complessità dei dati, l'esperienza emozionale dell'utente è migliorata. L'interazione tra l'utente e la rappresentazione è ritratta come un fattore che modera o influenza le percezioni. Mentre la comunicazione è principalmente influenzata dalla necessità di velocità, precisione ed efficienza, l'esperienza dell'utente è amplificata dal coinvolgimento con una rappresentazione più estetica. È giusto dire, pertanto, che la qualità dell'esperienza varia secondo la natura della rappresentazione. Informazioni chiare promuovono la

¹⁸⁷ Fonte: R. Qi Li, M. McMahon, H. Haddad, nell'articolo *An investigation into a new aesthetics of scientific visualization*. Edith Cowan University Western Australia, Perth, AUS. (2015)

comprensione mentre l'estetica promuove il piacere e l'impegno. Inevitabilmente, qualche relazione esiste ancora tra la necessità di comunicazione e di coinvolgimento emotivo. La differenziazione tra organizzazione pura e design è intesa come il principale processo nella generazione della rappresentazione. Informazione ed estetica sono definite da caratteristiche riconoscibili. In questo quadro, l'estetica *yijing* raggiunge le caratteristiche di unità, armonia e così via attraverso specifiche forme di realtà, ritmo, unità ed evocazione di fantasia. La realtà può essere intesa come un oggetto tangibile, rappresentata con particolare attenzione alla chiarezza. Questi oggetti reali costituiscono le parti più importanti di un'immagine. Lo spazio e la realtà hanno un'esistenza complementare: questo equilibrio genera un ritmo visivo che porta armonia emotiva tra soggettività e oggettività ed evoca la fantasia.

La visualizzazione può migliorare la comunicazione attraverso l'organizzazione, l'efficienza e la precisione. La ricerca attuale ha evidenziato il ruolo dell'estetica nell'integrazione di percezione e sensazione di creare una relazione affettiva che coinvolge profondamente gli utenti. Il quadro concettuale descritto sopra promuove un nuovo approccio estetico alla visualizzazione dei dati che ha il potenziale per migliorare l'esperienza dell'utente finale. Applicando la forma dell'estetica *yijing* cinese alla visualizzazione scientifica, è stato sviluppato un lavoro creativo che integra la tradizionale filosofia cinese con un focus sul vuoto e la realtà, l'unità, il ritmo e l'evocazione di immaginazione. Il prodotto risultato di questo processo permette alle forme e alle caratteristiche delle informazioni e dell'estetica di essere interrogate in un modo che identifichino la chiave organizzativa e i principi di progettazione e design necessari non solo per comunicare i concetti, ma anche per creare una maggiore esperienza per gli utenti.

Capitolo 5

L'Information Visualization come strumento per la riduzione dell'incertezza

In questo Capitolo l'autore si pone l'obiettivo di guardare all'Information Visualization con occhi nuovi. Le approfondite ricerche effettuate hanno permesso di indagare a fondo sul tema della rappresentazione delle informazioni, dalla fase di costruzione del dato, fino alla sua visualizzazione secondo le regole del Data Design, nel rispetto delle caratteristiche del fruitore. Le fondamenta teoriche si sono rivelate di notevole importanza per comprendere quali autori e in che modo hanno affrontato la tematica, permettendo di definire i confini entro cui l'Information Visualization si è inserita nel corso del tempo. Sono state raccolte informazioni utili a comprendere la vera natura di una disciplina "nuova", se pur radicata nelle tecniche vinciane, e sempre in evoluzione e aggiornamento grazie al contributo di autori contemporanei orientati verso lo studio di tecniche e metodi di visualizzazione. Finora si è conosciuto un concetto di "informazione" tecnico, che gli autori citati hanno spesso associato a quello di "dato". Ora ci si pone in un'ottica nuova, che cambia completamente la definizione di "informazione" e, quindi, di "information visualization". Nel muovere i primi passi entro questa nuova cornice interpretativa si è rivelato d'ispirazione il recente lavoro di Vidali e Neresini, *Il valore dell'Incertezza*¹⁸⁸, che guarda al concetto classico di "informazione" con sguardo critico e indaga sul valore di quest'ultima come un processo per la riduzione dell'incertezza. E' su queste basi che si fonda il pensiero espresso in questo Capitolo, che propone l'informazione in una veste nuova.

¹⁸⁸ P. Vidali, F. Neresini. *Il valore dell'incertezza – Filosofia e sociologia dell'informazione*. Mimesis Edizioni: Filosofie n° 364. (2015)

Il concetto di “informazione” nasce nel 1948 e annuncia l’avvento della cosiddetta rivoluzione informatica, discussa per la prima volta da Claude Shannon e alcune tra le menti più brillanti della ricerca scientifica anglosassone. Nella sua opera più conosciuta, che scrive a quattro mani con lo statunitense Warren Weaver, nel 1949 Shannon definisce l’informazione come:

«[...] la misura della libertà di scelta che si ha quando si sceglie un messaggio».
(Shannon, Weaver)¹⁸⁹

Nonostante le sue radici, quello di informazione è un concetto che fatica ad affermarsi, fino a non essere più considerata dalla letteratura scientifica più moderna. Gli autori Vidali e Neresini individuano almeno tre motivi come possibili cause della difficoltà dell’informazione di assumere un’identità riconosciuta:

- 1. L’interdisciplinarietà.** Il suo essere considerato da discipline così diverse tra loro, rende il concetto di informazione più complesso da definire.

«[...] Sembra non esserci un’idea unica di informazione [...] e, quindi, nessuna teoria proprietaria del concetto di informazione».
(Hjørland)¹⁹⁰

- 2. La diffusione.** La sua diffusione in diversi ambiti della quotidianità e il suo utilizzo di massa riducono l’interesse verso studi per la definizione concettuale dell’informazione.
- 3. La materializzazione.** Pensare all’informazione come a una “cosa”, sia essa dato o messaggio, impedisce di ragionare in termini concettuali più profondi. L’informazione viene snaturata e relegata a qualcosa di “visibile”.

¹⁸⁹ C. Shannon, W. Weaver. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, USA. (1949)

¹⁹⁰ B. Hjørland. *Information: Objective or Subjective/Situational?*, in *Journal of the American Society for Information Science and Technology* n° 58 (10), pp. 1448-1456. (1997)

A causa della sua interdisciplinarietà, diffusione e materializzazione nasce un concetto di informazione più vasto, che la descrive come una cosa, un'azione, una risorsa, un'attività, una soluzione o un processo. Secondo Peirce essa è addirittura il risultato di uno scambio comunicativo, quindi è un "segno":

«[...] ciò che sta per qualcuno al posto di qualcos'altro, sotto certi aspetti o capacità».
(Peirce)¹⁹¹

In questi termini e in quelli in cui l'informazione è inserita in contesto tecnologico e digitale, essa è misurabile, in quanto convenzionalmente la sua unità di misura è il *bit*. Per questo e per le ragioni elencate in precedenza, si pensa che l'informazione sia un oggetto o una proprietà fisica che si può quantificare.

Una definizione di informazione meno concreta nasce con i grandi filosofi greci, Platone e Aristotele, secondo cui la materia va modellata, plasmata e organizzata seguendo il progetto di un'idea e di un progetto; da qui il termine "informare" come sinonimo di modellare e plasmare le conoscenze e le cose. Mentre nel pensiero antico l'uomo è plasmato dalla natura, nel pensiero moderno egli riceve sensazioni e raccoglie dati, acquisendo informazioni, ed ecco che l'informazione stessa diventa un dato, almeno fino alla metà del 1900, in cui questo concetto vede la luce di un nuovo interesse collettivo.

«L'attenzione non era rivolta tanto agli oggetti quanto alle relazioni tra gli oggetti e l'accento si spostava dal significato al significante. [...] alla classica concezione fisica del mondo, [...], si affiancava una concezione diversa [...]: in cui i parametri rilevanti sono l'informazione, la ridondanza, la struttura, il contesto.».
(Longo)¹⁹²

¹⁹¹ C.S. Peirce. *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*. Vol.1-6, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA. (1931-1958)

¹⁹² G. Longo. *Teoria dell'informazione*. Boringhieri, Torino, IT (1980)

I nuovi processi tecnologici, economici, sociali e culturali novecenteschi portarono allo sviluppo delle reti di comunicazione, alla nascita delle prime infrastrutture di comunicazione elettronica grazie all'avvento del computer, all'automazione e alla cibernetica. In questo contesto la realtà è concepita come un sistema di messaggi e non come un insieme di oggetti e il concetto più moderno di informazione nasce. Il concetto più moderno di informazione prende forma grazie alla teoria matematica della comunicazione e allo sviluppo dei sistemi di trasmissione dei messaggi. Tra gli esponenti più illustri che hanno posto le basi delle nuove teorie contemporanee si impone Harry Nyquist che, per calcolare e ottimizzare la velocità di comunicazione, implementa la funzione logaritmica al numero di messaggi possibili¹⁹³. Questa formula diventerà una consuetudine nella teoria dell'informazione, ma non definisce chiaramente il ruolo dell'informazione. Infatti, la sua scoperta prende il nome di "transmission of intelligence", lasciando ancora un vuoto nella definizione concettuale di informazione. Sarà un altro autore, nel 1927, a introdurre il concetto moderno di informazione:

«E' auspicabile eliminare i fattori psicologici coinvolti e stabilire una misura dell'informazione in termini di pure quantità fisiche».

(Ralph Hartley)¹⁹⁴

Ralph Hartley definisce l'informazione in relazione al numero di scelte possibili e al complesso di simboli processabili ottenuti dal processo comunicativo. Come suggerisce lo studioso Guizzo, Hartley osserva che un simbolo convoglia informazione perché esistono altre possibilità oltre a esso¹⁹⁵. Da questo momento, l'informazione viene definita in termini tecnici, legati alla velocità e all'ottimizzazione della trasmissione dei messaggi. Nel 1948 il concetto di informazione rinasce e si veste di un nuovo significato

¹⁹³ H. Nyquist. *Certain factors affecting telegraph speed*, in "Bell System Technical Journal", 3, pp. 324-346. (1924)

¹⁹⁴ R.V.L. Hartley. *Transmission of Information*, in "Bell System Technical Journal", 7, pp. 535-563. (1928)

¹⁹⁵ E.M. Guizzo. *The essential message: Claude Shannon and the Making of Information Theory*. M. S. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Department of Humanities, Program in Writing and Humanistic Studies. USA (2003)

grazie a Shannon e alla sua teoria della comunicazione. Di questo autore si è già letto in precedenza, ma in questa cornice egli appare come il vero padre del moderno concetto di informazione. Nel suo *A Mathematical Theory of Communication*, egli definisce l'informazione mediante 27 teoremi e 7 appendici, che costituiscono il corpo di un testo tecnico e preciso sulla matematica applicata alla comunicazione, trattandone la velocità di trasmissione, gli effetti del disturbo, codifica e decodifica. Grazie al supporto di Warren Weaver, il suo lavoro diventa *The Mathematical Theory of Communication* e si arricchisce di considerazioni meno tecniche, che ampliano quella che diventerà una pietra miliare della letteratura disponibile per le discipline contemporanee che trattano i temi della comunicazione, in tutte le sue forme. Tra tutte, questa citazione permette di costruire una nuova definizione di informazione:

«[...] informazione non deve essere confusa con significato [...]. Il termine informazione nella teoria delle comunicazioni non riguarda tanto ciò che si dice effettivamente, quanto ciò che si potrebbe dire. Cioè, l'informazione è una misura della libertà di scelta che si ha quando si sceglie un messaggio.»

(Shannon, Weaver)¹⁹⁶

Si deduce che l'informazione è di per sé riduzione di incertezza in relazione a una data situazione. Cambiano i parametri di definizione dell'informazione: essa cessa di essere associata al messaggio stesso e diventa un processo. Inoltre, il valore informativo di un messaggio esiste solo nel caso ci siano più messaggi tra cui scegliere quello da trasmettere al destinatario, in altre parole, se c'è incertezza, c'è informazione. Ecco quindi che anche l'uso del *bit* come unità di misura cambia il suo significato: prima definisce l'unità minima di misura dell'informazione, poi diventa un concetto fondamentale che racconta molto di più sull'origine binaria dell'informazione. Il *bit* sottolinea la necessità di usare il logaritmo a base 2 proposto da Shannon, secondo cui l'informazione esiste solo se ci sono almeno 2 scelte possibili.

¹⁹⁶ C. Shannon, W. Weaver. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, USA. (1949)

«L'informazione [...] richiede un contesto comunicativo, altrimenti non esiste perché non esistono messaggi da processare. [...] [l'informazione] tiene insieme messaggi, comunicazione, contesto, linguaggi, facendo dell'incertezza il motore essenziale di ogni processo, di ogni relazione, di ogni azione. L'informazione [...]: nasce, si forma, si processa e quindi agisce in relazione a chi (o a che cosa) le attribuisce valore e significato».

(Vidali)¹⁹⁷

Entrando nel merito del nuovo concetto di informazione è importante definire anche il concetto di incertezza. Affinché il messaggio abbia valore informativo è importante che il destinatario si ponga la domanda su quale messaggio stia ricevendo, rispetto a quelli tra cui il mittente ha scelto. L'informazione nasce e si sviluppa in due diverse direzioni:

1. Il **mittente** crea informazione se sceglie di veicolare un determinato messaggio tra altri che ha a disposizione.
2. Il **destinatario** crea informazione in base a ciò che pensa di ricevere, rispetto a ciò che effettivamente ha ricevuto.

Ciò che è certo è che l'informazione non è il messaggio e viceversa. Ecco quindi che più si aprono spazi di incertezza, più i messaggi veicolati sono ricchi di informazione e un messaggio certo non produce informazione. In altre parole, citando Gleick,

«L'informazione [...] è la misura della sorpresa».

(Gleick)¹⁹⁸

Paradossalmente, ricorda Paolo Vidali, l'incertezza è una preconditione necessaria per ogni processo che produce informazione, poiché deve essere resa disponibile per essere ridotta e deve persistere perché si processi ancora informazione. Il concetto di probabilità si applica al messaggio stesso, che quanto più è prevedibile, tanta meno informazione sarà in grado di

¹⁹⁷ P. Vidali. *La Teoria dell'Informazione*, cap. 1, pp. 25-36, in *Il valore dell'incertezza – Filosofia e sociologia dell'informazione*. (P. Vidali, F. Neresini). Mimesis Edizioni: Filosofie n° 364. (2015)

¹⁹⁸ J. Gleick. *The Information. A History. A Theory. A Flood*. Pantheon Books, USA. (2011)

produrre. Rispondere a delle domande deve generare altre domande in modo da creare un circolo vizioso entro cui nasce e si sviluppa informazione. Il concetto di informazione è relativo in riferimento al contesto e in rapporto all'osservatore, ossia:

«[il contenuto informativo] riguarda la conoscenza pregressa del ricevente, i suoi interessi, nonché la stessa domanda soggettiva di informazione».
(Gernert)¹⁹⁹

In conclusione, come scrive Dretske²⁰⁰, l'informazione è un "concetto contestuale", che si definisce in rapporto ad una situazione specifica, a un dato osservatore, a un'incertezza relativa a una rosa di messaggi possibili e alla conoscenza pregressa del mittente/destinatario. Alla luce degli sviluppi moderni, il concetto primordiale di informazione, che la descrive come una "cosa", viene stravolto ulteriormente in quanto l'informazione è, come si è visto, un'azione relativa a "qualcosa".

Essendo l'informazione un processo di riduzione dell'incertezza, l'assenza di quest'ultima corrisponde al venir meno della possibilità di creare informazione. Così, la mancanza di alternative tra cui scegliere il messaggio da trasmettere, corrisponde all'assenza di incertezza e, conseguentemente, all'impossibilità di produrre informazione. Oggi si parla, invece, di network society, termine che in molte occasioni si è sostituito a quello di società dell'informazione: è stato van Dijk²⁰¹ a occuparsi della sua definizione, descrivendola come l'espressione più avanzata della società dell'informazione, derivata dal passaggio al digitale. È quindi evidente una trasformazione del concetto classico a cui ci si è abituati dagli autori sopra citati, plasmato dalla nuova era digitale, che ha profondamente modificato i confini del concetto stesso di informazione. Castells²⁰², ad esempio, propone

¹⁹⁹ D. Gernert. *Pragmatic information: Historical Exposition and General Overview*, in "Mind & Matter", vol. 4, pp. 141-167. (2006)

²⁰⁰ F.I. Dretske. *Knowledge and the flow of information*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA. (1981)

²⁰¹ J. Van Dijk. *The Network Society*. SAGE, London, UK. (2006)

²⁰² M. Castells. *The Rise of Network Society*. Blackwell, Oxford, UK. (1996)

il concetto di “società informazionale”, assegnando un ruolo decisivo all’avvento delle tecnologie dell’informazione (ICT) come fattore determinante delle più recenti trasformazioni sociali. Sarebbe ancora più corretto parlare di “società dell’incertezza”, termine tratto da *Il valore dell’incertezza* di Vidali e Neresini, per descrivere una società contemporanea basata sull’informazione e sul trattamento e lo scambio di messaggi. L’informazione costituisce la chiave della moderna trasformazione della società, essa, citando gli autori:

«[...] non è un dato che risolve incertezza e aumenta la conoscenza. È parte di un processo che produce, riduce e produce di nuovo incertezza: [...]. [...] Per ridurre incertezza occorre produrla».

(Vidali, Neresini)

Dilungarsi in queste riflessioni si è reso fondamentale per poter guardare all’Information Visualization con occhi nuovi: alla luce di quanto analizzato finora, l’informazione definita come un “processo” di riduzione di incertezza all’interno di uno scambio comunicativo, pone la disciplina delle InfoVis come uno “strumento”. Poiché l’informazione nasce nel momento in cui si crea un’incertezza e ci si pone una domanda in merito a dei dati, la visualizzazione diventa uno strumento per rappresentarla. Rappresentare l’informazione che nasce da una domanda, permette, a rigor di logica, di risolvere in maniera più precisa quei dubbi e quelle incertezze legate all’informazione stessa. Quanto si è detto sulla qualità della rappresentazione in termini di raccolta dei dati grezzi, di progettazione del design visivo, di organizzazione dei contenuti e visualizzazione, permette di creare un prodotto che si configura come lo strumento ideale per veicolare dati che, nel momento in cui vengono trasmessi per risolvere delle incertezze, diventano “informazione” a tutti gli effetti. Il processo prende forma nel momento in cui, aver visualizzato quelle informazioni e averle comprese, genererà automaticamente ulteriori domande, circa l’approfondimento delle questioni trattate, tanto da rigenerare il continuum informativo previsto.

Capitolo 6

Fase operativa: il progetto TIPS

Come si legge nel sito web www.pastis-research.eu, «*The TIPS project* (Technoscientific Issues in the Public Sphere) è un nuovo progetto di ricerca di Pa.S.T.I.S. (logo in Figura 6.1) che ha l'obiettivo di sviluppare procedure automatiche per la raccolta, la classificazione e l'analisi dei contenuti digitali disponibili sul web per monitorare temi e questioni in ambito scientifico e tecnologico»²⁰³. Il progetto muove i suoi passi nel 2012 all'interno della realtà Pa.S.T.I.S., grazie alle attività di un gruppo di ricercatori della sezione di Sociologia del Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia Applicata (FISPPA) dell'Università di Padova. Dal 2008, «Pa.S.T.I.S. promuove, realizza e coordina attività di ricerca, consulenza e formazione, con l'obiettivo di condividere conoscenze e di sviluppare progetti in grado di coinvolgere soggetti interessati alla ricerca scientifica, alle nuove tecnologie, ai processi di innovazione e in particolare alle dimensioni sociali dei media e della comunicazione. Le attività di Pa.S.T.I.S. sono articolate in quattro aree principali: la ricerca biomedica e le pratiche di cura, i processi di innovazione, i media e i pubblici mediali e la tecnoscienza nella sfera pubblica.»²⁰⁴.



Figura 6.1. Logo PA.S.T.I.S.

²⁰³Fonte: www.pastis-research.eu

²⁰⁴Fonte: www.pastis-research.eu

Al progetto TIPS è dedicata una pagina web interamente in lingua inglese, dalla struttura semplice e funzionale, su cui è possibile, nella pagina “home”, osservare i risultati di ricerca, continuamente aggiornati. Oltre alla pagina dedicata alla presentazione del team e a quella contenente la lista di pubblicazioni firmate dai ricercatori coinvolti, è presente la sezione “about”, in cui si può leggere una definizione dettagliata del progetto. Di seguito la traduzione in italiano: «Il progetto TIPS propone di sviluppare, sperimentare e implementare procedure automatiche di raccolta, classificazione e analisi dei contenuti digitali disponibili sul web - principalmente notizie on-line e social network - al fine di monitorare argomenti sulla scienza e la tecnologia e la loro evoluzione. Pertanto, TIPS integra conoscenze, prospettive teoriche e metodologie di ricerca che si riferiscono a diverse aree all'interno delle scienze sociali, come la comunicazione pubblica della scienza e della tecnologia (PCST), Studi Sociali della Scienza (STS), analisi dei contenuti, metodi digitali, rappresentazioni sociali, e ICT. TIPS ha una prospettiva multidisciplinare, grazie a un team di ricercatori con background diversi.»²⁰⁵. Il logo è disponibile in Figura 6.2.



Figura 6.2. Logo TIPS (Technoscientific Issues in the Public Sphere)

In Figura 6.3 si può vedere l'*header* della pagina web dedicata al progetto, contenente il menù di selezione delle diverse sezioni e le quattro categorie in cui sono suddivise le tematiche sotto rappresentate graficamente.



Immagine 6.3. Header del sito web <http://hal.cloud.tilaa.com/tips/>

²⁰⁵Traduzione della descrizione del progetto disponibile su <http://hal.cloud.tilaa.com/tips/about>

Dopo aver introdotto le nozioni di base, necessarie a comprendere le premesse del presente lavoro, sono più facilmente comprensibili i fattori e le motivazioni da cui è scaturita l'idea di sviluppare questa tematica e a quali esigenze abbia risposto questo progetto. In sede di primo incontro con il relatore Neresini, che mi ha introdotto alla realtà del P.A.S.T.I.S. e del progetto TIPS, si è palesata la sua necessità, come coordinatore del gruppo di ricerca e della comunicazione, di proporre una revisione del sito web e la conseguente riscrittura dei grafici illustrativi dei risultati di ricerca, per perseguire lo scopo di maggiore comprensibilità e chiarezza verso il pubblico. Da questa necessità è nata l'idea di realizzare, con il team di programmatori a cura del sito web del TIPS, una riscrittura dell'intero apparato grafico e raffigurativo, che rispondesse a criteri legati al design e alle regole della rappresentazione delle informazioni e tenendo conto delle regole di comunicazione delle informazioni quantitative e la loro percezione da parte del pubblico. Le rappresentazioni rischiavano di non presentare le informazioni in maniera sufficientemente comprensibile e il pubblico avrebbe potuto riscontrare numerose difficoltà nel tradurre figure e linee in unità di informazione utili. La riscrittura doveva prima di tutto porsi l'obiettivo di chiarezza e leggibilità delle informazioni veicolate attraverso le rappresentazioni grafiche.

6.1 TIPS: la struttura

Il primo step del percorso di restyling del sito è stato quello di conoscere i suoi obiettivi: TIPS è una piattaforma digitale dedicata al monitoraggio e all'analisi della copertura scientifica e tecnologica nei mass media italiani. Esso ha l'obiettivo principale di contribuire alla valorizzazione di una metodologia di analisi automatica dei contenuti multimediali legati ai temi scientifici e tecnologici. La piattaforma procede attraverso diverse fasi: raccolta, classificazione e conservazione dei campioni significativi di corpus di testo pubblicati online; analisi e monitoraggio delle fonti di comunicazione

scritta online; generazione in tempo reale delle misurazioni atte a descrivere e analizzare le tendenze sulla copertura della *issue*; archiviazione dei testi raccolti, monitorati e analizzati per una comparazione longitudinale. Il progetto è orientato all'analisi delle variazioni delle rappresentazioni pubbliche della "tecno-scienza" nel corso del tempo e all'individuazione di eventi o fattori che determinano dei cambiamenti evidenti nel loro andamento. Le fonti a cui attinge la grande "macchina" TIPS sono *Il Corriere della Sera*, *La Stampa*, *Il Sole 24 Ore*, *Il Giornale*, *L'Avvenire*, *Il Messaggero*, *Il Mattino*, blog e *Twitter*. Non si entrerà nel merito del suo funzionamento, ma si analizzeranno le visualizzazioni, al fine di determinarne l'efficacia, la corretta esecuzione e la loro forza comunicativa.

Il sito web TIPS raccoglie i risultati della ricerca, rappresentandoli visivamente mediante grafici di diversa tipologia, che mostrano ognuno il *topic* di riferimento su diversi livelli di analisi. Nel dettaglio, il sito web propone quattro diverse sezioni rappresentanti quattro diversi livelli di analisi:

1. **Topic Stream Chart.** Prende in esame gli ultimi cinque anni (2010-2015) e i *topic* più ricorrenti nei materiali analizzati (spatial research, innovation and economic growth, ICT and social network, ICT market, research policies and education, technological innovation – cars and transport, science in culture and arts, science in international relationships, biomedical research). Il grafico mostra il peso di ogni tematica e la sua evoluzione nel corso degli anni.
2. **Topic Evolution Chart.** Fatto 1 il peso²⁰⁶ totale dei *topics* all'anno 2010 (1 è il totale di tutti i dieci *topics* presi in considerazione, rilevati dal primo grafico), mostra la percentuale di *overlap*²⁰⁷ degli anni successivi.
3. **Saliency Chart.** Questo grafico mostra la salienza²⁰⁸ mensile delle due *macro-issues* "Science and Technology" e "Science", in un periodo di riferimento degli ultimi 24 mesi (08/2014 - 08/2016).

²⁰⁶ *Weight*

²⁰⁷ *Overlap*: percentuale di parole che identificano il topic nell'anno x, sul totale del 2010, anno "zero" di riferimento.

²⁰⁸ *Saliency* =
$$\frac{\text{n° totale di articoli pubblicati sulla issue "x"}}{\text{n° totale di articoli pubblicati nella totalità delle testate giornalistiche in esame}}$$

4. **Issues.** In questa sezione sono esaminati 3 topics: “Nuclear Power”, “OGM” e “Climate Change”. Il software analizza i corpus ridotti, valutando:

- la salienza dei due classificatori “Science and Technology” e “Science” nel periodo 08/2014 - 08/2016
- l’indicatore di rischio del topic²⁰⁹
- posizionamento del topic all’interno del giornale, ossia la sezione entro cui l’articolo relativo alla *issue* di riferimento è inserita

Ultimo, il grafico “Indicator Chart for all the Issues” accorpa i risultati relativi al *risk indicator* rappresentati nelle visualizzazioni precedenti, mostrando le variazioni nel periodo di riferimento 08/2014 – 08/2016 nelle tre issue (“Nuclear Power”, “OGM” e “Climate Change”).

6.2 TIPS: analisi delle InfoVis

Per ogni visualizzazione è stata effettuata un’analisi approfondita che ha portato ad individuarne i punti di forza e di debolezza e le relative soluzioni di design che permetterebbero di migliorarne la comprensibilità e la leggibilità.

In linea generale, il primo punto su cui poter migliorare la presentazione di TIPS è senza dubbio l’inserimento di una porzione introduttiva che spieghi la *mission* del progetto, il contesto entro cui si sviluppa, i suoi obiettivi, le tecniche di raccolta dei dati. Predisporre una sezione introduttiva a tutto il lavoro permetterebbe di rendere i contenuti accessibili non solo agli esperti, ma anche a un pubblico più eterogeneo, che potrebbe trarre spunti interessanti per approfondimenti o lavori di ricerca. Il segreto sta nel trovare un giusto punto d’equilibrio tra la quantità di testo e di visualizzazioni, affinché uno non oscuri l’altro e che entrambi garantiscano la corretta leggibilità dei contenuti da parte dell’utente. I testi devono necessariamente

²⁰⁹ *Risk Indicator*: quanto un testo che parla della issue x associa al topic una dimensione di rischio

agevolare la lettura digitale, pertanto è importante che questi siano differenziati graficamente, al fine di produrre la corretta distinzione tra titolo, sottotitolo e corpo del testo, di una grandezza sufficientemente ampia e con una spaziatura tra le righe tale da essere facilmente lette con lo sguardo.

6.2.1 Topic Stream Chart

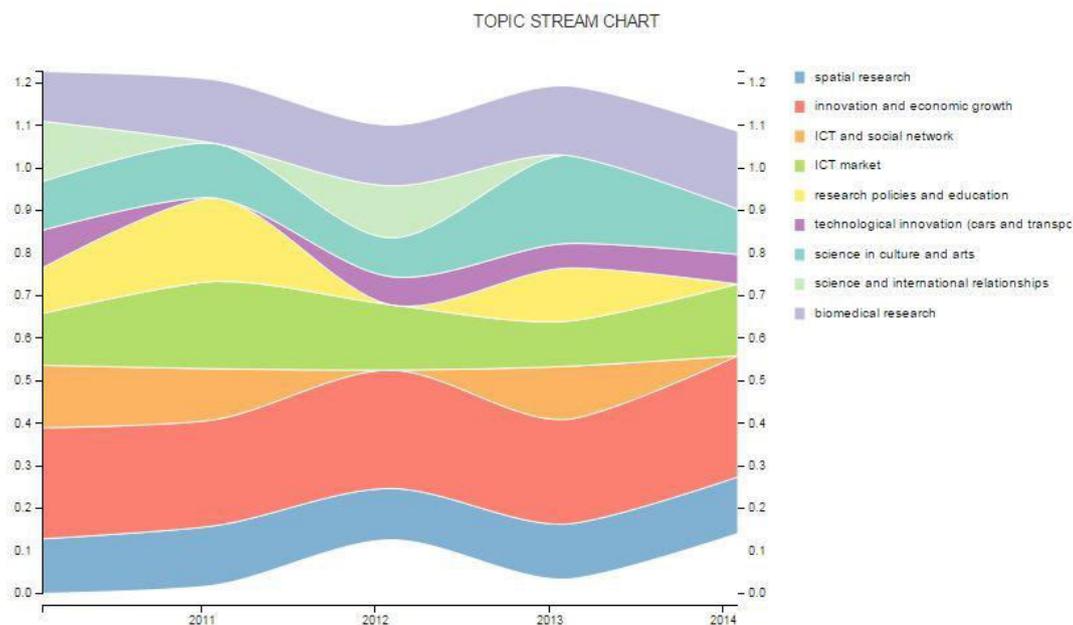


Immagine 6.4. Screen originale grafico 1 “Topic Stream Chart”

A colpo d’occhio, il primo grafico attira l’attenzione grazie ai suoi colori, che rispettano le caratteristiche dell’occhio umano, che preferisce, pur differenziandoli più lentamente tra loro, i colori più tenui riescono ad essere più piacevoli. L’uso di colori molto vividi rischia di creare un effetto “vibrante” all’occhio dell’utente, soprattutto nel caso in cui si accostino colori complementari. L’uso dei colori pastello permette di accostare, ad esempio, il colore viola e l’arancione, che, se pur complementari, renderebbero i relativi *topic* maggiormente distinguibili da parte dell’utente. È preferibile, quindi, invertire l’arancione e il giallo, in quanto arancione e rosso sono troppo simili e una lettura veloce del grafico potrebbe non rendere perfettamente visibili le differenze tra le due porzioni. Accostato al viola, suo complementare, l’arancione risalterebbe e, lasciare il rosso e il giallo vicini permetterebbe di

ottenere maggiore efficacia dalla lettura del grafico. Altri dettagli più o meno rilevanti disturbano la lettura del grafico: prima tra tutti, la legenda. Essa presenta un ordine dei *topics* che è esattamente l'opposto dell'ordine dei colori nel grafico. Se pur, abitualmente, l'utente che individua la presenza degli assi cartesiani predilige la lettura a partire dal punto 0, seguendo quindi correttamente l'ordine della legenda, è consigliabile orientare i riferimenti esterni al grafico in modo che l'occhio raggiunga le informazioni in maniera agevole. Ecco quindi che, se nel grafico sto osservando l'andamento della porzione arancione, il mio occhio automaticamente partirà dal basso della legenda per ricercare il riferimento al *topic*, quando invece esso è collocato al terzo post a partire dall'alto. Così facendo si obbliga l'occhio dell'utente a cambiare direzione: legge il grafico dal basso verso l'alto e la legenda viceversa. Progettare una legenda che affatichi il meno possibile gli occhi dell'utente e che gli faccia risparmiare tempo sulla ricerca di informazioni utili permette di offrire un prodotto maggiormente comprensibile e più facilmente fruibile. Ultimo, ma non per importanza, è necessario inserire le unità di misura che si riferiscono ai dati rappresentati nei due assi cartesiani. Ecco un dettaglio di come dovrebbe apparire il risultato in seguito alla riscrittura:

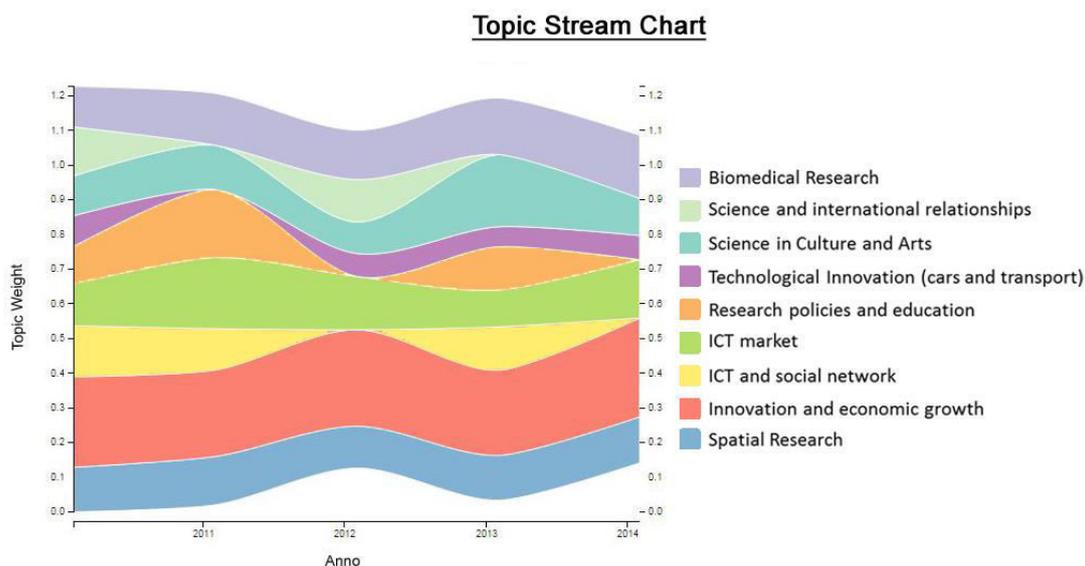


Immagine 6.5. Grafico 1 "Topic Stream Chart" – Rielaborazione

6.2.2 Topic Evolution Chart

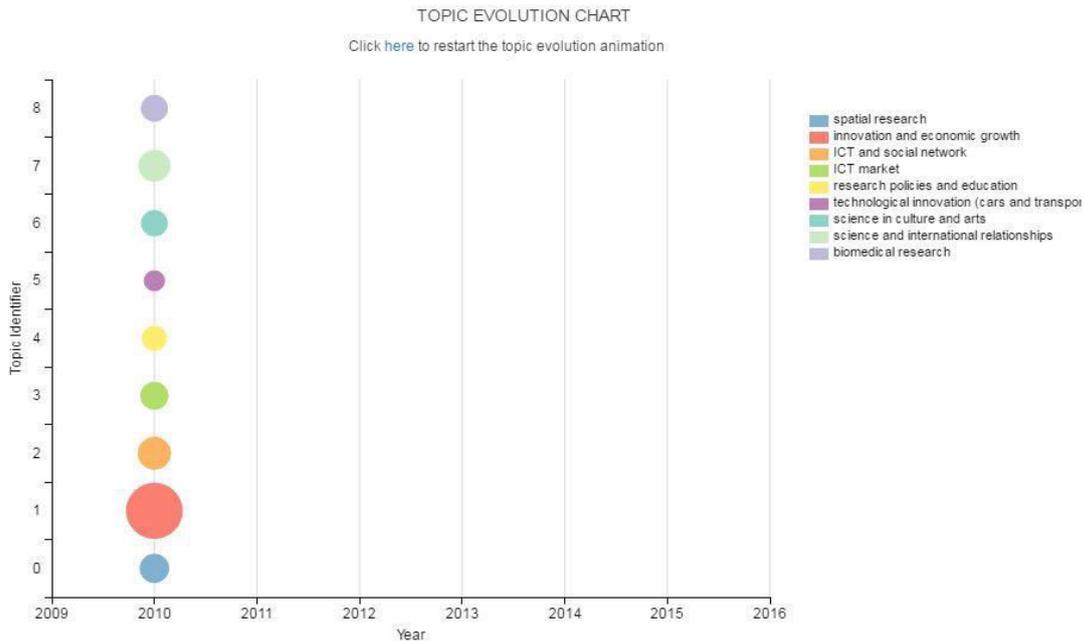


Immagine 6.6. Screen originale grafico 2 “Topic Evolution Chart” (prima dell’animazione)

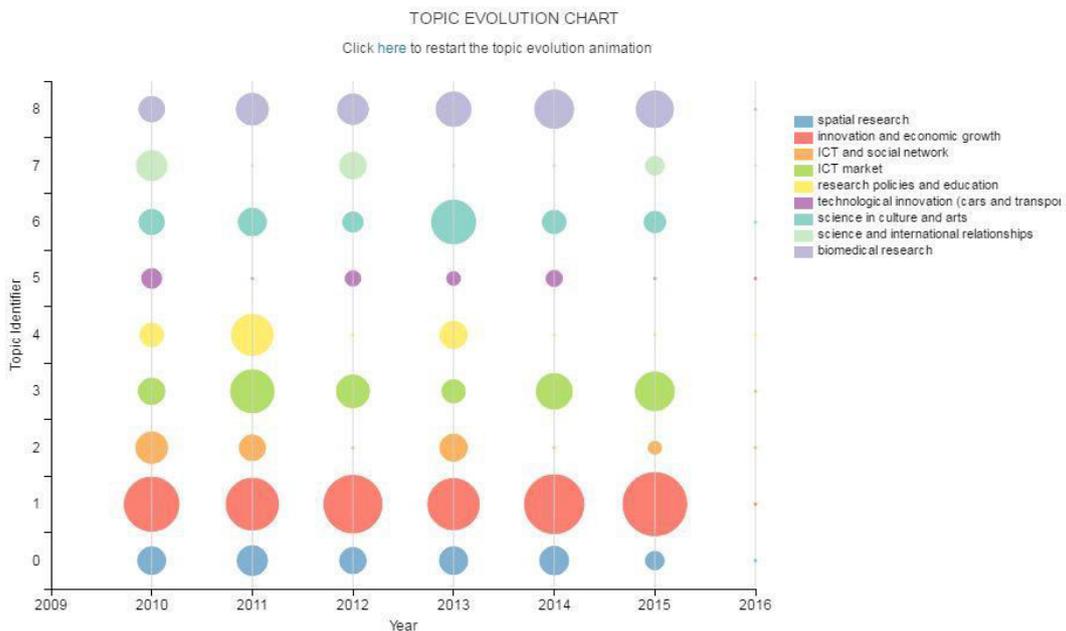


Immagine 6.7. Screen originale grafico 2 “Topic Evolution Chart” (con animazione)

Il secondo grafico mostra l’evoluzione del peso e dell’*overlap* di ogni *topic* per anno, in relazione al valore del 2010, mediante un’animazione a comparsa delle “bolle” colorate. L’utilizzo degli stessi colori del primo grafico permette

una continuità della lettura da parte dell'utente, nonostante andrebbero riportate le stesse piccole modifiche (ad es. invertire i colori giallo e arancione). Un altro dettaglio di notevole interesse è la legenda, che è graficamente diversa rispetto a quella del primo grafico, mostrando i riferimenti colorati rettangolari invece che quadrati e le diverse voci più ravvicinate. Nonostante le differenze siano minime, è sempre consigliabile sottoporre all'utente riferimenti coerenti, al fine di migliorare la leggibilità dei grafici, soprattutto se sono in sequenza. Trattando la stessa tematica e facendo riferimento allo stesso contesto, è importante che l'utente riconosca degli elementi comuni che lo supportino nella ricerca rapida di informazioni e nella comprensione. Inoltre, l'animazione applicata al grafico esegue movimenti molto lenti, di cui l'utente potrebbe non accorgersi, portandolo a *scrollare* la pagina verso il basso, al grafico successivo. Ecco come potrebbe apparire il grafico, una volta effettuate le modifiche sopra riportate:

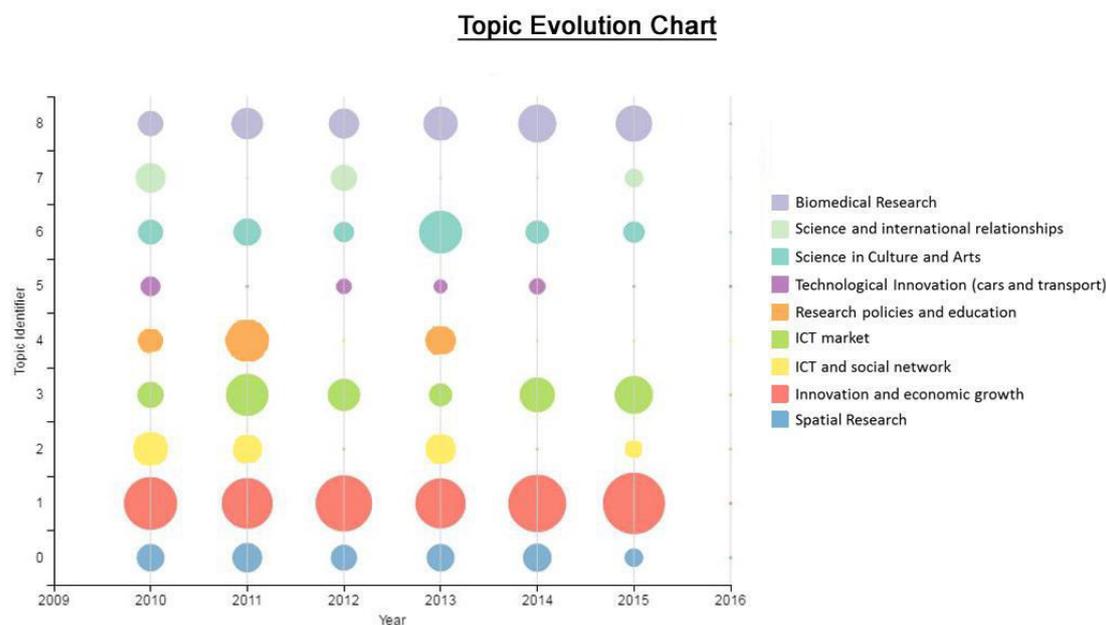


Immagine 6.8. Grafico 2 “Topic Evolution Chart” – Rielaborazione

6.2.3 Saliency Chart

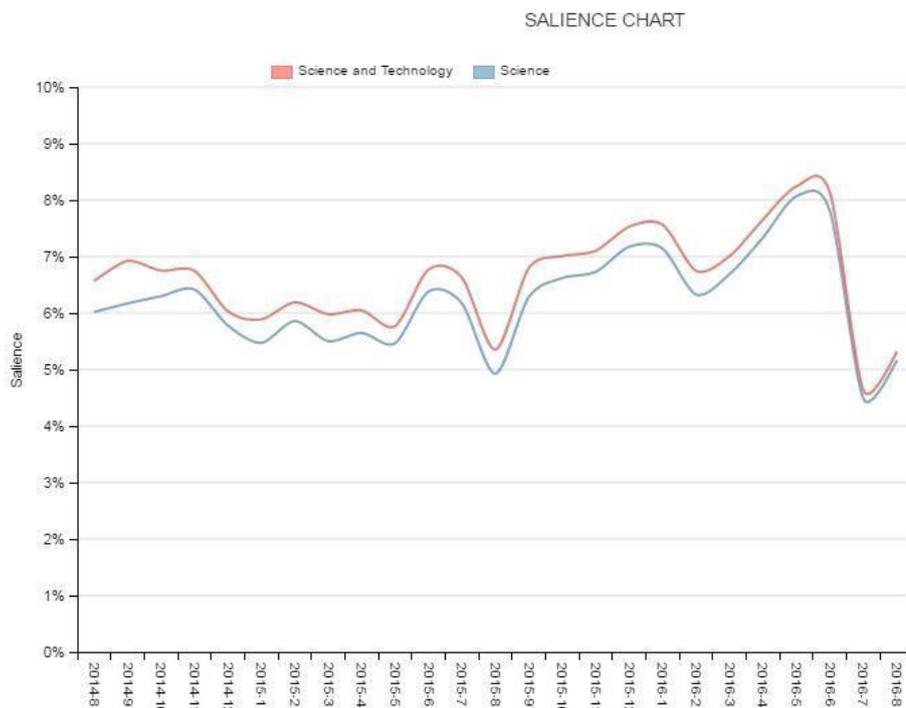


Immagine 6.9. Screen originale grafico 3 “Saliency Chart”

Il terzo grafico misura la salienza mensile delle due macro-issues “Science and Technology” e “Science” in un periodo di riferimento di 24 mesi. I *topic* visti nelle precedenti visualizzazioni sono suddivisi nelle due categorie più ampie sopra riportate e per entrambi è visibile l’andamento mese dopo mese, dal mese corrente, fino a 24 mesi prima. La scelta del grafico a linee risulta appropriata, data l’informazione da rappresentare, ma anche in questo caso è la legenda a risultare poco intuitiva. Se pur semplice e ridotta, sarebbe ideale posizionarla come le precedenti e con uno stile graficamente identico, con lo stesso obiettivo di agevolare la lettura del grafico. Ecco come apparirebbe:

Saliency Chart

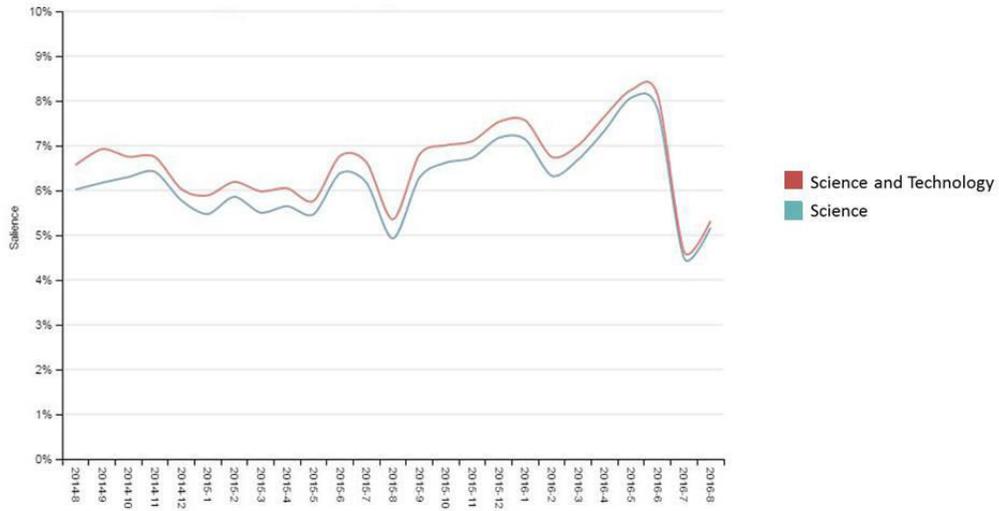
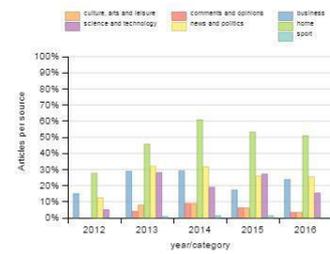
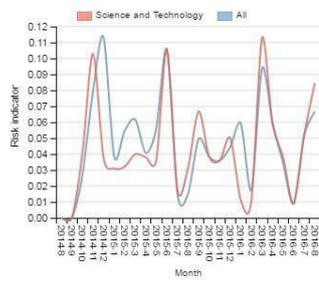
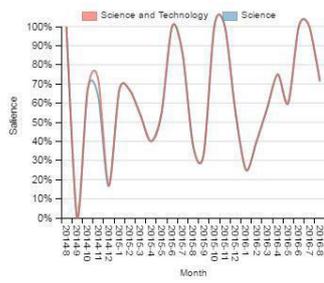


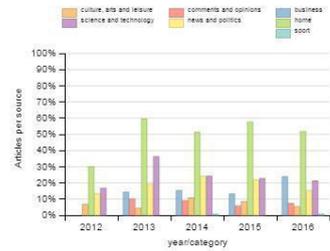
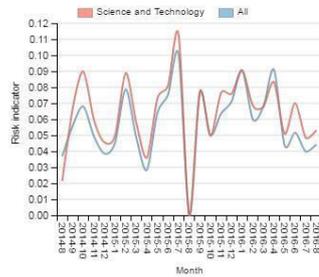
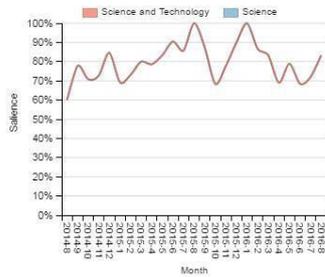
Immagine 6.10. Grafico 3 “Saliency Chart” – Rielaborazione

6.2.4 Issues

NUCLEAR POWER



OGM



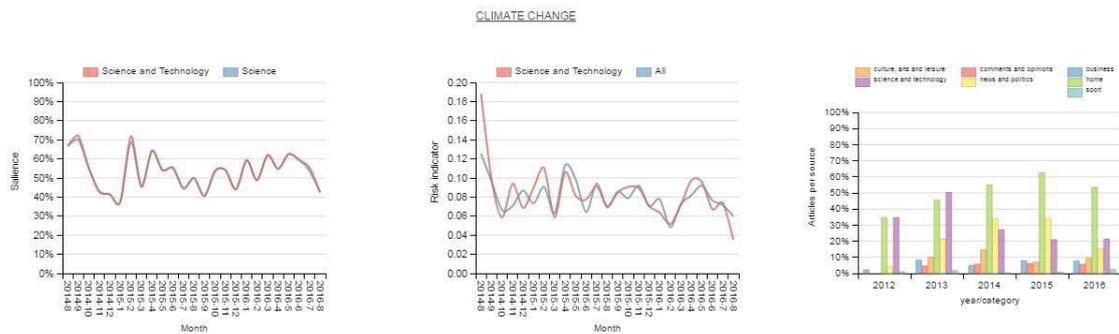


Immagine 6.11. Screen originale sezione 4 “Issues”

Questa sezione del sito web di TIPS raccoglie i risultati di analisi su tre issue specifiche: “Nuclear Power”, “OGM” e “Climate Change”. Sono rappresentati la salienza, l’indicatore di rischio e il posizionamento degli articoli all’interno dei giornali, rispettivamente due grafici a linee e un istogramma. La raffinatezza dei dettagli di tutti e tre i grafici rende necessario aumentare la loro dimensione, modificandone quindi la disposizione, ad esempio 2+1, o uno sotto l’altro. Una variante di web design che potrebbe massimizzare l’utilizzo dello spazio, senza rinunciare alla chiarezza di informazioni è attivare una funzione di “zoom” su ogni grafico, che permetta di aprirne una versione ingrandita, su cui sono attive le funzioni interattive, attualmente disponibili. Questa soluzione permette di mantenere ridotto lo spazio occupato dai grafici, ma dà la possibilità all’utente di interagire con il grafico in maniera più agevole, aumentando la leggibilità delle informazioni e, quindi la loro fruibilità. Da ultimo, le legende, che come per i grafici precedenti, necessitano di essere riconoscibili e stilisticamente coerenti.

6.2.5 Indicator Chart for all Issues

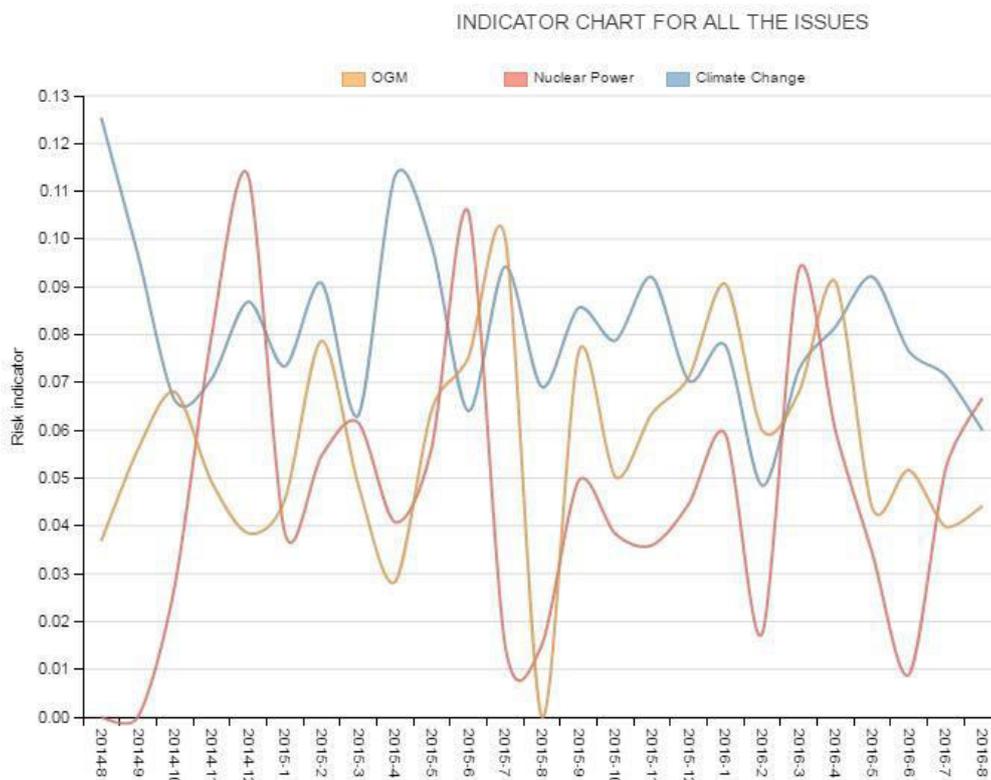


Immagine 6.12. Screen originale sezione 4 “Indicator Chart of all Issues”

L'ultimo grafico mostra i risultati del *risk indicator* delle tre *issues* di cui sopra, nel periodo di riferimento di 24 mesi. Il difetto più evidente riguarda la scelta dei colori: sono stati utilizzati gli stessi colori in legenda dei grafici precedenti, ma si riferiscono a valori differenti. L'utente, esperto o no, legge il grafico dando un peso importante al colore, essendo una delle poche caratteristiche in grado di differenziare i diversi elementi. In questo caso, essendo delle etichette completamente nuove è necessario inserire dei colori mai usati prima, in modo che l'utente riconosca la differenza e sappia ricercare l'elemento nel grafico, senza dare per scontato che si tratti di qualcosa che già conosce. Un altro suggerimento riguarda la possibilità di scegliere colori molto diversi tra loro, che siano in netto contrasto e permettano all'utente di individuare il movimento continuo della linea di interesse nel grafico, senza confonderla con le altre, che spesso si intrecciano: ad un primo sguardo, i

colori rosso e arancio risultano troppo simili. Ecco, indicativamente, il risultato dopo la ricostruzione stilistica del grafico:

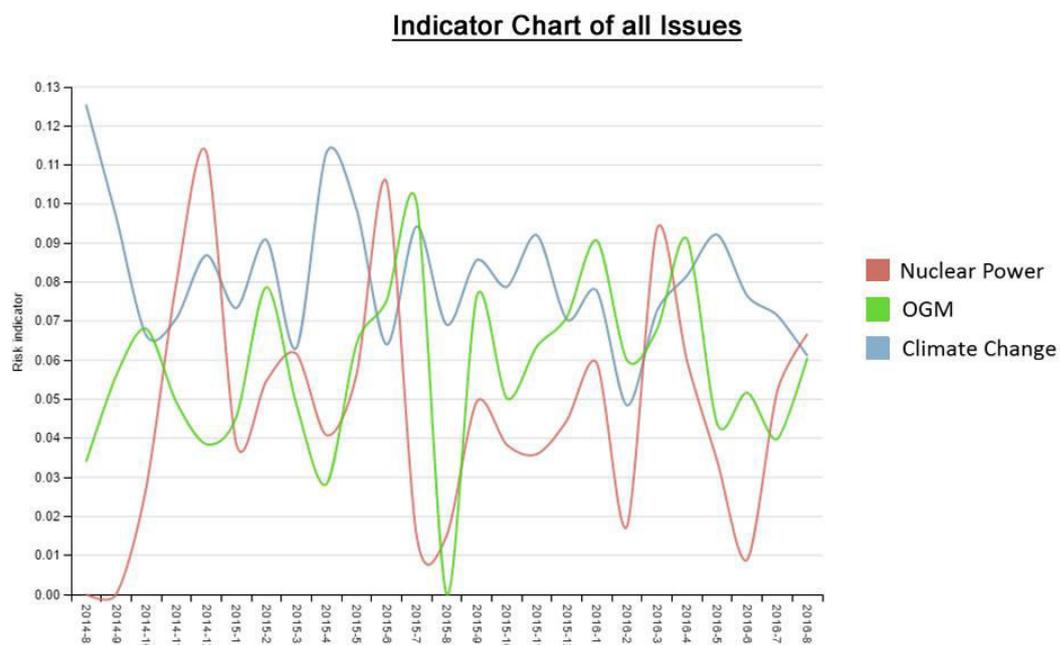


Immagine 6.13. Grafico "Indicator Chart of all Issues" - Rielaborazione

Conclusioni

Card, Mackinlay e Shneiderman descrivono la visualizzazione come «*l'uso di rappresentazioni visive interattive per computer, supportate dai dati, al fine di amplificare la conoscenza.*»²¹⁰ Le ultime tre parole della loro definizione comunicano il fine ultimo della visualizzare di amplificare la cognizione. Da questo assunto, si può dedurre che l'amplificazione della cognizione sia facilmente misurabile? Chiaramente non è così: i sistemi InfoVis sono applicati più per le attività esplorative, quelle che coinvolgono la navigazione in un ampio spazio di informazione. Spesso, la persona che utilizza le InfoVis non può avere un obiettivo specifico o una domanda in mente, può esaminare i dati per saperne di più, per fare nuove scoperte o per ottenere informazioni su di essi. Il processo esplorativo stesso può influenzare le domande e le attività che si presentano. I sistemi InfoVis, d'altra parte, sembrano essere più utili quando una persona semplicemente non sa quali domande porsi sui dati o quando la persona vuole rispondere alle domande più significative²¹¹. Questi sistemi aiutano le persone a restringere rapidamente il grande spazio informativo e a trovare le parti dei dati da studiare con più attenzione. Purtroppo però, attività come l'esplorazione, la navigazione e l'intuizione non sono quelle che più facilmente stabiliscono e misurano una verità. Lin²¹² descrive una serie di condizioni in cui la navigazione è utile:

- Quando c'è una buona struttura di base, tale per cui elementi vicini l'uno all'altro possano essere dedotti come simili
- Quando gli utenti non hanno familiarità con il contenuto

²¹⁰ S. K. Card, J. Mackinlay, B. Shneiderman. *Readings in Information Visualization – Using Vision to Think*. Morgan Kaufmann (1998)

²¹¹ J-D. Fekete, J. J. Van Wijk, J. T. Stasko, C. North. *The Value of Information Visualization*. Introduzione di Information Visualization: Human-Centered Issues and Perspectives, pp.1-18, Springer (2008)

²¹² Xia Lin. *Map displays for information retrieval*. Journal of the American Society for Information Science, 48(1): pp. 40–54. USA (1997)

- Quando gli utenti hanno una conoscenza limitata su come un sistema è organizzato e preferiscono un metodo di esplorazione meno cognitivamente carico
- Quando gli utenti hanno difficoltà a verbalizzare le informazioni
- Quando l'informazione è più facile da riconoscere che da descrivere

Le scienze naturali indagano sul funzionamento della natura, la matematica tratta la verità e i sistemi di inferenze verificabili, le scienze umane studiano l'Uomo attraverso vari punti di vista, l'Information Visualization tratta lo sviluppo di intuizioni dai dati raccolti. La scienza si è concentrata sulla produzione dei risultati: l'obiettivo era essenzialmente la creazione e la validazione di nuove teorie compatibili con i fatti raccolti. L'importanza del processo - coniato come *il Metodo* - è stata sollevata dallo sviluppo dell'epistemologia nel XX Secolo, in particolare con il lavoro di Karl R. Popper (1902-1994)²¹³. Egli spiegò che una teoria scientifica non può essere dimostrata come vera, ma può solo essere falsificata. Le buone teorie sono quelle che sono state selezionate da esperti del settore tra un insieme di teorie concorrenti, per quanto riguarda i fatti che dovrebbero descrivere. Popper considera la scienza come un processo di selezione darwiniana tra teorie in competizione, ma non spiega come una nuova teoria emerge; spiega solo come viene selezionata quando emerge. L'Information Visualization è ancora un metodo induttivo, in quanto è destinato a generare nuove intuizioni e idee, ma lo fa utilizzando la percezione umana come filtro: se la visione percepisce qualche pattern, ci potrebbe essere un modello di dati che rivela una struttura. Pertanto, l'InfoVis è destinato ad "accelerare" il processo di filtraggio tra teorie in competizione riguardanti dati raccolti, basandosi sulla velocità del sistema di percezione²¹⁴. Diversi personaggi storici hanno sostenuto che l'occhio è il senso principale per aiutare l'Uomo a capire la natura:

²¹³ K. R. Popper. *The Logic of Scientific Discovery*. New York, Basic Books, USA. (1959)

²¹⁴ R. Amar, J. Stasko. *A Knowledge Task-based Framework for Design and Evaluation of Information Visualization*. IEEE Symposium on Information Visualization (2004)

«L'occhio... la finestra dell'anima, è il mezzo principale attraverso il quale il senso centrale può apprezzare le infinite opere della natura più completamente e abbondantemente.»

(Leonardo Da Vinci, 1452-1519)

Le parole di Leonardo sono di ispirazione e vengono riprese in espressioni di uso quotidiano come “vedere per credere” e “una foto vale più di mille parole”. Rivolgendosi a una visualizzazione grafica dei dati, il semplice atto di tracciare i dati del foglio di calcolo in una forma grafica, aumenta il loro significato comunicativo e rendono le risposte a questi tipi di *query* analitiche più facili, più corrette e più rapide. Il nucleo dei benefici previsti dalle tecniche di grafica sembra dipendere dal fatto che le visualizzazioni agiscono come quadro di riferimento temporaneo per i processi cognitivi umani. Esse aumentano la memoria umana per fornire un più ampio set di lavoro per il pensiero e l'analisi e diventano aiuti esterni alla creazione di conoscenza. Nel loro articolo *Why a diagram is (sometimes) worth 10000 words*²¹⁵, Larkin e Simon discutono come un grafico sia in grado di supportare le prestazioni in maniera più efficiente, consentendo la sostituzione rapida delle inferenze percettive e logiche e riducendo la ricerca di informazioni richieste per il completamento del compito. Card, Mackinlay e Shneiderman, invece, elencarono una serie di modi chiave attraverso cui le immagini possono amplificare la cognizione:

- Aumentare la memoria e le risorse di elaborazione disponibili
- Ridurre la ricerca di informazioni
- Migliorare il riconoscimento dei pattern
- L'attivazione di operazioni di inferenza percettiva
- L'utilizzo di meccanismi di attenzione percettiva per il monitoraggio

Anche se gli esseri umani hanno notevoli capacità di analisi dei dati, l'utilità delle visualizzazioni rimane relativamente variabile tra gli utenti, tra i set di dati e tra i domini. La moderna linea di pensiero sulla presentazione efficace

²¹⁵ J. H. Larkin, H. A. Simon. *Why a diagram is (sometimes) worth 10,000 words*. *Cognitive Science*, 11: pp. 65–100 (1987)

delle informazioni, abbracciata da Tufte e altri, è che i *buoni* dati parlano da soli. Tufte, ad esempio, discute principalmente sulla creazione di presentazioni statiche per trasmettere un messaggio intorno a un particolare sottoinsieme selezionato di dati e l'Information Visualization è cresciuta intorno a questo principio, con la carica aggiunta di esplorare i benefici di interazione con tali manifestazioni. Oggi, nella comunità di InfoVis, c'è la convinzione generale che questa disciplina sia priva di fondamenti teorici sufficienti e che ci sia il bisogno del sostegno di teorie per descrivere, convalidare e capire il lavoro di progettazione.²¹⁶ Perché questa necessità? Dopotutto, la disciplina è cresciuta nel corso degli anni e molti sistemi e tecniche sono stati sviluppati senza l'implementazione di molte teorie. Inoltre, recenti sviluppi nelle teorie su percezione e cognizione nelle scienze cognitive e nella psicologia cognitiva sembrano aver avuto un impatto limitato in campo InfoVis. La comunità di studiosi delle InfoVis ha utilizzato metodi scientifici per condurre studi comparativi e controllati, finora questi studi hanno prodotto dati, non teorie. Come Carl Hempel, un rinomato filosofo della scienza, sottolineò, le teorie non possono essere sistematicamente costruite o dedotte dai fatti²¹⁷. Ispirazione e creatività sono gli ingredienti indispensabili per l'invenzione di una teoria. Il metodo scientifico è utile, ma ha i suoi limiti e poiché la visualizzazione coinvolge una moltitudine di fattori che interagiscono tra loro per produrre un risultato, nasce il bisogno di metodi più completi. Inoltre, quello delle InfoVis è un campo multidisciplinare su cui possono coesistere prospettive contrastanti, che necessitano di essere verificate o confutate.²¹⁸

Nonostante i progressi in Information Visualization, sviluppare nuovi sistemi di visualizzazione, prevedere le loro qualità e capire i compromessi tra diversi design rimane una sfida. Come detto in precedenza, i ricercatori hanno riconosciuto la necessità di determinare una teoria sull'InfoVis per affrontare

²¹⁶ H. C. Purchase, N. Andrienko, T. Jankun-Kelly, M. Ward. *Theoretical foundations of information visualization* in Information Visualization - Human-Centered Issues and Perspectives, Capitolo 3. Springer (2008)

²¹⁷ C. G. Hempel. *Philosophy of Natural Science*. (1966)

²¹⁸ Z. Liu, J. Stasko. *Theories in Information Visualization: What, Why and How*. Workshop on The Role of Theory in Information Visualization, InfoVis '10, Salt Lake City, Utah, USA. (2010)

queste sfide. Thomas e Cook²¹⁹, in particolare, hanno espresso la necessità di passare dall'artigianato all'ingegneria, sviluppando una teoria per le rappresentazioni visive e le tecniche di interazione. Mentre la scienza e l'ingegneria impongono entrambi di costruire grafici e lavorare con i principi della visualizzazione, essi differiscono tra loro negli obiettivi. La scienza InfoVis si occupa dei principi di creazione, comprensione e di raffinazione. Al contrario, l'ingegneria InfoVis si occupa di creare visualizzazioni che vengono utilizzate in ambiti del mondo reale e affrontano i problemi pratici; essa impiega i principi di visualizzazione per costruire rappresentazioni per uno specifico contesto. Questa distinzione sottolinea il motivo per cui le teorie InfoVis sono fondamentali: sono l'essenza estratta della conoscenza scientifica in InfoVis. Esistono già molte teorie e tassonomie InfoVis, ma si concentrano solo su alcuni aspetti della progettazione di visualizzazioni e sono difficilmente applicabili combinate tra loro per affrontare decisioni pratiche di progettazione. Grammel e Storey²²⁰ propongono un quadro empirico per le teorie in Information Visualization, composto dallo spazio del contesto, lo spazio di visualizzazione, le metriche di visualizzazione, e dai principi di visualizzazione:

- Lo spazio di visualizzazione consiste di tutte le visualizzazioni che possono essere costruiti, esso contiene aspetti quali la progettazione grafica e l'interazione e affronta aspetti su vari livelli di astrazione che vanno da elementari proprietà percettive, fino a forme e strutture di visualizzazione complesse.
- Lo spazio del contesto è l'insieme di tutti i fattori ambientali esterni alla visualizzazione in sé, ma che influenzano i risultati delle metriche di visualizzazione. Nel valutare le visualizzazioni, i ricercatori potrebbero essere in grado di esplorare e controllare gli effetti dei fattori del contesto, tuttavia, in ingegneria InfoVis, le visualizzazioni sono selezionate o progettate per uno specifico contesto.

²¹⁹ J.J. Thomas, K.A. Cook. *Illuminating the path: The research and development agenda for visual analytics*. IEEE Computer Society (2005)

²²⁰ L. Grammel, M-A Storey. *Towards a Foundation for Information Visualization Engineering*. University of Victoria, Victoria, Canada. (2010)

- Una metrica di visualizzazione è la misura di alcune proprietà di una data visualizzazione in un contesto specifico. Le metriche hanno spesso bisogno di considerare sia il contesto che la visualizzazione, perché si basano sulle proprietà del sistema uomo-computer, come la cognizione²²¹.
- I principi di visualizzazione prevedono e spiegano come i fattori del contesto e gli attributi di visualizzazione influenzano le metriche. Hanno anche il compito di catturare i compromessi che sorgono al momento dell'ottimizzazione dei parametri di visualizzazione.

Tutti e quattro gli elementi del quadro sono concetti a diversi livelli di astrazione. Collegando i diversi livelli di astrazione nei quattro elementi del quadro, si può essere in grado di integrare i concetti e i principi più dettagliati con quelli più astratti²²². Il quadro sopra delineato fornisce un modello in cui le teorie InfoVis esistenti e i risultati della ricerca possono essere posizionati per mostrare ciò che è già stato scoperto, ciò che deve essere affrontato e come i diversi pezzi si incastrano tra loro. Gli autori propongono alcuni passi per utilizzare questo quadro per promuovere la ricerca in InfoVis:

1. In primo luogo, è necessario capire, organizzare e concordare i fattori rilevanti nello spazio del contesto. Per alcuni fattori sono stati sviluppati tassonomie iniziali, mentre per gli altri fattori è richiesto più lavoro. Allo stesso modo, lo spazio di visualizzazione deve essere classificato in modo che possa essere esplorato sistematicamente.
2. In secondo luogo, si devono individuare e standardizzare le metriche di visualizzazione utili e sviluppare scale di misura adeguate. Inoltre, è importante affinare le tecniche di misurazione in modo che si possano garantire sia lo spazio del contesto che di visualizzazione e che i risultati possano essere riprodotti in modo affidabile. Documentare il contesto, la visualizzazione e i risultati di misurazione utilizzando

²²¹ Z. Liu, N. Nersessian, J. Stasko. *Distributed cognition as a theoretical framework for information visualization*. IEEE Trans. On Visualization and Computer Graphics, pp. 1173–1180 (2008)

²²² D. Gotz, M.X. Zhou. *Characterizing users' visual analytic activity for insight provenance*. Information Visualization, 8(1): pp. 42–55 (2009)

tassonomie ben definite facilita la creazione dei collegamenti tra i diversi studi e consente la condivisione di dati anonimi on-line. Ciò potrebbe a sua volta ottimizzare e supportare le meta-analisi di studi multipli.

3. È poi il momento di condurre studi empirici per sviluppare, affinare e confutare i principi di visualizzazione. Mentre le metodologie hanno un posto meritato nella valutazione dei sistemi di visualizzazione, gli studi condotti a distanza via Internet stanno assumendo un nuovo importante ruolo²²³.
4. In quarto luogo, sulla base dei risultati degli studi empirici, è possibile trovare principi più astratti di visualizzazione delle informazioni che permettono di comprendere e prevedere i risultati delle metriche di visualizzazione. Tuttavia, nasce la necessità di principi che spieghino gli effetti di forme e strutture visive²²⁴. Si tratta di una grande sfida, perché, data la quantità di fattori di contesto potenzialmente rilevanti, i principi predittivi sono difficili da formulare e validare.
5. Infine, una grande sfida sta integrando sistematicamente i principi di visualizzazione tra i diversi livelli di astrazione. È importante capire come principi diversi possono essere utilizzati insieme per prevedere compromessi a livello di visualizzazione²²⁵.

Nel 2007, Stefano Ricci pubblica²²⁶ un articolo, *The Science of Information Visualization: A Sketch*, in cui propone interessanti spunti circa la creazione di teorie sulla disciplina InfoVis. Oggi, l'Information Visualization è praticata come un mestiere, ma si basa principalmente su esempi pratici, non su basi teoriche: una migliore comprensione della disciplina potrebbe contribuire ad orientare la ricerca. Date le dimensioni del campo di studi, non ci dovrebbe

²²³ Jeffrey Heer and Michael Bostock. *Crowdsourcing graphical perception: using mechanical turk to assess visualization design* in CHI '10, pp. 203–212, New York, USA. (2010)

²²⁴ C. Ziemkiewicz, R. Kosara. *Beyond Bertin: Seeing the forest despite the trees*. Computer Graphics and Applications (CG&A), Visualization Viewpoints, 30(5), pp. 6–10 (2010)

²²⁵ S. Few. *Now you see it: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis*. Analytics Press, (2009)

²²⁶ D. Ricci. *The Science of Information Visualization: A Sketch*. Pubblicato giovedì, 6 settembre 2007 su www.densitydesign.org

essere una chiara distinzione tra queste aree di ricerca in termini di persone coinvolte, una distinzione più chiara al fine di ottimizzare l'efficacia della letteratura esistente sarebbe utile, però. Una difficoltà specifica della visualizzazione è che è molto più complesso orientare e adattare i risultati di ricerca tra i diversi settori. Se, in futuro, non dovesse diventare una scienza adeguata, l'Information Visualization non sarà in grado di sopravvivere come campo disciplinare. Teorie e metodologie devono ancora essere sviluppate e molti passi devono ancora essere compiuti dai ricercatori e dai professionisti di questa materia, che hanno la necessità di trasformare i risultati ottenuti con la pratica, in regole e dogmi che definiscano la vera e propria Teoria della Visualizzazione dell'Informazione.

Alla fine di questo percorso si può dire che i dati raccontino storie, sta all'abilità di chi li manipola e di chi li comunica rendere la loro trama avvincente: in epoca moderna si può parlare di *Visualizzazione Narrativa* o di *Data Storytelling*. Secondo Smiciklas, una InfoVis è una visualizzazione di dati o idee che cerca di trasmettere informazioni complesse ad un pubblico in un modo che può essere consumato velocemente e facilmente comprensibile²²⁷. Il cervello umano elabora le immagini ad un ritmo più veloce di testo scritto²²⁸. In tal modo, si permette di rilevare i modelli, creare dei legami e interpretare i messaggi in pochi secondi, applicando entrambi gli emisferi destro e sinistro del cervello. Data la capacità del cervello di riconoscere i modelli, le relazioni e i confronti, gli studi dimostrano che le visualizzazioni e le rappresentazioni grafiche migliorano la cognizione dell'utente²²⁹. I designer si impegnano costantemente nell'innovare e sviluppare nuovi modi di presentare le informazioni, cosicché la rappresentazione visiva consenta agli utenti di creare un modello mentale dei dati, riducendo il carico cognitivo richiesto dalla comprensione. L'Information Visualization si è imposta nel corso degli anni come metodo di narrazione di

²²⁷ M. Smiciklas. *The power of infographics: using pictures to communicate and connect with your audiences*. Que Publishing. (2012)

²²⁸ M. Smiciklas. *Show me*. The Economist. (25 Febbraio 2010)

²²⁹ J. Hullman, E. Adar, P. Shah. *Benefitting infovis with visual difficulties*. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 17(12), pp. 2213–2222. (2011)

successo: questo contribuisce ad attirare l'utente, tenere il suo interesse attivo e guidarlo attraverso la visualizzazione. Segel e Heer²³⁰ hanno esaminato la relazione tra storytelling e data visualization; i risultati hanno evidenziato che le storie di successo sui dati riescono ad “umanizzare” i numeri, applicando i dati come parti integranti della storia. Gli autori hanno identificato gli elementi chiave della struttura narrativa e della narrativa visual, definendo la strutturazione visiva come il meccanismo che comunica la struttura complessiva della narrazione allo spettatore e gli permette di identificare la sua posizione all'interno della più grande organizzazione della visualizzazione. Burmester, Mast, Tille e Weber²³¹ hanno invece studiato gli effetti sullo storytelling delle data visualizations attraverso la rilevazione del comportamento di ricezione. Dallo studio è emerso che gli utenti con un elevato livello di coinvolgimento con le infografiche sono stati guidati dalla curiosità e dall'interesse per la rappresentazione. I designer devono trovare il giusto equilibrio tra incorporare storie coinvolgenti e presentare le informazioni in un modo visivamente accattivante²³². Negli ultimi anni, molti hanno commentato il grande potenziale dello storytelling della data visualization. Una recente pubblicazione su *The Economist* esplora la proliferazione di dati digitali e pone l'accento sul fatto che i designer di visualizzazioni stanno sempre più fondendo le competenze di informatica, statistica, disegno artistico e narrazione²³³. Effetti grafici statici sono stati a lungo utilizzati per sostenere la narrazione, solitamente sotto forma di diagrammi e grafici incorporati in un più grande corpo del testo. In questo formato, il testo narra la storia e l'immagine in genere fornisce dettagli aggiuntivi. I narratori, soprattutto i giornalisti online, stanno sempre più integrando effetti grafici complessi nelle loro narrazioni. Narrazione ed

²³⁰ E. Segel, J. Heer. *Narrative visualization: telling stories with data*. Stanford University, pp. 1-10. (2010)

²³¹ M. Burmester, M. Mast, R. Tille, W. Weber. *How users perceive and use interactive information graphics: an exploratory study*. Proceedings from 2010 14th International Conference Information Visualisation, pp. 361–368. (2010)

²³² J. Holsanova, N. Holmberg, K. Holmqvist. *Reading information graphics: the role of spatial contiguity and dual attentional guidance*. *Applied Cognitive Psychology*, 23(9), pp. 1215–1226. (2009)

²³³ K. Cukier. *Show Me: New ways of visualising data*. www.economist.com/node/15557455 (2010)

espressione visiva sono parti integranti della cultura umana; la narrazione è anche indicata come la seconda professione più antica del mondo²³⁴. L'Oxford English Dictionary definisce la narrazione come "*un racconto di una serie di eventi, fatti, ecc., in ordine e in connessione tra di loro.*" Centrale in questa definizione è la nozione di una catena di eventi causalmente correlati. Fin dai tempi antichi, le persone hanno cercato di comprendere e formalizzare gli elementi della narrazione. Gli effetti grafici si possono incorporare ad una varietà di supporti, inclusi testo, immagini e video e possono anche essere interattivi, consentendo storie basate tanto sul lettore quanto sull'autore. Naturalmente, non tutti gli elementi sono di pari importanza in tutta la storia, così gli autori spesso manipolano una scena focalizzando l'attenzione su un punto di interesse. Le tecniche visive, tra tutti, possono sapientemente stabilire l'ordine in cui l'occhio vede gli elementi nella scena (ad esempio, le regole di raggruppamento dettate dalla Gestalt, come visto nei capitoli precedenti)²³⁵.

«Penso che la gente abbia cominciato a dimenticare quanto siano potenti le storie umane, scambiando il loro senso di empatia per un fascino feticistico con dati, reti, modelli e informazioni... In realtà, i dati sono solo parte della storia. La "roba" umana è la "roba" principale, e i dati dovrebbero arricchirla.»
(Jonathan Harris)

Wojtkowski and Wojtkowski²³⁶ sostengono che ciò che rende diverso da altri tipi di narrazione visiva la data visualization sia la complessità del contenuto che deve essere comunicato. Essi concludono che:

«La narrazione visiva potrebbe essere cruciale nel fornire un'esplorazione delle risorse di dati molto grandi in modo intuitivo e veloce.»
(Wojtkowski, Wojtkowski)

²³⁴ N. Gershon, W. Page. *What storytelling can do for information visualization*. Commun. ACM, 44(8): pp. 31–37. (2001)

²³⁵ C.Ware. *Information visualization: perception for design*. Morgan Kaufmann, San Francisco, California, USA. (2004)

²³⁶ W. Wojtkowski, W. G. Wojtkowski. *Storytelling: its role in information visualization* in European Systems Science Congress. (2002)

Una storia ben raccontata trasferisce grandi quantità di informazioni in relativamente poche parole, in un formato che è facilmente assimilabile dall'ascoltatore o spettatore. Per rappresentare le informazioni in modo convincente è necessario scegliere e sfruttare un mezzo e un genere adeguati, sostenere la *mission* prefissata e comunicare con il pubblico destinatario²³⁷. La visualizzazione di informazioni è un processo che trasforma i dati, le informazioni e la conoscenza in una forma che si basa sul sistema visivo umano. Il suo obiettivo è quello di attivare l'utente nell'osservare, capire e dare un senso alle informazioni. In una visualizzazione scientifica, i mezzi visivi (ad esempio, una singola immagine o un ciclo di animazione) in genere vengono utilizzati per risolvere un problema o trasmettere informazioni scientifiche specifiche. In InfoVis sono spesso impiegati per scopi di comunicazione molto diversa²³⁸. Un problema chiave per progettisti e designer è l'identificazione di nuove metafore visive per la rappresentazione di informazioni e la comprensione delle attività di analisi che supportano. È desiderabile, comunque, presentare le informazioni in modo convincente e accattivante così che siano rapidamente comprensibili. Realizzare presentazioni efficaci utilizzando l'approccio di narrazione richiede grandi abilità multidisciplinari, non si tratta solo di essere alfabetizzati in media visivi e in narrazione: si uniscono competenze in cinema, televisione, radio e Internet.²³⁹ Lo storytelling è un'arte antica che affonda le sue radici nella cultura umana comune, così come nella fisiologia e nella psicologia. La tecnologia offre nuovi media e generi narrativi che ora possono essere utilizzati per trasmettere informazioni in una storia.

²³⁷ N. Gershon, W. Page. *What Storytelling can do for Information Visualization*. Communications of the ACM, vol. 44, n° 8. (2001)

²³⁸ N. Gershon, S. Eick. *Visualization's new tack: Making sense of information*. IEEE Spect. 32, 11, pp. 38–56. (1995)

²³⁹ R. Schank. *Tell me a Story*. Northwestern University Press, Evanston, Illinois. (1990)

Appendice 1

Rappresentazioni scientifiche: come e perché

"*La prima visione del mondo*" è il modo in cui lo scienziato inglese John Kendrew²⁴⁰ descrisse la prima grezza rappresentazione tridimensionale di una proteina. Il primo studio della rappresentazione tridimensionale della mioglobina rivelò una struttura molto più complessa e irregolare rispetto alla maggior parte delle ipotesi precedenti²⁴¹. Due anni più tardi Kendrew e colleghi produssero un'immagine con una risoluzione così alta che permise loro di dedurre l'effettiva disposizione nello spazio di quasi tutti i 2600 atomi di mioglobina²⁴². Questi risultati sono stati presentati nel 1961 da Kendrew in un articolo²²⁷ per la *Scientific American*. Le rappresentazioni visive sono state utilizzate in tutto l'articolo per chiarire il processo e per spiegare i risultati scientifici e le conseguenze della scoperta. I dettagli minuziosamente rappresentati e la scelta di una *palette* di colori tenui permisero di dare forma alla delicata figura tridimensionale della molecola. Le rappresentazioni visive sono una parte importante e integrante della comprensione e dello sviluppo di nuovi concetti scientifici²⁴³. Una delle difficoltà di visualizzare le informazioni scientifiche è la portata dei dati. I principi di progettazione semplice sono strumenti preziosi quando si vuole migliorare la comunicazione visiva di grandi insiemi di dati: mentre crescono i set di dati, le dimensioni degli oggetti scientifici che siamo in grado di misurare sono sempre più piccole. Negli ultimi decenni sono stati sviluppati nuovi metodi per visualizzare e manipolare grandezze micrometriche e nanometriche. Il desiderio di comprendere le più piccole particelle elementari di vita, genera

²⁴⁰ J.C. Kendrew. *The three-dimensional structure of a protein molecule*. *Scientific American*, 205, pp. 96-110. (1961)

²⁴¹ J.C. Kendrew, G. Bodo, H.M. Dintzis, R.G. Parrish, H. Wyckoff, D.C. Phillips. *A three-dimensional model of the myoglobin molecule obtained by X-ray analysis*. *Nature*, 181, pp. 662-666. (1958)

²⁴² J.C. Kendrew, R.E. Dickerson, B.E. Strandberg, et al. *Structure of myoglobin: a three-dimensional Fourier synthesis at 2 Å resolution*. *Nature*, 185, pp. 422-427. (1960)

²⁴³ D.S. Goodsell, G.T. Johnson. *Filling in the gaps: artistic license in education and outreach*. *PLoS Biology*, 5, pp. 2759-2762. (2007)

nuove domande su come creare rappresentazioni visive. Si usano gli elettroni e i raggi-X per creare immagini attraverso le quali osservare questi oggetti, ma queste immagini non possono essere il modo più efficace per comunicare la scienza. Per raggiungere un pubblico esterno alla comunità scientifica, quello dei non esperti, sono immensamente importanti la varietà visiva e l'uso di disegni semplici. Un esempio è la *DNA box* su scala nanometrica creata da un gruppo di scienziati nel 2009²⁴⁴: oltre alla microscopia e allo scattering a raggi-X, l'articolo originale presenta un insieme di disegni colorati che mostrano il principio nell'apertura controllata del "coperchio" della *DNA box*. Mentre sul giornale scientifico servivano a chiarire il messaggio scientifico, i disegni sono stati utilizzati dai diversi media popolari che hanno trattato la storia, come unica illustrazione. Data designers, programmatori e scienziati sviluppano costantemente nuovi modi di rappresentare le informazioni scientifiche attraverso software avanzati. Conseguentemente, si ha a disposizione un'enorme quantità di strumenti da scegliere quando si ha la necessità di creare rappresentazioni tridimensionali di dati. Uno strumento software interattivo spesso combina diversi modi di visualizzare i dati entro un singolo display e questa vista multipla dei dati è un vantaggio quando si trattano ampi data-sets. I vantaggi di utilizzare visualizzazioni di dati interattive, dinamiche e su larga scala sono ovvi: rendono possibile la rapida conversione di informazioni attraverso un'interattività e un coinvolgimento dinamici²⁴⁵.

Nell'immaginario scientifico, l'estetica non è un concetto opposto alla funzionalità, come si pensa. Si tratta di un luogo comune che l'estetica sia un dettaglio non rilevante: non solo l'estetica rende i dati più "belli", ma li rende anche più comprensibili e può servire a chiarire il messaggio scientifico²³². L'acquerello della mioglobina di Irving Geis è l'esempio perfetto di una corretta combinazione di estetica e funzionalità. Egli introdusse elementi

²⁴⁴ E.S. Andersen, M. Dong, M.M. Nielsen et al. *Self-assembly of a nanoscale DNA box with a controllable lid*. *Nature*, 459, pp. 73-76. (2009)

²⁴⁵ B.J. Fry. *Computational information design*. PhD dissertation, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA. (2004)

visivi che ad oggi fanno parte della rappresentazione convenzionale della struttura molecolare.

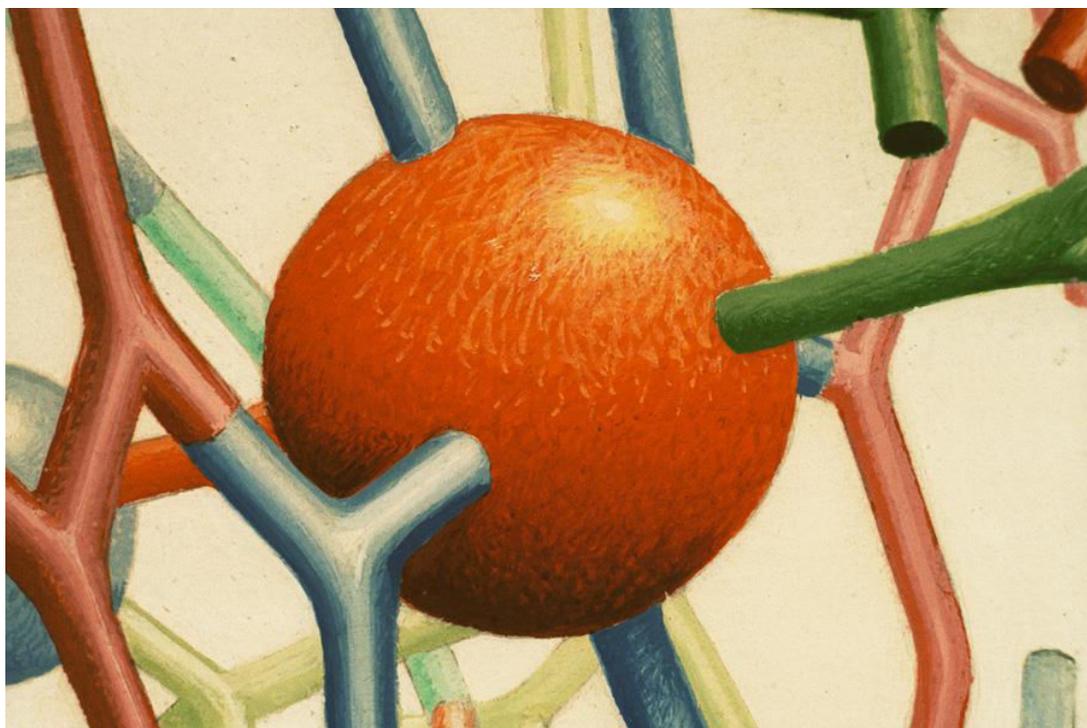


Immagine A1. Dettaglio dell'illustrazione della mioglobina. Irving Geis, Howard Hughes Medical Institute²⁴⁶

Questo esempio di Geis introduce un appunto sull'uso dei colori: è possibile utilizzare il colore che si preferisce, purché sia appropriato e definito secondo la logica della percezione e della psicologia, come visto nei capitoli precedenti.

«Il colore è un linguaggio e come ogni altro linguaggio uno non deve balbettare.»

(Irving Geis)²⁴⁷

In ogni campo della scienza, ogni volta che si crea una rappresentazione visiva, è necessario considerare le convenzioni esistenti legate ai colori. Il colore può essere uno strumento molto potente, soprattutto per evidenziare e

²⁴⁶ Immagine tratta da www.the-scientist.com

²⁴⁷ R. E. Dickerson. *Irving Geis, Molecular artist, 1908-1997*. *Protein Science* 6, pp. 2483-2484 (1997)

chiarire concetti o porzioni di immagini. I colori sono importanti per il modo in cui si interpreta e comprende una rappresentazione visiva, sia in laboratorio, che nei media. Una scelta accurata dei colori garantisce chiarezza, mentre una scarsa attenzione a questo aspetto porta a una confusione non necessaria e incrementa il rischio di comunicazioni rischiose ed errate.

L'ambito di maggiore rilievo per l'utilizzo delle informazioni scientifiche è quello dell'output, in cui i dati raggiungono l'audience. Solitamente, la scelta di procedere o meno con la lettura di un testo dipende dal livello di interesse suscitato al lettore dal titolo e dalle immagini utilizzate. Le immagini scientifiche raramente sono neutrali quando vengono utilizzate in contesti popolari: sin dalla scoperta di James Watson e Francis Crick del 1953 della struttura a doppia elica della molecola del DNA, una più semplice rappresentazione visiva del DNA era largamente utilizzata in ogni possibile forma e con ogni possibile mezzo²⁴⁸. La caratteristica struttura a elica venne riprodotta nella scienza, nell'arte, nel design e in architettura. Ciò che oggi rappresenta un'icona culturale ha un'infinità di usi e significati diversi e ciò che si deve considerare è che non è necessario essere degli specialisti per riconoscerla e capirne il significato, nonostante la sua natura sia quella di un'immagine scientifica a tutti gli effetti²⁴⁹. Questo esempio verifica l'idea che le immagini scientifiche vengono riutilizzate, riorganizzate e collocate in contesti differenti da persone diverse, che ottimisticamente si può dire conoscano solo una piccola parte di quanto stanno manipolando.

Le immagini devono convertire la massima quantità di informazioni, traendo il massimo da competenze artistiche e scientifiche. Le buone rappresentazioni sono facili da comprendere e trasmettono informazioni in maniera accurata e completa. In alcuni punti, Rikke Shmidt Kjærsgaard²⁵⁰ riassume le principali caratteristiche da considerare:

²⁴⁸ J.D Watson, F.H.C. Crick. *A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid*. Nature 171, pp. 737-738 (1953)

²⁴⁹ S. de Chadarevian, H. Kamminga. *Representations of the Double Helix*. Whipple Museum of History and Science, Cambridge, UK. (2002)

²⁵⁰ R.Shmidt Kjærsgaard. *Things to see and do: how scientific images work in Successful Science Communication* di D.J. Bennet e R.C.Jennings. Capitolo 22, pp. 332-353. Cambridge University Press, UK. (2011)

- **I dati.** Utilizzare solo i dati necessari ed eliminare il superfluo.
- **Il contesto.** Le rappresentazioni visive devono essere adattate al contesto entro cui devono essere inserite. L'obiettivo è attirare l'attenzione dell'audience, ma in modo diverso.
- **Il design.** La scelta di design deve essere motivata da principi scientifici ed estetici. Comunque, la scelta di stili di design semplici supportano la chiarezza della comunicazione.
- **I colori.** È importante dedicare del tempo per comporre una *palette* di colori che sia adatta al tipo di dati rappresentato, all'audience di riferimento e al contesto.

È importante pensare a cosa includere nell'immagine e a cosa tralasciare. Un'immagine ben preparata dove le componenti non essenziali sono state rimosse, migliora l'espressione visiva del lavoro e corrisponde a una rappresentazione disambiguata dei dati. Centinaia di artisti e designers hanno tratto ispirazione dalla scienza: la visualizzazione dei dati reali attraverso l'utilizzo di principi di design e dei valori artistici è un passo fondamentale nell'esplorazione di nuovi modi di rappresentare e comunicare informazioni scientifiche. Le rappresentazioni artistiche possono supportare la strategia di comunicazione, enfatizzando il punto su cui si vuole focalizzare l'attenzione dell'audience. Disegni medici o scientifici sono utilizzati in articoli, libri, pubblicazioni di ogni genere, pubblicità, quotidiani, ecc. e rappresentano una necessità se si vuole potenziare il processo di comprensione delle informazioni scientifiche. Il dialogo tra artisti e scienziati è basato su un mutuo rispetto delle conoscenze altrui, lavoro coordinato e condiviso, ma soprattutto da uno scambio di competenze, con l'obiettivo univoco di ottimizzazione della comunicazione della scienza.