



MaCSIS

Università degli Studi di Milano-Bicocca

Centro Interuniversitario MaCSIS

MaCSIS Working Paper Series

LA SCIENZA VISUALE

Laura Barbalini

Working Paper n.1/2015



LA SCIENZA VISUALE

TESI DI:
LAURA BARBALINI

RELATORE:
PIETRO GRECO

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO - BICOCCA
DIPARTIMENTO DI SOCIOLOGIA E RICERCA SOCIALE
MASTER IN COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA E DELL'INNOVAZIONE SOSTENIBILE
A.A. 2014/2015



1. LA SCIENZA VISUALE

Nel 1533 Andrea Vesalio, uno studente fiammingo, arriva all'Università di Parigi con la speranza di imparare l'anatomia galenica e di praticare la chirurgia. Dieci anni dopo pubblica il *De humani corporis fabrica*, un testo di anatomia umana simbolo di una svolta radicale nei metodi di osservazione della realtà [8]. L'opera contiene le prime mappe anatomiche di straordinaria precisione e accuratezza, realizzate in collaborazione con alcuni artisti dello studio di Tiziano, a cui probabilmente contribuì anche il maestro. Queste tavole mostrano i percorsi delle arterie e delle vene, le mappe dei nervi e dei linfonodi, le sezioni del cervello e molti altri risultati di un'osservazione attenta del corpo che mira a rappresentare l'anatomia umana nella sua totalità. Si tratta di un testo in cui la scienza si fonde con l'arte, diventando visuale.

Siamo nel Rinascimento, il periodo delle esplorazioni geografiche, delle innovazioni tecnologiche e delle nuove visioni del cielo, della Terra e dell'uomo. Scienziati, ingegneri e navigatori utilizzano le immagini per rappresentare il mondo e diffondere le nuove scoperte alla popolazione europea. I naturalisti realizzano volumi per classificare le piante e gli animali conosciuti. Le esplorazioni e le nuove conoscenze scientifiche portano allo sviluppo della cartografia, mentre la matematica si arricchisce dei primi simboli. A partire dal XVI secolo l'illustrazione scientifica rappresenta uno strumento essenziale per lo sviluppo della ricerca e la divulgazione delle conoscenze sul mondo. "Prima dell'avvento della fotografia, l'opera d'arte originale era l'unico modo per catturare l'immagine di organismi, persone e

luoghi, e l'unico modo per condividere queste informazioni con gli altri", sottolinea Tom Baione, curatore della mostra *Natural Histories*, sull'illustrazione scientifica, del museo di storia naturale di New York.

Nel Rinascimento le immagini scientifiche sono il risultato di collaborazioni tra artisti e scienziati, ma anche di nuovi strumenti. La scienza visuale di quest'epoca non può infatti prescindere dall'ottica [6]. Le nuove scoperte sulla luce e sulle leggi che la regolano permettono di utilizzare in modo differente le lenti. L'avvento del cannocchiale consente di superare il limite dell'occhio umano, favorendo l'osservazione di aspetti sconosciuti della natura. Nel 1600 Galileo Galilei lo utilizza per scrutare la Luna, cambiando il modo in cui l'uomo guarda l'universo. Negli anni successivi Keplero amplia la visuale dello strumento e introduce un mirino, trasformandolo nel primo



1 Illustrazione anatomica pubblicata sul *De humani corporis fabrica* di Andrea Vesalio.

telescopio astronomico. I fabbricanti di telescopi sono anche gli inventori dei primi microscopi, che aprono le porte del mondo infinitamente piccolo.

L'introduzione di strumenti ottici aumenta enormemente la capacità di osservazione, ponendo le basi per la moderna scienza visuale. Oggi gli scienziati usano tecnologie avanzate, che vanno dalla fotografia all'infrarosso ai microscopi a scansione elettronica fino alla tomografia computerizzata. Potenti strumenti che fanno scoprire all'occhio umano mondi altrimenti invisibili, entrando nelle cellule o esplorando nuove galassie. Le immagini contemporanee sono i risultati degli esperimenti scientifici, permettono di visualizzare i dati e di comunicarli. Non hanno più una funzione artistica, ma sono parte integrante della conoscenza scientifica.

2. OLTRE IL LIMITE DELL'OCCHIO UMANO

Varcando la soglia di un laboratorio di ricerca si scopre che la cassetta degli attrezzi di un moderno ricercatore è fatta principalmente da strumenti visivi. Telescopi, microscopi, scanner, computer. Le stanze in cui nascono le scoperte scientifiche sono piccole fabbriche di immagini. Si sfrutta la luce polarizzata, fluorescente, pro-

veniente dallo spazio, si trasformano numeri in grafici, si creano strutture in 3D e mappe concettuali. Si catturano immagini di molecole e del corpo umano, grazie a innovazioni tecnologiche, che stanno cambiando e hanno cambiato il nostro modo di vedere il mondo.

TELESCOPI PER SCRUTARE L'UNIVERSO

Per esplorare lo spazio si utilizzano i telescopi, strumenti che raccolgono le radiazioni elettromagnetiche provenienti da un oggetto lontano. Si possono così visualizzare galassie che distano milioni di anni luce dalla Terra o seguire la formazione di un buco nero.

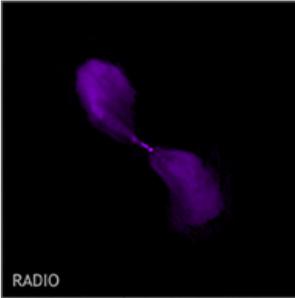
L'atmosfera terrestre tuttavia assorbe buona parte delle radiazioni elettromagnetiche provenienti dallo spazio, ad eccezione della luce visibile e delle onde radio. Perciò per osservare le altre bande dello spettro elettromagnetico (microonde, infrarosso, ultravioletto, raggi X, raggi gamma), bisogna posizionarsi al di fuori dell'atmosfera. Un traguardo raggiunto con la creazione di telescopi orbitali o collocati su palloni aerostatici ad alta quota.



Telescopio ottico

è uno strumento ottico per l'osservazione astronomica nel dominio delle radiazioni elettromagnetiche visibili. È costituito da uno o più elementi ottici che raccolgono e focalizzano la luce, che possono essere lenti o un sistema di specchi o un ibrido tra i due.

3



Radiotelescopi

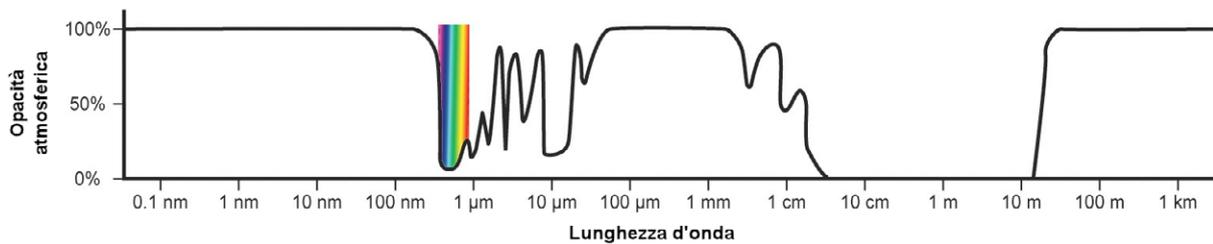
sono antenne radio che focalizzano la radiazione amplificandola. Lavorano sulle frequenze radio degli oggetti celesti, perciò le osservazioni non dipendono né dalle condizioni meteorologiche, né dall'alternanza giorno-notte.

4

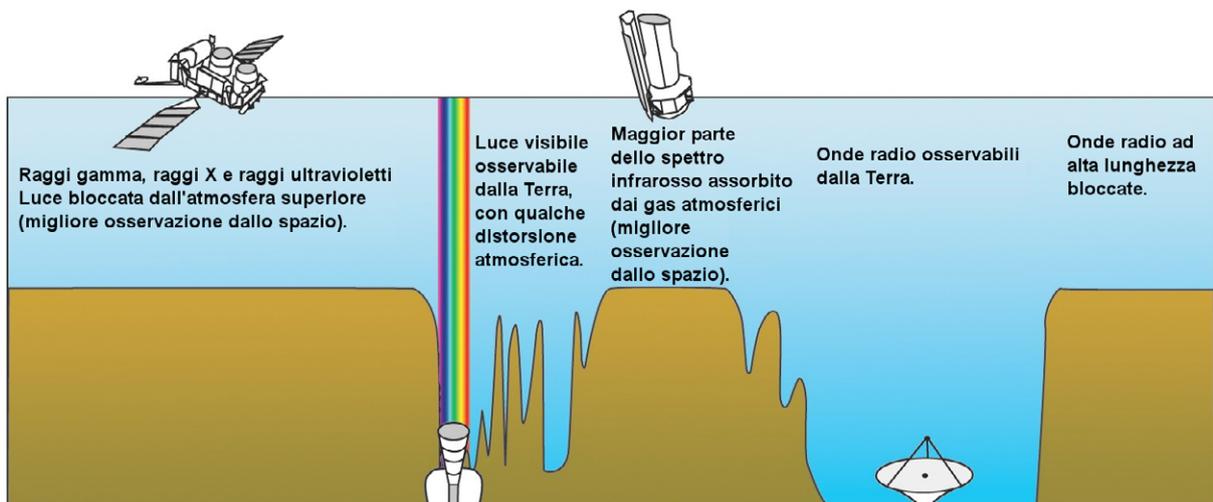


Telescopi raggi gamma e raggi X

usano in genere degli specchi a forma di anello, messi quasi paralleli al fascio di luce incidente, che viene riflessa di pochi gradi per raccogliere i raggi gamma e i raggi X. I raggi X sono emessi da molti oggetti celesti: dai gruppi di galassie ai buchi neri sino alla luna che riflette i raggi X emessi dal sole.



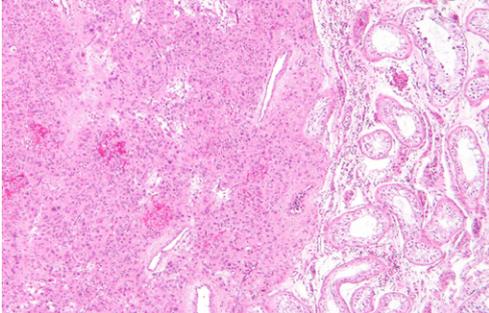
5



- 2 Galassia Centaurus A visualizzata con un telescopio ottico. Credit: ESO, M.Rejkuba (ESO-Garching) et al.
- 3 Galassia Centaurus A visualizzata con un radiotelescopio. Credit: NSF, VLA, M.Hardcastle (U Hertfordshire) et al.
- 4 Galassia Centaurus A visualizzata con un telescopio a raggi X. Credit: NASA, CXC, R.Kraft (CfA), et al.
- 5 Schema dello spettro elettromagnetico e del relativo assorbimento atmosferico. Sono raffigurati i diversi tipi di telescopi operanti nelle diverse bande dello spettro.

MICROSCOPI PER GUARDARE NELL'INFINITAMENTE PICCOLO

Sono strumenti che permettono di ingrandire oggetti molto piccoli per scoprire le loro forme e caratteristiche. Si basano su un effetto di deviazione e convergenza di raggi di luce, di fasci di elettroni o sull'esplorazione di una superficie con una sonda.



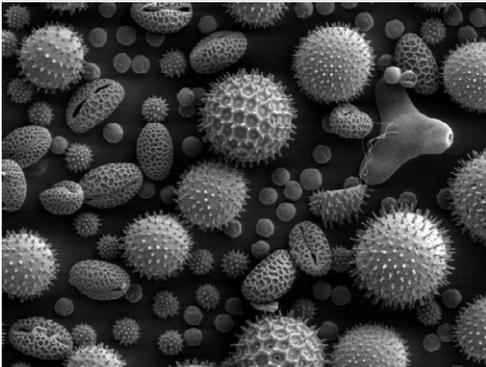
Microscopio ottico

utilizza come sorgente la luce dello spettro elettromagnetico, dall'infrarosso all'ultravioletto. I microscopi più diffusi sfruttano la radiazione visibile, fornendo immagini a colori anche di organismi viventi.

6

Microscopio elettronico

esplora i campioni in esame con un fascio di elettroni, permettendo di ottenere immagini con una risoluzione molto maggiore di un microscopio ottico.



Microscopio elettronico a scansione (SEM)

illumina con un fascio di elettroni un oggetto anche relativamente grande, descrivendone la superficie. Vengono infatti rilevati solo gli elettroni che vengono riflessi, permettendo di ottenere immagini 3D. Può analizzare perciò senza trattamenti oggetti conduttori o semi-conduttori, mentre gli oggetti organici devono essere prima rivestiti con una sottile lamina metallica.

7



Microscopio elettronico a trasmissione (TEM)

fornisce l'immagine della struttura interna di un'oggetto, permettendo anche di distinguere i singoli atomi. Le immagini, ottenute al di fuori del campo del visibile, possono essere in bianco e nero o a falsi colori.

8

6 Tumore a cellule di Leydig visibile con microscopia ottica. Credit: Nephron.

7 Superfici di differenti tipi di polline visualizzate con un microscopio elettronico a scansione. Credit: Georg Graf von Westphalen.

8 Mitocondrio visualizzato con un microscopio elettronico a trasmissione.

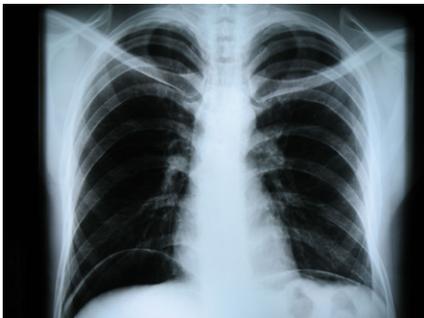
TECNICHE DI IMAGING PER ENTRARE DENTRO DI NOI

Sono tecniche diagnostiche che permettono di guardare attraverso i tessuti corporei, fornendo immagini di aree non visibili dall'esterno.



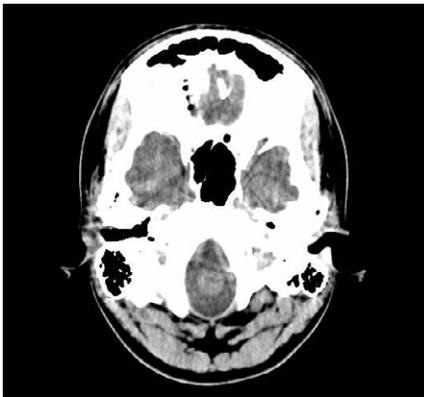
Ecografia

sfrutta le onde acustiche appartenenti alla banda degli ultrasuoni, che vengono riflesse in modo specifico a seconda dei componenti delle strutture dei diversi tessuti.



Radiografia

è una tecnica che sfrutta le radiazioni ionizzanti (raggi X) per creare una proiezione di una struttura tridimensionale su una lastra bidimensionale.



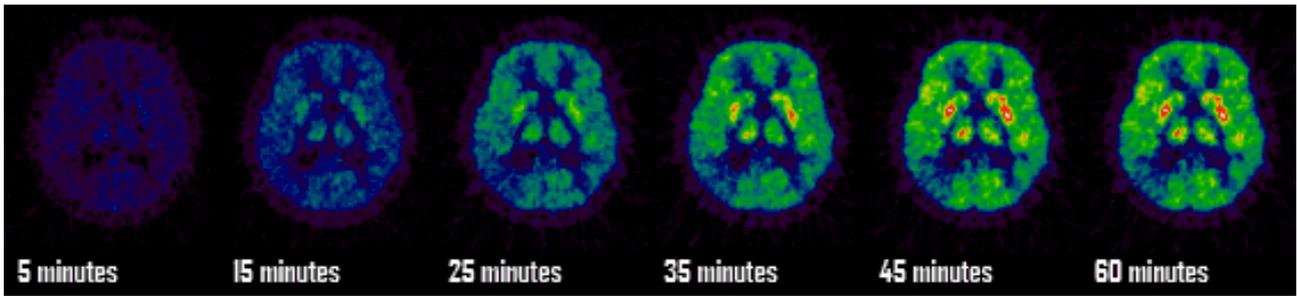
Tomografia computerizzata (TC)

utilizza le radiazioni ionizzanti per riprodurre sezioni o strati corporei di un individuo. Permette di ottenere una ricostruzione anatomica tridimensionale in seguito a un'elaborazione dei dati rilevati. In base al coefficiente di attenuazione delle radiazioni nei diversi tessuti, ottenuto nelle diverse proiezioni, si calcola la densità del tessuto in zone differenti.

9 Ecografia di un feto di 12 settimane. Credit: Wolfgang Moroder.

10 Radiografia al torace umano. Credit: Carlos Melgoza.

11 Tomografia computerizzata del cervello umano. Credit: Melancholyblues.

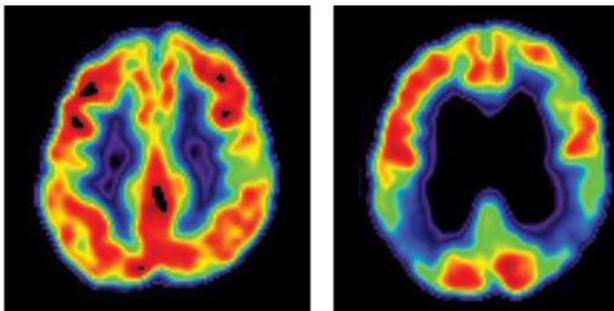


12

Tomografia a emissione di positroni (PET)

è una tecnica di medicina nucleare e di diagnostica medica che fornisce informazioni di tipo fisiologico.

Produce immagini tridimensionali o mappe dei processi funzionali all'interno del corpo utilizzando l'emissione di positroni, particelle elettriche con carica positiva, da parte di traccianti marcati con radioisotopi iniettate nell'organismo. Le immagini prodotte da una scansione PET, vengono di solito rappresentate utilizzando scale colori che, pur mostrando tutti fotoni con la stessa energia, evidenziano zone di concentrazioni di isotopo diverse all'interno del soggetto in esame.



Tomografia computerizzata a emissione di singolo fotone (SPECT)

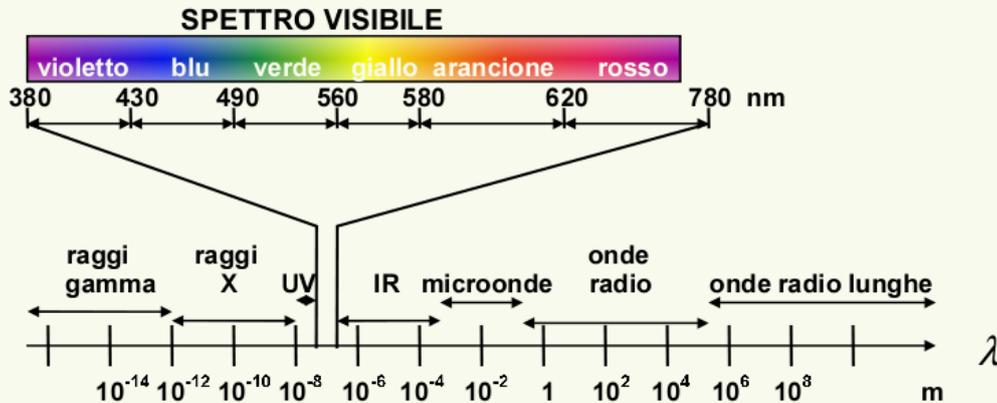
è una tecnica diagnostica simile alla PET, ma basata sull'uso di composti radioattivi che emettono radiazioni gamma.

13

12 Immagini PET del cervello di un paziente affetto da Alzheimer.

13 Immagini SPECT di un cervello di un soggetto sano e di un paziente affetto da Alzheimer.

La luce è una forma di energia costituita da onde elettromagnetiche, che presentano diverse lunghezze e frequenze. L'uomo riesce a percepire solo una frazione di questo spettro: la luce visibile, che presenta una lunghezza d'onda compresa tra 350 nm e 750 nm.



14

Diverse lunghezze d'onda all'interno dello spettro elettromagnetico della luce visibile corrispondono a differenti colori. Quando la luce colpisce un'immagine la sua superficie ne assorbe una parte e riflette il resto. Un oggetto appare bianco se riflette tutte le lunghezze d'onda della luce, mentre un oggetto nero le assorbe tutte. Gli altri colori sono dovuti all'assorbimento di tutte le frequenze della luce, eccetto quella del colore di cui appare l'oggetto.

Ma come funziona la percezione visiva nell'uomo?

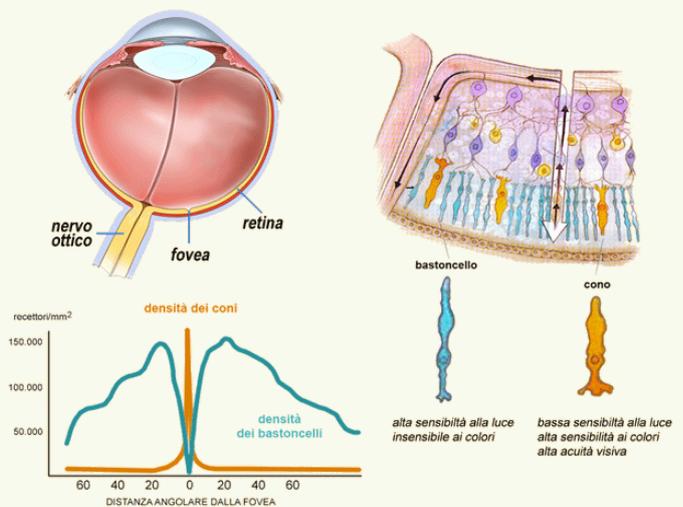
I fotoni che colpiscono l'oggetto e vengono riflessi, passano negli occhi e raggiungono le cellule fotosensibili della retina. Qui questo stimolo luminoso viene trasformato in un impulso elettrico che attraverso il nervo ottico raggiunge il cervello, dove viene interpretato.

La retina è uno strato di tessuto nervoso che contiene cellule chiamate fotorecettori. I fotorecettori sono di due tipi: i coni e i bastoncelli. I bastoncelli sono preposti per la visione in bianco e nero e si attivano quando la luce è fioca. I coni permettono invece di percepire i colori. Esistono tre tipi di coni: uno per il rosso, uno per il verde e uno per il blu, che vengono eccitati da diversi intervalli di lunghezze d'onda. Il colore percepito dipende dalla combinazione di questi tre segnali.

La luce raggiunge i fotorecettori dopo aver attraversato vari strati di cellule della retina. Esiste solo una regione, detta fovea, dove i fotorecettori ricevono direttamente i raggi luminosi. La fovea contiene solamente coni e il rapporto tra coni e bastoncelli aumenta all'allontanarsi da questo punto.

Vediamo al nostro massimo livello di acutezza solo in un campo ristretto perché la luce viene concentrata nella fovea. Tuttavia godiamo di una visione più acuta in tutto il nostro campo visivo in quanto i nostri occhi si focalizzano su punti diversi ogni due o tre volte al secondo. La visione è quindi il risultato di una mappa dell'ambiente dovuta all'aggregazione delle informazioni ottenute dagli occhi in seguito a molteplici spostamenti. Questi movimenti sono incoscienti ma non casuali: seguono gli oggetti in movimento, i colori brillanti e le forme poco comuni. Quello che la nostra retina vede non è però quello che il nostro cervello percepisce: a partire dagli impulsi elettrici provenienti dai fotorecettori, il cervello prima individua le caratteristiche di base di un oggetto, poi lo analizza in modo più approfondito e lo identifica recuperando informazioni contenute nella nostra memoria.

15



14 Schema dello spettro elettromagnetico.

Credit: Claudio Oleari e Andrea Peri. Schede di ottica.

15 Anatomia dell'occhio umano e composizione della retina.

Sono coordinatore del POE (Public Outreach & Education office), l'ufficio di didattica e divulgazione dell'Osservatorio Astronomico di Brera, una struttura dell'Istituto Nazionale di Astrofisica. Lavoro anche come scrittore e giornalista free lance. Sono stato per 6 anni Presidente del comitato che organizza le Olimpiadi Italiane di Astronomia, un'iniziativa promossa e finanziata dal MIUR per valorizzare le "eccellenze scolastiche". Sono responsabile delle attività di comunicazione (in particolare dell'education) del progetto EXTraS, un progetto di ricerca finanziato dalla Commissione Europea. Faccio anche parte della commissione didattica della Società Italiana di Astronomia.

Come free-lance e rappresentante ESA, dal maggio 2000 a oggi ho realizzato oltre 500 puntate di *Spacelab*, un programma di approfondimento scientifico trasmesso da Rainews, il canale televisivo digitale della RAI. Ho curato i contenuti del sito www.esa.int per diversi anni. Ho lavorato come giornalista scientifico dell'ESA nel corso delle missioni nello spazio degli astronauti Roberto Vittori (3 voli), Paolo Nespoli (2 voli) e Samantha Cristoforetti. Sono uno dei curatori e autori del sito avamposto42.esa.it, legato alla missione di Samantha. Sono Editor-in-Chief di una nuova rivista on-line, astroEDU-Italia, che pubblicherà attività didattiche che abbiano superato un processo di peer-review, e che nasce come versione italiana di astroEDU, una rivista internazionale. Ho pubblicato come autore e/o come curatore con Einaudi (*L'infinito cercare – autobiografia di un curioso*, con Tullio Regge; *Piccolo Atlante celeste – racconti astronomici*, insieme a Giangiacomo Gandolfi), Feltrinelli (*In viaggio per l'Universo*, collana Feltrinelli Kids – premio Andersen 2010 per la miglior collana; *Quanti amici*, collana Feltrinelli Kids), Springer (*Tutti i numeri sono uguali a cinque*, con Robert Ghattas e Daniele Gouthier), Carthusia (*Sotto lo stesso cielo*, con Roberto Piumini, finalista premio Andersen 2010). Ho curato l'edizione italiana dei libri per ragazzi di Lucy & Stephen Hawking (Mondadori). Dal 1997 collaboro con la casa editrice Zanichelli. Faccio parte del comitato scientifico della rivista *Sapere*, per la quale curo la rubrica *Spazio alla Scuola*. Collaboro con diversi periodici (*Sapere*, *Le Scienze*, *Focus*, *l'Astronomia*, *Le stelle*) e con alcuni quotidiani (*La Stampa* ecc.).

I telescopi ci permettono di visualizzare radiazioni elettromagnetiche al di fuori dello spettro della luce visibile; come si realizzano queste immagini?

In generale, il metodo può essere riassunto in questi termini: attraverso un sistema di specchi, i fotoni vengono raccolti su un rivelatore, che ha la capacità di "accumularli". Mentre nelle lastre fotografiche che si usavano un tempo, i fotoni inducevano delle reazioni chimiche che "coloravano" la lastra, determinando un'immagine vera e propria, ora la tecnica è molto più affidabile, quantitativa, complessa e, in un certo

senso, astratta. Da quando sono stati inventati i CCD a semiconduttore, la luce viene trasformata prima in carica elettrica e quindi in corrente. Il risultato netto è che gli impulsi luminosi ricevuti sull'area del rivelatore vengono acquisiti come una vera e propria matrice numerica. A ciascuna casella di questa griglia, è associato un certo numero, che rappresenta il segnale ricevuto. Utilizzando filtri diversi, è possibile ottenere griglie diverse, ciascuna per una banda energetica: un esempio noto in astronomia, sono i filtri U (ultravioletto), B (blu) e V (visibile). Ciascun filtro lascia passare solo una piccola frazione di spettro elettromagnetico, ma sempre in un intervallo ragionevolmente vicino, con fotoni di energia paragonabile.

Cambiando radicalmente l'energia trasportata da un fotone (per esempio i raggi X trasportano circa da 100 a un milione di volte più energia di un fotone di luce visibile), cambiano il tipo di specchi e il CCD – e tutta l'elettronica collegata che trasforma la luce in corrente elettrica. In generale, cambiano anche le caratteristiche di "qualità" di una immagine astronomica, come la risoluzione spaziale (cioè la minima distanza angolare a cui un sistema è sensibile), la risoluzione temporale (la minima separazione temporale che un sistema è in grado di rivelare) e così via.

Questo significa che a ogni cella della griglia di cui parlavo, potrebbe essere associato non solo un numero, ma una serie di numeri che caratterizzano la radiazione che è stata immagazzinata. Per esempio, nel caso dei raggi X, si ha spesso un numero di fotoni piuttosto piccolo (anche alcune decine in diversi migliaia di secondi), per cui non solo si è in grado di stabilire dove è arrivato un fotone sul rivelatore, ma anche quando.

In altri termini, per ogni banda elettromagnetica, per ogni sistema ottico, per ogni strumento e naturalmente a seconda della finalità, occorrono software di visualizzazione ottimizzati, anche se ce ne sono alcuni, natural-

mente, che possono essere utilizzati in tante condizioni.

Uno degli strumenti più efficaci nelle attività di diffusione della cultura scientifica è sicuramente la creazione, a partire dalle matrici di cui sopra, delle celebri “immagini astronomiche”. È chiaro che, costruendo immagini a partire da matrici numeriche, possiamo sbizzarrirci a “colorarle” come vogliamo. Per esempio, nel caso dei filtri UVB, basterà sovrapporre le griglie, dando a ciascuna di essere un colore opportuno. In generale, si cerca – per le immagini ottenute con telescopi sensibili alla luce visibile – di riprodurre tonalità comparabili a quelle a cui è abituato l’occhio umano, ma non c’è una regola valida sempre. È chiaro anche che, con un metodo del genere, ogni regione dello spettro elettromagnetico diventa “colorabile”. Cambia piuttosto la risoluzione, per cui andremo da un neorealismo del visibile a un certo “macchiaiolo” nei raggi gamma o a pennellate di colore da street art nel caso della radio astronomia.

Dallo spazio è possibile ottenere immagini del pianeta Terra, che strumenti si utilizzano per catturarle, dove sono localizzati e che cosa ci permettono di vedere?

Dalla Stazione Spaziale, per iniziare con il semplice, si usano macchine fotografiche: sicuramente di alta tecnologia, ma non di tipo sperimentale. Hanno un puntamento GPS (gli astronauti non sono necessariamente esperti di geografia!) e un’ottima risoluzione, ma non competono con gli strumenti ottici a bordo di satelliti. Esistono, in effetti, diversi satelliti che si muovono in orbita bassa che riescono a fotografare la

superficie terrestre con una risoluzione di pochi centimetri. Gli stessi satelliti rilasciano immagini a risoluzione molto inferiore (qualche metro), che in ogni caso sono più risolte delle immagini degli astronauti.

Vi sono poi le immagini raccolte nel radio da satelliti come ENVISAT o Sentinel. I satelliti mandano impulsi laser di cui raccolgono il “rimbalzo”. Sono molto più complesse da interpretare, ma con un certo allenamento permettono di “vedere” cose che altrimenti non sarebbero identificabili. E hanno il pregio di non dipendere dall’illuminazione solare (visto che è il satellite stesso che illumina) né dalla copertura nuvolosa, perché le onde usate penetrano attraverso le nuvole.

Strumenti di questo genere sono utili anche in alcune situazioni di emergenza, sia naturali che artificiali. Possono dare informazioni utili e aggiornate a chi agisce sul territorio, tanto che è stato stipulato un accordo di cooperazione fra agenzie spaziali (International charter space & major disaster), con lo scopo di coordinare le osservazioni satellitari in casi di emergenza, per fornire le immagini migliori a coloro che devono intervenire.

Sei autore di diversi libri scientifici per bambini, per spiegare un concetto scientifico a questo tipo di target quanto sono importanti le immagini? Quali immagini bisogna utilizzare?

Penso che le immagini, nei libri per bambini, siano fondamentali soprattutto per creare un ambiente, per evocare un mondo. Ogni volta che si legge un libro, e questo è vero anche per gli adulti, in un certo senso stiamo giocando a una forma evoluta di “facciamo finta che”. Ci immedesimiamo in uno o più personaggi, impariamo a vedere con i loro occhi ed entriamo in un modo a parte. Questo mondo è fatto di sensazioni, suoni, immagini. Da cosa scaturisce? Sarebbe illusorio

pensare che nasca dal libro o dalla penna dell’autore o dalla sua fantasia creatrice. Nasce piuttosto dall’interazione fra il libro (un oggetto fisico) e il lettore. Esistono tanti Paesi delle meraviglie o dei balocchi, tanti Alice e tanti Pinocchi, quanti sono lettori.

Ecco, nel caso dei bambini, le immagini sono un accompagnamento dell’immaginazione. Non devono sostituirla, ma solo accompagnarla. Non credo che debbano essere complete in ogni dettaglio, o iper-raffinate, a meno che non si tratti di uno libro scolastico. Ma in un libro di lettura, credo che sia importante che le immagini siano un invito a immaginare, a completare il quadro.

Nel libro scritto per Carhusia questo è molto evidente ed è venuto spontaneo. Anche perché si è realizzata una integrazione tra illustrazione e immagine astronomica. Per Feltrinelli, il discorso è un po’ diverso. Feltrinelli kids è una collana di narrativa saggistica: sono libri molto particolari, che hanno l’ambizione di spiegare, anche se in modo informale, concetti complessi. Eppure, ho molto apprezzato il fatto che Ilaria Faccioli, l’illustratrice, non abbia ceduto alla tentazione di *spiegare*: ha voluto lavorare, invece, sull’ambiente, sui personaggi, sulle cose che i bambini vedono e toccano. Lasciando il resto alla loro immaginazione. Del resto la meccanica quantistica e il cosmo, i due “mondi” che ho descritto nei due volumi, sono entrambi paesi dei balocchi o delle meraviglie. Bisogna far sentire i bambini a loro agio, in modo che abbiano voglia di “far finta” e di completare il mondo in cui sono entrati. La comprensione concettuale arriverà dopo. A dirla tutta, credo proprio che più un bambino si abitua a giocare rilassato e libero con le cose che impara e più gli sarà libero di concettualizzarle da adulto. Specialmente la scienza, che altrimenti appare sempre spigolosa e rigida.

3. VISUALIZZARE I DATI SPERIMENTALI

Oggi in una ricerca scientifica le immagini svolgono un ruolo fondamentale, dall'analisi di un esperimento fino alla presentazione dei risultati, permettendo di visualizzare i dati e di spiegare fenomeni possibili o impossibili da osservare a occhio nudo [5].

Solitamente i risultati di un esperimento sono quantificati in valori numerici. In altri casi invece le immagini prodotte dagli strumenti sono il risultato stesso della ricerca. Per mostrare correlazioni tra elementi lontani tra loro è spesso però necessaria un'elaborazione grafica, che è resa possibile dall'utilizzo di convenzioni espressive. Tra queste vi sono l'uso di simboli, segni associati in modo convenzionale a una specifica informazione, e la creazione di differenti tipi di grafici, che rendono visuale la relazione tra le variabili. Gli elementi grafici utilizzati – segni alfanumerici, figure e notazioni – si sono affinati in un processo continuo per almeno quattro secoli, in modo da rendere accessibile e univoca l'informazione scientifica a diversi tipi di pubblici.

Le rappresentazioni grafiche dei risultati degli esperimenti oggi sono diventate uno strumento essenziale per la comunicazione tra esperti e a pubblici di non esperti. La condivisione della conoscenza all'interno della comunità scientifica avviene attraverso tre forme differenti: l'articolo scientifico, la presentazione orale e il *poster*. L'articolo scientifico rappresenta la forma di comunicazione ufficiale con cui i risultati delle ricerche vengono resi pubblici, in seguito a revisione tra pari (*peer review*) [1]. Gli articoli sono strutturati in quattro sezioni: un'introduzione sullo stato dell'arte dell'argomento, una descrizione dei

In origine

Le immagini arricchiscono il testo alfabetico.

XIV secolo

Oresme introduce il concetto di relazione tra due grandezze, che variano una in funzione dell'altra. Le immagini acquisiscono quindi una funzione pratica e i grafici acquisendo il rigore matematico diventano un metodo.

1785 William Playfair introduce il grafico a linee.

XIX secolo La visualizzazione dei dati conquista uno spazio rilevante sulle riviste scientifiche (dopo più di cento anni dalla loro nascita), in seguito all'affermazione della grafica, della cartografia statistica, delle mappe, delle timeline e dei diagrammi.

1833 John Herschel mostra come adattare una curva ai dati.

1857 Il congresso internazionale di statistica a Vienna cerca di uniformare il significato di misura, notazione ed espressione.

1878 James Joseph Sylvester introduce la parola *graph* nel vocabolario della lingua inglese, riferendosi ai diagrammi che illustrano la relazione tra i legami chimici e certe strutture matematiche.

XX secolo

Le discipline scientifiche si dividono e le riviste si specializzano. Si sviluppano nuove tecnologie e gli strumenti di acquisizione dei dati aumentano le possibilità di rappresentazione. I diagrammi e le raffigurazioni cedono spazio alle immagini digitali prodotte dagli strumenti di misura, che vengono spesso elaborate.

2006 Si raggiunge un accordo per accompagnare le immagini elaborate al computer con i dati grezzi degli esperimenti.

metodi utilizzati, una presentazione dei risultati e una discussione. Solitamente l'ossatura della pubblicazione si basa sulla sequenza delle figure in cui sono rappresentati i risultati. Per ogni esperimento i grafici e le immagini vengono raggruppati in un'unica figura che descrive i punti più rilevanti della scoperta. In alcune riviste viene aggiunto anche un *graphical abstract*, cioè un disegno che cerca di descrivere in un'unica immagine le scoperte descritte nel lavoro.

Nella presentazione orale invece le immagini devono da una parte creare il filo conduttore del discorso, dall'altro mostrare i dati sperimentali. Il tipo di pubblico e il contesto della presentazione determina il livello di semplificazione o di approfondimento dell'argomento; le immagini conseguentemente devono essere preparate in modo differente. Quando ci si rivolge a dei collaboratori, che hanno familiarità con la tematica trattata e le tecnologie utilizzate, si può descrivere i dati grezzi senza informazioni aggiuntive o semplificazioni, dando importanza alla visione d'insieme. Quando ci si rivolge alla comunità scientifica, le presentazioni devono includere tutte le fasi di un progetto, in modo comprensibile anche per un pubblico a cui non è familiare l'argomento trattato. È necessario perciò fornire il *background*, il risultato e l'interpretazione di ogni esperimento [1].

Un altro tipo di comunicazione utilizzata all'interno della comunità scientifica è il *poster*. Questo riassume i risultati della ricerca suddividendola, come nelle pubblicazioni, in quattro sezioni (*background*, metodologie utilizzate, esperimenti, conclusioni). Non essendoci un oratore, nel poster la grafica è di fondamentale importanza. La chiarezza del messaggio dipende infatti dalla scelta dei colori e dall'equilibrio tra parole e figure.

EXTRACELLULAR MATRIX ALTERATIONS IN HYPERTENSION: EFFECTS OF EMILIN1 DEFICIENCY IN MOUSE AORTA

L. Barbalini¹, M. Vasso², D. Capitanio¹, A. Viganò¹, D. Bizzotto³, F. Da Ros³, G. Bressan³, P. Braghetta³, C. Gelfi^{1,2}

a) Dip. di Scienze Biomediche per la Salute, Università degli Studi di Milano, Segrate, Italy.
b) Istituto di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Segrate, Italy.
c) Department of Molecular Medicine, University of Padova, Padova, Italy.

Introduction

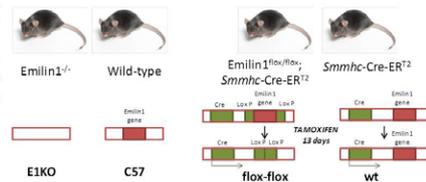
Arterial blood pressure is a function of the vasculature resistance and of the cardiac output. The integrity and elasticity of the vessels and the modulation of blood pressure are determined by smooth muscle cells and endothelial cells lining the vascular walls and by their relationship with extracellular matrix.

Emilin1 is an extracellular matrix glycoprotein associated with elastic fibers and microfibrils of blood vessels. Its deficiency causes a systemic arterial hypertension by inhibiting transforming growth factor TGF- β biosynthesis. The protein binds immature proTGF- β and prevents its maturation, regulating TGF- β extracellular availability. Emilin1 knockout mice are characterized by an increase of TGF- β signaling, accompanied by narrowing of arterial tree and structural alterations of the wall of elastic arteries.

Methodology

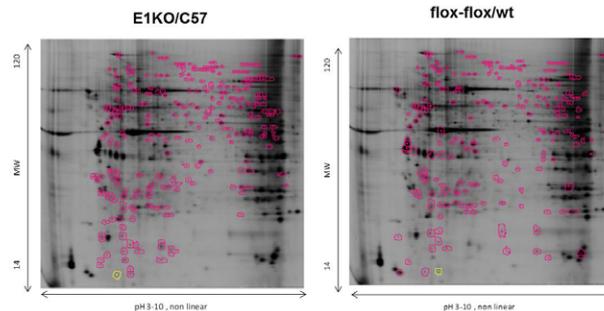
We examined the proteomic profiles of aorta in two animal models, constitutive Emilin1 knockout mouse and tamoxifen-inducible vascular smooth muscle cells specific knockout mice (Emilin1^{flox/flox};Smmhc-Cre-ERT2). Wild-type mice and Smmhc-Cre-ERT2 mice treated by tamoxifen respectively were used as controls.

Qualitative and quantitative differences in the proteome were obtained by the combination of two proteomics techniques, 2D-DIGE and ICPL, and the differentially expressed proteins were identified by MALDI-ToF/ToF or LC-ESI-MS/MS mass spectrometry. Data were analyzed with DeCyder and Warp-LC (Proteinscape) softwares.



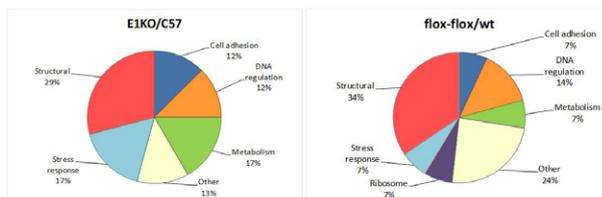
Results

2D-DIGE



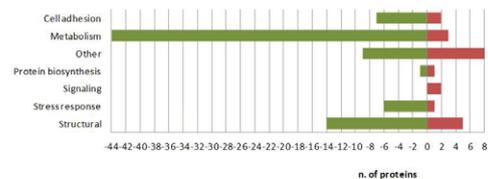
Differential analysis of aorta identified 103 proteins differentially expressed in Emilin1 Knockout mouse and 79 proteins in Emilin1^{flox/flox};Smmhc-Cre-ERT2, versus respective controls.

ICPL

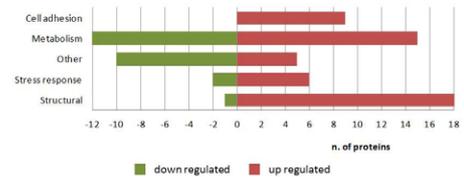


ICPL analysis identified 24 proteins differentially expressed in Emilin1 Knockout mouse and 27 proteins in Emilin1^{flox/flox};Smmhc-Cre-ERT2, versus respective controls.

E1KO/C57



flox-flox/wt



Proteins identified by 2D-DIGE and ICPL were divided according to their cellular function. Both techniques showed similar functional groups of proteins involved in hypertension pathogenesis. Variations were observed in metabolism, stress response, cell adhesion, DNA regulation, ribosome and in contractile/structural proteins. The majority of cellular proteins of these classes resulted down-expressed in Emilin1 knockout model and over-expressed in Emilin1^{flox/flox};Smmhc-Cre-ERT2 mouse.

In both models we also found two up-regulated markers that showed the shift from synthetic to a contractile phenotype of aorta smooth muscle cells. This phenotype is induced by the increase of TGF- β signaling and regulates the diameter of normal blood vessels.

Conclusions

In Emilin1 knockout model, Emilin1 gene is expressed neither in smooth muscle nor in endothelial cells and blood vessels are constitutively smaller than controls. These results indicate that the KO model reflects the adaptation to a congenital hypertension condition. Instead in Emilin1^{flox/flox};Smmhc-Cre-ERT2 model, the conditional silencing of Emilin1 gene is restricted to smooth muscle cells of blood vessels which are normal in size. The differential expression proteins in this model were involved in hypertension pathogenesis. The observed molecular alterations can be considered as putative biomarkers to monitor the onset of the disease.

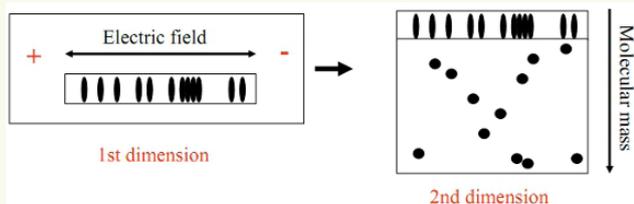
Acknowledgements: This work has been supported by Dottorato di Ricerca in Medicina Molecolare e Traslazionale, Università degli Studi di Milano.

Sono laureato in Scienze biologiche con specializzazione in applicazioni biotecnologiche. Dal 2003 lavoro presso il Laboratorio di Proteomica e scienze separative del Dipartimento di Scienze Biomediche per la Salute dell'Università degli studi di Milano, prima come dottorando in medicina molecolare e quindi come ricercatore.

Che tipi di immagini si ottengono sperimentalmente in un laboratorio di proteomica e con quali strumenti?

La proteomica è la scienza che studia l'espressione di tutte le proteine che caratterizzano un tessuto/tipo cellulare. Per poterlo fare è necessario riuscire a separare in modo efficace tutte le diverse proteine che lo compongono, in modo da poterle analizzare ad una ad una. Per ottenere questo obiettivo, la tecnica d'elezione classica è l'elettroforesi bidimensionale. Questa tecnica consiste nel separare miscele di proteine mediante l'applicazione di un campo elettrico che provochi il loro spostamento in un gel. Questo funziona come un setaccio, rallentando la corsa delle proteine più grandi. La migrazione avviene sfruttando le diverse proprietà chimico-fisiche che caratterizzano le molecole proteiche e che differiscono da proteina a proteina (ad es. la carica netta e la massa).

L'applicazione di questi principi chimico-fisici avviene in modo sequenziale e in direzioni diverse nel gel, chiamate dimensioni, durante la separazione.

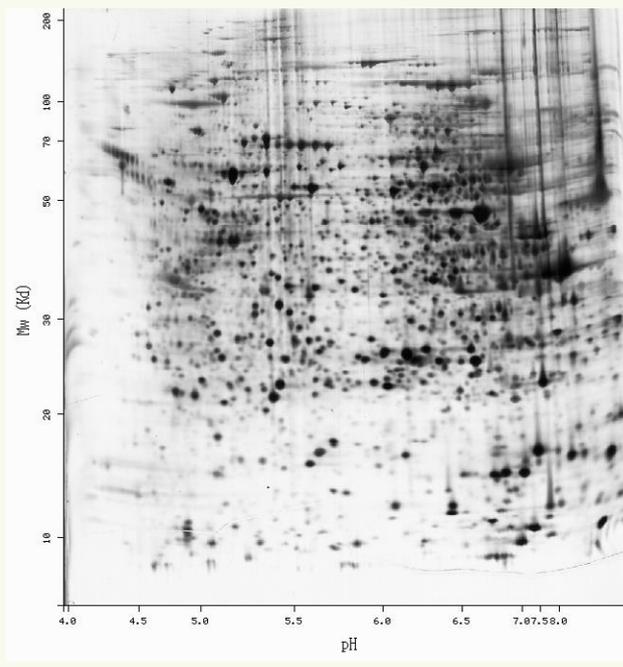


17

Una volta separate, è possibile mettere in evidenza le proteine mediante l'uso di coloranti specifici; i gel colorati vengono poi digitalizzati mediante l'uso di scanner ottici o laser, in base al tipo di colorante usato. Si ottengono in questo modo immagini chiamate "mappe bidimensionali".

18

Queste hanno la caratteristica di mantenere fissa, per uno stesso tessuto/tipo cellulare, la posizione delle proteine nella mappa, ciò permette il confronto di mappe provenienti da diversi soggetti o da differenti condizioni sperimentali e la quantificazione dell'abbondanza di ciascuna specie proteica nelle varie mappe.



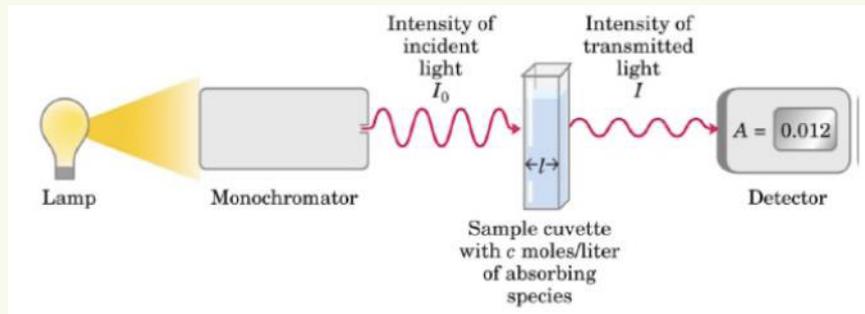
17 Separazione delle proteine in base al punto isoeltrico (1a dimensione) e alla massa molecolare (2a dimensione).

18 Esempio di mappa bidimensionale.

Come si trasformano i dati sperimentali in grafici?

Un esempio di trasformazione di dati sperimentali in grafici si ottiene nei saggi di attività enzimatica di tipo colorimetrico. Questo tipo di saggi ha lo scopo di quantificare la concentrazione di un enzima in un campione biologico valutando la velocità con cui avviene la reazione da esso catalizzata mediante l'uso di uno spettrofotometro. Una reazione enzimatica prevede la trasformazione di un substrato, mediante a volte l'uso di cofattori, in un prodotto. Il saggio si basa sul principio che, in presenza di un eccesso di substrato, la velocità di reazione è indipendente dalla concentrazione del substrato stesso e la quantità di prodotti di reazione formati e di reagenti consumati (substrato, cofattori) nell'unità di tempo, dipende esclusivamente dalla

quantità di enzima presente. Se nel corso della reazione scompaiono substrati o si formano prodotti in grado di assorbire la luce in una determinata regione dello spettro UV-visibile, in base alla variazione di assorbimento registrata si può risalire alla loro concentrazione e indirettamente a quella dell'enzima che ha catalizzato la reazione.



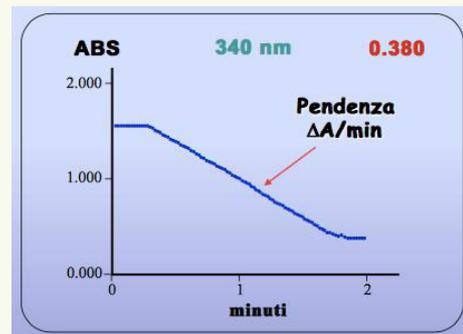
19

La concentrazione degli enzimi viene espressa in unità internazionali (U o U.I.) corrispondenti alla quantità di enzima che catalizza la trasformazione di una μmole di substrato in un minuto in condizioni standardizzate. In genere ci si riferisce a U/l. Il saggio si svolge all'interno di uno spettrofotometro che misura a intervalli regolari l'assorbimento di luce (o assorbanza, A) del substrato o del prodotto.

Questi valori inseriti in un grafico in funzione del tempo descriveranno una retta da cui potremo quindi calcolare la differenza di assorbanza (ΔA) al minuto, un dato necessario per il calcolo delle U/l di enzima.

Infatti, noti il coefficiente di estinzione molare ϵ (equivalente all'assorbimento di una soluzione contenente la sostanza assorbente a una concentrazione di $1 \mu\text{mole/litro}$ esaminata in una cuvetta da 1 cm di spessore e alla lunghezza d'onda considerata), il cammino ottico d (lo spessore della cuvetta), il volume della miscela di reazione (V) e il volume del campione (v), la concentrazione dell'enzima si otterrà dalla seguente formula:

$$U/l = \frac{\Delta A/\text{min} * 1000 * V}{\epsilon * d * v}$$



20

19 Scherma sperimentale di un saggio di attività enzimatica di tipo colorimetrico.

20 Curva di assorbanza al minuto, ottenuta dai dati sperimentali di un saggio di attività enzimatica.

Che funzione hanno le immagini in un articolo scientifico e come si scelgono?

Le immagini hanno il compito fondamentale di trasmettere in modo immediato, anche a un lettore che non ha tempo di soffermarsi in una lettura approfondita e dettagliata, i principali contenuti dell'articolo.

Da un'immagine si possono evincere non solo i risultati ottenuti, ma spesso si riescono a individuare anche le metodologie applicate, riassumendo così in modo efficace molte delle parti di cui è composto un articolo di tipo scientifico. Le immagini sono così importanti da essere spesso la prima cosa a cui l'autore pensa, e su cui costruisce il discorso, quando si accinge alla stesura di un articolo. Queste devono comunicare chiaramente i dati più interessanti delle ricerche e devono farlo nel modo più semplice e diretto possibile, per questo si dovrebbe porre attenzione nell'evitare di trasmettere troppe informazioni all'interno di una stessa figura.

4. ESPLORAZIONI VISIVE

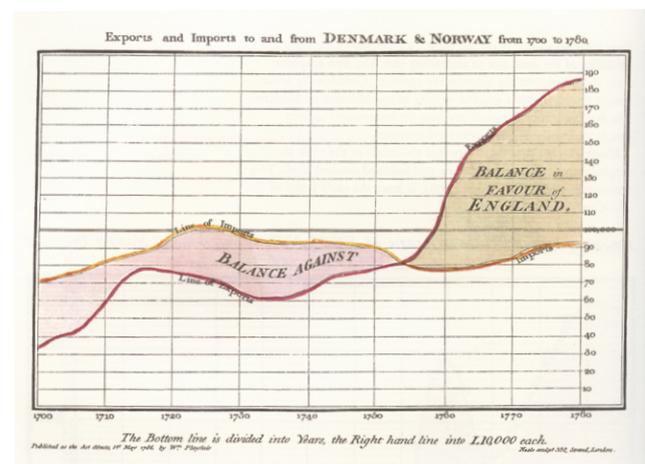
“Quando la conoscenza aumenta presso gli uomini, e le traduzioni si moltiplicano, diventa ancor più auspicabile abbreviare e facilitare le modalità di trasmissione delle informazioni da un singolo individuo a molti.” Così William Playfair, nel 1786, introduce *The Commercial and Political Atlas*, un atlante in cui le mappe non forniscono informazioni geografiche, ma codificano dati quantitativi. L’idea di Playfair è quella di fornire una visualizzazione più immediata e completa degli andamenti di una o più variabili, attraverso un metodo comprensibile a tutti. Utilizza perciò un sistema di assi cartesiani per creare dei grafici a linee e barre, trasformando un metodo precedentemente utilizzato per indicare la latitudine e la longitudine in una tecnica per mettere in relazione due grandezze.

Oggi, che ci troviamo nell’era dei Big Data, il metodo di Playfair ci permette ancora di vedere e comprendere il mondo. Con l’introduzione dell’informatica e delle analisi quantitative, il numero di dati a disposizione e le domande che richiedono una risposta visuale sono aumentate considerevolmente. Per questo si sono sviluppate due discipline che ci aiutano a capire i messaggi complessi: l’infografica e la visualizzazione.

21 L’infografica ci presenta le informazioni attraverso grafici, mappe e diagrammi statistici, mentre la visualizzazione ci offre strumenti visivi di cui il pubblico si può servire per esplorare e analizzare insieme di dati. Attraverso un’infografica è possibile presentare delle variabili, fare dei confronti, organizzare i dati, mostrare le correlazioni e i rapporti, in modo da chiarire il messaggio evidenziando tendenze, svelando schemi e rivelan-

do realtà prima non visibili [2]. La visualizzazione invece, nata dall’unione tra i grafici classici e la computer grafica, permette di visualizzare grandi numeri di dati contemporaneamente.

Alla base di queste rappresentazioni grafiche dei dati, vi è però sempre una storia da raccontare. Nell’infografica le storie sono delineate dai comunicatori, nella visualizzazione è il lettore stesso a scegliere il percorso narrativo da seguire. In realtà non esiste un vero e proprio confine tra infografica e visualizzazione in quanto entrambe presentano dei dati e permettono un certo grado di esplorazione.



21 Grafico di William Playfair pubblicato nel 1786 nell’atlante *The Commercial and Political Atlas*. Rappresenta il progresso del commercio, in termini di importazioni ed esportazioni, dell’Inghilterra nel XVIII secolo.

“La visualizzazione dei dati non deriva dai computer o dai nostri programmi di software. Deriva dalla nostra mente, dalle nostre mani, che lavorano insieme per trasformare complessi insiemi di numeri in grafici e mappe che mostrino ai lettori realtà alle quali non potrebbero accedere in altro modo.” afferma Alberto Cairo docente della School of Communication della University of Miami [3].

La realizzazione di un’infografica o di una visualizzazione parte spesso da un disegno o uno schizzo manuale. Giorgia Lupi, cofondatrice e design director di Accurat, spiega che il suo processo di creazione prevede tre fasi. Una prima fase in cui ci si concentra sulle macro categorie dei dati che si stanno analizzando, una seconda in cui ci si focalizza sui singoli elementi definendone le forme, le caratteristiche e i colori, in base al tipo di variabile che si ha a disposizione. Infine si unisce il tutto per creare la visione d’insieme. Solo a questo punto si può passare alla trasposizione al computer degli schizzi fatti a mano.

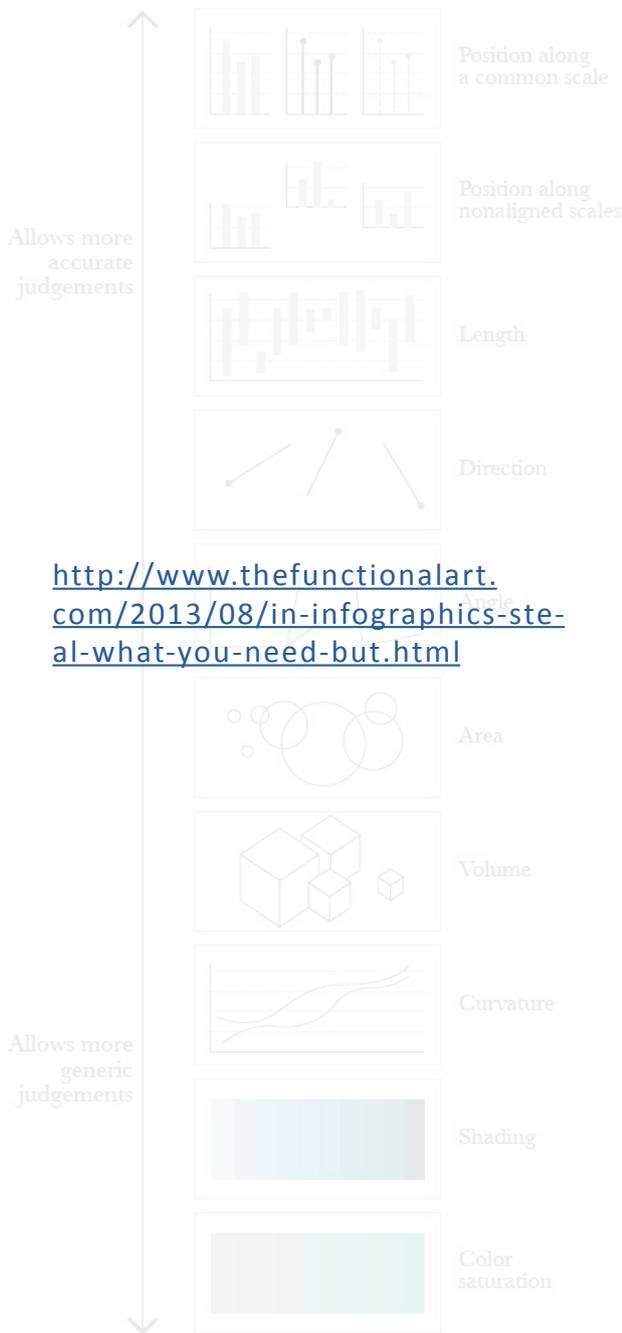


La storia

Ogni grafica è una forma narrativa, che sfrutta il linguaggio visuale per mettere in condivisione e far comprendere un contenuto al destinatario. Può raccontare storie diverse e avere differenti livelli di interpretazione. Di solito si parte da una domanda o un concetto, che scaturisce dall’interpretazione dei dati. Ci si chiede cosa c’è di interessante in quei numeri e come si possono incrociare con informazioni di diverso genere per creare differenti livelli di lettura.

Dati e fonti

Quando si definisce l’argomento centrale, quale storia si vuole raccontare e i punti principali da esporre, bisogna raccogliere la maggiore quantità possibile di informazioni, intervistare le fonti, ricercare set di dati. Si cercano dei dati quantitativi e si correla il dataset iniziale con informazioni aggiuntive che contestualizzino il tema e forniscano differenti livelli di lettura per la storia principale [7].



I grafici

A seconda di quanto deve essere accurata la valutazione che il lettore deve fare sui dati bisogna scegliere la presentazione grafica migliore. Nel 1984 William S. Cleveland e Robert McGill pubblicarono sul *Journal of the American Statistical Association*, un articolo che proponeva le linee guida essenziali per la scelta della forma grafica più adatta in base alla funzione di una rappresentazione di dati. Gli autori hanno identificato dieci variabili in base all'accuratezza con cui il cervello umano riesce a individuare le differenze e metterle a confronto:

- posizione lungo una scala comune;
- posizione lungo scale non allineate;
- lunghezza, direzione, angolazione;
- area;
- volume, curvatura;
- tonalità, intensità di colore.

Secondo queste linee guida, se bisogna facilitare confronti accurati o confrontare valori si utilizzano grafici a linee o barre. Se è necessario mostrare schemi più ampi o il rapporto di una variabile con la sua posizione geografica, si sceglie una forma geografica basata su una tonalità di colore o un diagramma a bolle.

²² Fasi di progettazione di una visualizzazione di Giorgia Lupi. Credit: Giorgia Lupi.

²³ Linee guida essenziali per la scelta della forma grafica più adatta in base alla funzione di una rappresentazione di dati, proposte nel 1984 William S. Cleveland e Robert McGill sul *Journal of the American Statistical Association*. Credit: Alberto Cairo.

La visualizzazione dei dati è un processo ibrido, a cavallo tra arte e scienza. La scienza fornisce i dati e i metodi di analisi, mentre l'arte è alla base dell'artefatto grafico, della storia e delle scelte espressive. David McCandless è un autore, scrittore e designer londinese che ha la passione di visualizzare le informazioni – fatti, dati, idee, argomenti, problemi, domande – con le minime parole possibili. Nel suo libro *Information is beautiful* cerca di rilevare le connessioni, i *pattern* e le storie, che si nascondono nei dati, rendendo le informazioni comprensibili e prestando particolare attenzione all'estetica delle sue visualizzazioni.

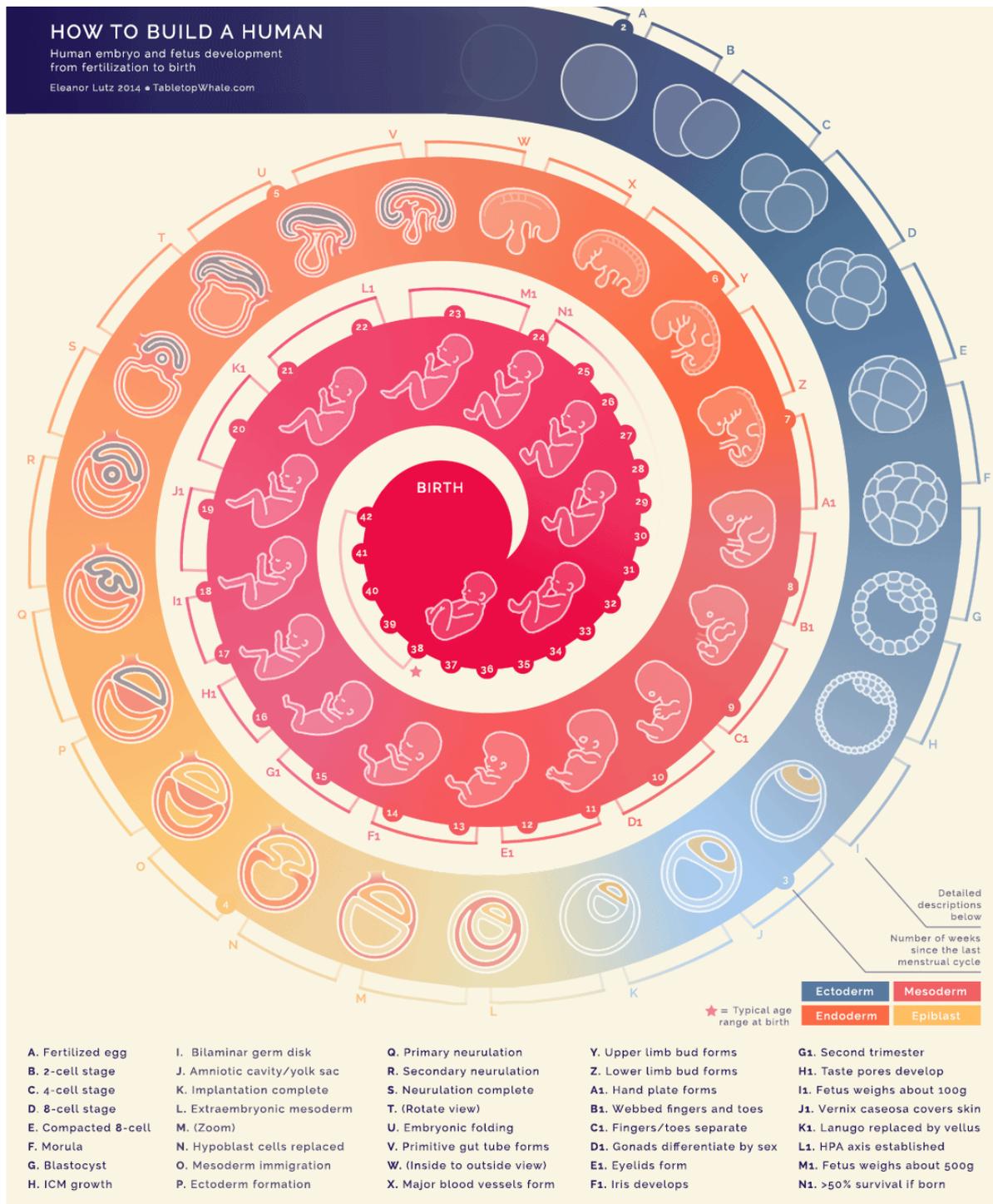
The Microbe-scope



24

The Microbe-scope è un'infografica sugli agenti patogeni più pericolosi per l'uomo realizzata nel 2014. In un grafico a dispersione mette in relazione il numero di persone che un singolo individuo malato può infettare (*contagiousness*, asse x) con la percentuale di persone infettate che non sopravvivono (*deadliness*, asse y). A colpo d'occhio si evidenzia che la rabbia, l'HIV ed Ebola hanno un'altissima mortalità, mentre la malaria è molto contagiosa. La grafica, per ogni agente patogeno, mostra anche il metodo di trasmissione primario, evidenziato dal colore del pallino. In modo semplice e chiaro viene quindi fatto un confronto tra diverse variabili, dando un quadro generale degli agenti patogeni, prestando particolare attenzione alla scelta dei colori delle linee e dei caratteri che permettono di porre maggiore attenzione sui dati.

Una delle mode del momento sono le infografiche animate, realizzate mediante un *loop* di immagini in successione che simulano il movimento di uno o più componenti della grafica. Eleanor Lutz è una designer di Seattle con una laurea in Biologia Molecolare conosciuta in particolare per la creazione di questo tipo di infografiche.



25

How to build a human mostra come l'embrione si trasforma in feto, dalla fertilizzazione fino alla nascita. Questa infografica permette di visualizzare le rapide divisioni cellulari dello zigote, la formazione dei foglietti embrionali e lo sviluppo dei diversi tessuti, in un ciclo che rende il processo dinamico. Nella legenda viene indicato il nome di ogni stadio, mentre i colori differenziano i foglietti embrionali.



27

Il genoma è un concetto complesso da rappresentare e confrontare. È composto da una sequenza di nucleotidi, indicati come una serie di lettere (A, T, G e C), che contengono le informazioni per un prodotto (le proteine), senza però specificarne esplicitamente le funzioni e le interazioni. Il genoma è complesso anche a livello strutturale, per dimensioni, densità e distribuzione di differenti regioni della sequenza. Nell'uomo circa 3,1 miliardi di paia di basi nucleotidiche sono racchiuse in 24 cromosomi. Di queste solo 33% è composto da geni, cioè porzioni che contengono le informazioni necessarie per produrre una proteina. Mentre solo il 2,5% dei geni è un esone, cioè la parte che effettivamente viene tradotta nella catena di aminoacidi che costituisce la proteina.

Per rappresentare le differenze tra diverse specie è possibile confrontare le sequenze esoniche simili tra due genomi. L'infografica evidenzia le differenze tra sequenze esoniche simili di quattro specie diverse rispetto all'uomo. Ogni pallino rappresenta circa 500.000 paia di basi di nucleotidi, mentre il colore indica quanto la sequenza umana è simile alla sequenza della specie presa in esame. Più i pallini sono gialli maggiore è la vicinanza a livello genomico con l'uomo.

Questa infografica riassume un concetto complesso, come il confronto delle sequenze genomiche di specie diverse effettuato a livello di singoli nucleotidi per moltissime paia di basi, in cui una gradazione di colore immediatamente distinguibile.

27 Schematizzazione della dimensione degli esoni e dei geni nel genoma umano. Credit: Martin Krzywinski | Scientific American.

Uno degli elementi fondamentali di una visualizzazione di dati è la narrazione. I dati possono portare avanti e indietro nel tempo, spiegare i cambiamenti a livello geografico, mostrare le differenze tra popolazioni. Le visualizzazioni di Accurat sfruttano diversi livelli narrativi per permettere al lettore di ricostruire una storia. In questo modo è possibile scoprire alcuni dettagli e definire in autonomia una gerarchia delle informazioni presentate.



<https://www.flickr.com/photos/accurat/8249872482/in/album-72157632180303367/>

La visualizzazione *Quanti (non) laureati al Nobel*, pubblicata sull'inserto del *Corriere della Sera La Lettura* nel novembre 2012, mostra molteplici dati sui 864 vincitori del premio Nobel dal 1901 a oggi. Si può scoprire la loro città natale, il titolo di studio, l'età e l'università di appartenenza al momento dell'assegnazione del premio. Si evidenzia la predominanza maschile e la migrazione dei cervelli a New York durante la seconda guerra mondiale. La grafica presenta una serie di informazioni che il lettore è libero di esplorare senza un filo conduttore focalizzandosi sui punti di maggiore interesse.

28 Infografica *Quanti (non) laureati al Nobel*, pubblicata sull'inserto del *Corriere della Sera La Lettura* nel novembre 2012. Credit: Accurat.

Sono un analista e un gestore di progetti di IT. Vuol dire che il mio “pane quotidiano” è l’analisi di grandi moli di dati per supportare decisioni o rendere comprensibili a un pubblico indifferenziato (anche se non esiste...) azioni o strategie. Le mie esperienze di lavoro e di formatore hanno sempre coinvolto solo tre elementi: tecnologie, persone, comunicazione; quello che è cambiato sono stati semplicemente i pesi reciproci, con un progressivo spostamento del focus dagli aspetti scientifici/quantitativi a quelli relazionali/qualitativi.

Come si è modificata la rappresentazione dei dati con l’introduzione di tecnologie quali il computer e internet?

Il mio primo e indimenticato PC aveva una RAM da 64K: per stampare un report di una pagina A4, solo testo, con stampanti che facevano rumori inquietanti, bisognava aspettare vari minuti. I computer erano *personal* anche nel senso che erano *isolati*: ARPANET che poi si sarebbe trasformata in INTERNET era ancora lontana anni luce dal cittadino

comune. Come i PC, in pochi anni la stessa idea di dato è cambiata drasticamente. Potrei parlare di evoluzione in termini di tecnologie: pagine e pagine di caratteri che si sono trasformati in report sempre più dinamici e testo che ha ceduto sempre più il passo alle immagini, ai suoni e agli aspetti immersivi. Preferirei però porre la questione in termini di concetto: il dato prima era qualcosa che si leggeva, ora è sempre di più qualcosa che ci emoziona e che vogliamo poter plasmare, perché le nostre domande non sono più né semplici né impostabili a priori come allora.

E come è cambiato l’atteggiamento degli utenti nei confronti di dati e informazioni?

Mi verrebbe da dire che inizialmente il fulcro del rapporto utente/ICT era il reperimento di informazioni, ora è la selezione. Quando Internet non era ancora diffuso, l’obiettivo dell’analista era raccogliere quanti più dati possibili, proprio perché i dati erano inaccessibili o nascosti:

chiusi da strumenti di memorizzazione non integrabili (il cartaceo su tutti), da tecnologie proprietarie, da costi e difficoltà tecniche di interconnessione scoraggianti. Oggi il problema è opposto: possiamo raggiungere immediatamente o quasi tutti i dati che ci interessano, a causa del perfezionamento dei motori di ricerca, delle filosofie dei dati aperti e dei formati standard. Il problema è che sono *troppi*: il report oggi deve dunque aiutare più a scartare che a raccogliere. Questo secondo me spiega, insieme ai generici trend sociali di affermazione del culto dell’estetica e dell’immagine, anche tutto ciò che può essere associato al vasto capitolo dell’*information design*.

Come vengono utilizzate le infografiche per comunicare argomenti scientifici?

Nel campo della rappresentazione dei dati varie “mode” si sono succedute: l’infografica è la moda del momento. Questo non per sminuirne in alcun modo l’importanza: le infografiche, statiche o dinamiche, sono da molti punti di vista una rivoluzione, anche se credo che dovremmo

abituarci a rivoluzioni sempre più brevi e frequenti. Nella comunicazione di argomenti scientifici o in quella istituzionale e/o di organizzazioni complesse, le infografiche possono essere molto utili per la loro *capacità di dare una lettura contemporanea a più livelli*. Possono catturare il destinatario con un’immagine evocativa o uno slogan di stampo quasi pubblicitario potendo però insieme rappresentare la realtà senza cadere nella trappola degli eccessi di semplificazione, a cui purtroppo ci ha abituato molta della comunicazione che ci coinvolge. Una buona infografica ha la capacità di rendere cool anche un argomento complesso in pochi secondi, ma ha anche quella trattenere l’esploratore nei dettagli più reconditi per molti minuti. Senza parlare delle infografiche dinamiche, ovvero del cosiddetto ramo della *data visualization*, che a tutto questo possono unire la rappresentazione *live*. Fra gli esempi mi vengono in mente i video di rappresentazione dei movimenti delle persone in ambiti cittadini o in occasione di grandi eventi, oppure le “immagini pulsanti” che derivano dall’analisi di tabulati di connessioni telefoniche o centraline di rilevamento dati ambientali o di traffico.

Come si realizza un'infografica?

Un'infografica, secondo me e soprattutto secondo molti dei massimi esperti del settore, è più simile a un testo letterario o a un quadro che a un report tradizionalmente inteso. Dunque credo che il concetto di base debba essere quello di voler raccontare una storia con un linguaggio per lo più basato sulle immagini. Personalmente per realizzare le mie infografiche raccolgo il materiale con ricerche internet o bibliografiche e in modo simmetrico costruisco modelli su carta arricchendo con successive iterazioni le fonti fino ad arrivare abbastanza vicino al messaggio che voglio comunicare. A quel punto si può passare al programma di grafica: io preferisco l'approccio vettoriale (quindi software tipo Illustrator o l'ottimo Inkscape, open source) perché più orientato alla realizzazione di forme astratte e alla gestione dei *path*. Le persone con formazione più centrata sul design puntano più su programmi raster o di fotoritocco tipo Photoshop o GIMP. Per il consolidamento dei dati, al di là del poter utilizzare anche strumenti più complessi come datawarehouse o database/strumenti desktop di tipo GIS (Geographical Information Systems), spesso un foglio elettronico con funzionalità di filtri e aggregazioni è più che sufficiente.

BIBLIOGRAFIA

1. Anzilotti Consuelo e Napolitani Giorgio. *Quando gli scienziati cercano di essere grafici*. Progetto grafico 25. Scrittura e immagini nel dominio della scienza. (Aiap 2014)
2. Cairo Alberto. *L'arte funzionale*. Infografica e visualizzazione delle informazioni. (Pearson 2013)
3. Cairo Alberto. *Dati visuali. Brevi note per una storia dei dati quantitativi*. Le mappe del sapere. Visual data di arti, nuovi linguaggi, diritti. L'infografica ridisegna le conoscenze. (Rizzoli 2014)
4. Ciuccarelli Paolo. *Visual data. Progetti per una forma narrativa originale*. Le mappe del sapere. Visual data di arti, nuovi linguaggi, diritti. L'infografica ridisegna le conoscenze. (Rizzoli 2014)
5. Falcinelli Riccardo, Filippini Arnaldo, Liberti Giuseppe, Perondi Luciano e Romei Leonardo. *Scrittura e immagini nel dominio della scienza*. Progetto grafico 25. Scrittura e immagini nel dominio della scienza. (Aiap 2014)
6. Greco Pietro. *La scienza e l'Europa. Il rinascimento*. (L'Asino d'oro 2015)
7. Lupi Giorgia. «*Più di tutto, io disegno. L'infografica non è soltanto computer*». Le mappe del sapere. Visual data di arti, nuovi linguaggi, diritti. L'infografica ridisegna le conoscenze. (Rizzoli 2014)
8. Rossi Paolo. *La nascita della scienza moderna in Europa*. (Laterza 1998)

PAGINE WEB INFOGRAFICHE

The Microbe-scope

<http://www.informationisbeautiful.net/visualizations/the-microbescope/>

How to build a human

<http://tabletopwhale.com/2014/12/16/how-to-build-a-human.html>

Tiny Genetic Differences between Humans and Other Primates Pervade the Genome

<http://www.scientificamerican.com/article/tiny-genetic-differences-between-humans-and-other-primates-pervade-the-genome/>

Quanti (non) laureati al Nobel

<https://www.flickr.com/photos/accurat/8249872482/in/album-72157632180303367/>

INDICE

1. LA SCIENZA VISUALE	1
2. OLTRE IL LIMITE DELL'OCCHIO UMANO	3
TELESCOPI PER SCRUTARE L'UNIVERSO	3
MICROSCOPI PER GUARDARE NELL'INFINITAMENTE PICCOLO	5
TECNICHE DI IMAGING PER ENTRARE DENTRO DI NOI	6
LA LUCE E LA PERCEZIONE	8
INTERVISTA A STEFANO SANDRELLI	9
3. VISUALIZZARE I DATI SPERIMENTALI	11
INTERVISTA A DANIELE CAPITANIO	14
4. ESPLORAZIONI VISIVE	16
DAI DATI ALLA GRAFICA	17
INFORMATION IS BEAUTIFUL	19
INFOGRAFICHE ANIMATE	20
RIASSUMERE CONCETTI COMPLESSI	21
LIVELLI NARRATIVI	23
INTERVISTA A LUDOVICO RISTORI	24
BIBLIOGRAFIA	26
PAGINE WEB INFOGRAFICHE	26