

Indice

Prefazione	IX
Introduzione. Perché è importante comunicare la matematica	XV
1. Dalla comunicazione della scienza alla comunicazione della matematica	1
2. Matematica e <i>public engagement</i>	25
3. Chris Budd e le regole d'oro del <i>public engagement</i>	51
4. L'arte della narrazione e lo <i>storytelling</i> matematico	63
5. Alex Bellos e lo <i>storytelling</i>	79
6. La comunicazione nella didattica della matematica	91
7. Andrew Jeffrey e la magia nella didattica della matematica	109
8. La divulgazione della matematica	125
9. Simon Singh e la divulgazione al grande pubblico	135

Prefazione

Questo quaderno di *Alice & Bob* nasce a conclusione di un percorso triennale di dottorato di ricerca in Scienza della Complessità svolto presso l'Università di Urbino. Le tematiche al centro dell'attività di ricerca sono state la complessità insita nella comunicazione della matematica e la possibilità che tale studio ha di migliorare alcune modalità di comunicazione nelle quali il pubblico svolge un ruolo attivo e costruttivo nella trasmissione del messaggio. L'interdisciplinarietà gioca un ruolo centrale nella scelta e nella costruzione del messaggio stesso.

La crescente complessità del mondo richiede un pensiero capace di affrontare nuove sfide e la capacità di rapportarsi con tutte le sue parti. Per comprendere meglio i fenomeni complessi dobbiamo accettare che tra le cause e gli effetti possa crearsi una relazione circolare diversa dall'idea classica di scomporre un sistema nelle parti che lo compongono e studiare a fondo queste singole componenti. I sistemi complessi sono costituiti da parti interagenti fra loro che formano insieme e strutture che possiedono proprietà emergenti non comprensibili sulla base delle proprietà delle singole parti costituenti, così come le proprietà di un tessuto non si deducono dalla conoscenza delle singole fibre che lo compongono. Come ci insegna Italo Calvino col seguente dialogo tra Marco Polo e l'imperatore Kublai Kan nelle *Città invisibili*:

Marco Polo descrive un ponte, pietra per pietra.

"Ma qual è la pietra che sostiene il ponte?" – chiede Kublai Kan.

"Il ponte non è sostenuto da questa o quella pietra", – risponde Marco, – "ma dalla linea dell'arco che esse formano".

Kublai Kan rimase silenzioso, riflettendo. Poi soggiunse: "Perché mi parli delle pietre? È solo dell'arco che mi importa".

Polo risponde: "Senza pietre non c'è arco".

È quindi necessaria una circolarità nel pensiero che aumenti la nostra capacità di comprendere, senza cadere in un circolo vizioso. Possiamo applicare questo tipo di visione in aree diverse, dagli studi sociali all'economia, dalla biologia alla fisica, dalla meteorologia al funzionamento del sistema immunitario, dalla neuroscienza all'insegnamento. Questi sono tutti sistemi dove emergono un ordine dinamico e un'organizzazione derivante da componenti sottostanti più semplici che interagiscono tra loro. La comunicazione stessa è una scienza complessa. Ecco perché nel libro non andremo a trattare gli argomenti come se fossero atomi, parti inscindibili della comunicazione della matematica, ma a partire dalle loro interazioni in una visione d'insieme, globale. Prendiamo come esempio il linguaggio. Nel processo di interazione con il testo tramite il quale comprendiamo il suo significato, capiamo la frase iniziando dal significato delle parole. Ma, allo stesso tempo, il significato delle parole si definisce sulla base di cosa emerge in termini di significato globale della frase. Questo tipo di autorganizzazione potrebbe sembrare paradossale: il sistema nel suo insieme è più della somma delle sue parti, precisamente perché emerge tale autorganizzazione, ma è anche meno della somma delle sue parti, in quanto in ogni sua manifestazione realizza solo uno degli stati possibili.

Per capire come la comunicazione della matematica è cambiata nel corso degli anni e coglierne più profondamente la complessità, ho dovuto acquisire una certa familiarità con gli approcci, i metodi e le strategie dei giganti del passato e del presente, partendo da Dante Alighieri e Luca Pacioli fino ad arrivare a Ian Stewart e Keith Devlin. Il primo passo è stato studiare e analizzare le loro opere nel dettaglio cercando di coglierne le finalità, evidenziandone le caratteristiche legate al loro periodo storico, le difficoltà che hanno dovuto affrontare, gli obiettivi che si erano prefissi, gli stili usati da ciascuno, e soprattutto gli argomenti che hanno scelto di comunicare. Se si aggiunge che la letteratura dedicata al tema della comunicazione della matematica, che in ambito accademico non ha mai goduto di grande visibilità e prestigio, è quantitativamente molto inferiore rispetto a quella sulla comunicazione della scienza, è facile concludere che non è stato affatto semplice reperire tutte queste informazioni. Questa carenza mi ha spinto a intraprendere un viaggio di conoscenza, scoperta ed esperienza diretta in giro per l'Europa per conoscere più da vicino i grandi comunicatori di oggi e indagare sui modelli scientifici e organizzativi che hanno portato e stanno portando risultati speciali nel campo della comunicazione della matematica. Bath,

Londra, Venezia, Pisa, Berlino, Jyvaskyla, Ogden sono solo alcune delle tappe di questo viaggio ancora in corso. Luoghi splendidi nei quali ho potuto conoscere e dialogare con alcuni dei più grandi esperti nel campo della comunicazione matematica come Chris Budd, Alex Bellos, Andrew Jeffrey, Simon Singh, Eduardo Sáenz de Cabezón, Andreas Daniel Matt, Kristóf Fenyvesi, Cédric Villani e molti altri. Periodi di visita, partecipazioni a conferenze ed eventi, collaborazione diretta e interviste sono stati momenti chiave all'interno del percorso di ricerca. Il resoconto di questo viaggio è addirittura diventato una serie di articoli intitolata "La comunicazione della matematica in Europa" ospitata nel periodico *Lettera Matematica*¹ del Centro PRISTEM dell'Università Bocconi di Milano. I primi quattro articoli compaiono all'interno di questo libro (capitoli 3, 5, 7 e 9) a corredo dei temi trattati nei capitoli 2, 4, 6 e 8. Durante il viaggio, ho avuto anche la possibilità di sviluppare progetti ed eventi focalizzati sulla comunicazione della matematica al grande pubblico, di presentare workshop sia per studenti che per docenti, di scrivere un libro per ragazzi basato su un approccio innovativo alla matematica e di iniziare la creazione di uno spettacolo sul caos e la complessità che coinvolge musica, danza e arti visive e che vedrà la luce probabilmente entro la fine del 2019. Di alcune di queste realizzazioni parlerò all'interno del libro portandole come esempi pratici di una comunicazione efficace. Prima di intraprendere un viaggio, però, è indispensabile stabilire la meta e conoscere la cultura e le tradizioni del luogo di destinazione, nonché le abitudini, la lingua e il modo di vivere dei suoi abitanti. Poi, sarà necessario scegliere cosa sarà utile mettere in valigia. E, infine, programmare il viaggio in ogni minimo dettaglio per evitare di perdersi lungo la strada.

Dopo una breve introduzione sullo stato attuale delle cose nel mondo della comunicazione della scienza e nel mondo della comunicazione della matematica, il capitolo 1 li analizza entrambi mettendone in luce analogie

¹ *Lettera Matematica PRISTEM* è un periodico trimestrale che ha l'obiettivo di discutere della matematica e del mondo che le gira intorno, in tal modo abbracciando altri campi della conoscenza e coinvolgendo altre comunità scientifiche. La rivista affronta argomenti legati alla ricerca matematica ma anche mira a discutere e riflettere sulla società e sulle sue relazioni con la cultura scientifica, sottolineando il contributo che il matematico – come tutti gli altri intellettuali – può e deve fare per la crescita e lo sviluppo ben bilanciato della società. Fornisce anche un terreno comune per quei matematici che usano la loro disciplina preferita come un ponte verso altri mondi piuttosto che lavorare in isolamento.

e differenze. Sono mondi relativamente nuovi e profondamente complessi, le cui storie, fatte di luci e ombre, sono il frutto di “scontri” tra consolidate tradizioni e profetiche visioni con contributi di matematici e scienziati che, senza togliere tempo e spazio alla loro ricerca, sono stati in grado di trasmettere le proprie passioni e conoscenze a un pubblico più ampio possibile. Sono mondi che hanno condiviso percorsi comuni e che presentano metodi e approcci simili, pur mantenendo stili e abitudini differenti. Sono due facce della stessa medaglia. John M. Ziman, fisico e umanista britannico, sosteneva che la prima fase dell’attività scientifica, quella che produce nuova conoscenza, deve essere strettamente connessa con la seconda fase “pubblica”. Senza la comunicazione sulle nuove conoscenze acquisite, non esiste la scienza. La comunicazione è il reale tessuto connettivo per una società scientifica². Ecco la ragione per la quale ho speso la maggior parte dei miei primi due anni di dottorato studiando questi due mondi: per capire le loro dinamiche ed evoluzioni, le motivazioni sottese, le tecniche e gli strumenti usati dai loro abitanti. È uno studio che ha suscitato domande, riflessioni e discussioni e ha fornito una visione più ampia dell’orizzonte della comunicazione scientifica e una visione più profonda dei problemi a essa collegati. Questo libro riassume tale visione e vorrebbe essere una fotografia di questo vasto orizzonte del quale provo a definire i confini il più precisamente possibile. Nello stesso tempo, potrebbe rappresentare un’utile mappa per chiunque desideri intraprendere la strada che porta alla comunicazione della matematica perché prova a rispondere a queste domande chiave: “Chi deve fare comunicazione?”, “Come comunicare?”, “Chi è il pubblico?”. Il capitolo si chiude rivolgendo particolare attenzione a uno dei due mondi, quello della comunicazione della matematica, provando a evidenziarne i maggiori ostacoli e le sfide da affrontare, come quelle del linguaggio e del rigore, e riflettendo su come poter rinforzare il messaggio da trasmettere.

I capitoli successivi sono dedicati ad alcuni aspetti fondamentali che caratterizzano la comunicazione della matematica. Il capitolo 2 è dedicato al *public engagement* e al *science and maths outreach*, due termini molto familiari per chi lavora nell’ambito della comunicazione scientifica. In particolare, affronta nel dettaglio tre eventi di comunicazione “face-to-face” quali il festival scientifico, il *math busking* e il caffè scientifico, portando come

² Latour B. (1987), *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers Through Society*, Harvard University Press.

esempi concreti altrettante attività ideate e realizzate dal sottoscritto in collaborazione con *Unicam Science Outreach* (FermHAmente, VereMath Street, Scienza in Vacanza e USO Caffé).

Il capitolo 4 tratta dell'arte dello *storytelling* come strumento efficace per comunicare e insegnare la matematica. Come esempio pratico, presento il progetto alla base del libro *Il tranello e la soluzione matematica* scritto insieme alla scrittrice civitanovese Barbara Cerquetti, evidenziandone lo spirito innovativo e l'utilità come strumento per la comunicazione della matematica in maniera coinvolgente, interattiva e interdisciplinare.

Nel capitolo 6, invece, affronto il tema di come una buona comunicazione possa essere utile nella didattica della matematica e nel miglioramento del processo di insegnamento/apprendimento. L'ambiente privilegiato nel quale vengono messi in evidenza i benefici di tale contaminazione è il laboratorio matematico: è un ambiente dinamico nel quale l'insegnante può sperimentare nuove modalità di insegnamento e gli studenti possono potenziare le loro competenze relazionali e le loro abilità di ragionamento, il pensiero matematico e le loro capacità analitiche, riducendo lo stato di ansia e passività spesso presente nel tradizionale insegnamento frontale. A completamento del capitolo, presento un'attività laboratoriale interdisciplinare basata sull'approccio *whole body learning* come personalmente sperimentata insieme a Erik Stern e al suo gruppo di ricerca in matematica e danza della Weber State University di Ogden, Utah.

Infine, il capitolo 8 è dedicato all'aspetto forse storicamente più noto della comunicazione della matematica: la divulgazione. In particolare, provo a proporre il passaggio da una tecnica di trasmissione "top-down" a una nuova visione della divulgazione che parta dal punto in cui si trova il pubblico e da un adattamento al contesto nel quale si divulga.

È ovvio che questo libro non ha alcuna pretesa di completezza né di sistematicità: alcune metodologie vengono appena accennate o del tutto ignorate o trattate in maniera superficiale, così come sono quasi completamente assenti interpretazioni critiche non avendo spesso il sottoscritto competenze alte nel campo della comunicazione pura. Vorrebbe semplicemente essere un punto di partenza che possa far nascere riflessioni e possa fornire spunti, suggerimenti e materiali a chiunque sia desideroso di svolgere un lavoro nel campo della comunicazione della matematica. Il volume è per tutti, non serve essere dei matematici per leggerlo o degli esperti in comunicazione. Ciascun capitolo è dedicato a temi specifici e se a volte potranno esserci atti-

mi di smarrimento, sappiate che il mio intento è stato quello di farvi vedere le cose con occhi diversi. In fondo, comunicare la matematica è importante perché “*la matematica non aiuta soltanto a capire meglio il mondo, ma contribuisce a goderselo di più*”³.

Prima di lasciarvi alla lettura del libro, è doveroso ringraziare coloro che mi hanno supportato e sostenuto lungo il percorso e durante la scrittura del libro. Innanzitutto il Centro di Ricerca PRISTEM di Milano, in particolare Angelo Guerraggio per i suoi preziosi consigli e per la fiducia che ogni volta mi dimostra. Grazie, inoltre, a Mauro Comoglio per essere una continua fonte di ispirazione e confronto nel mondo della scuola e della comunicazione della matematica, e a Luca Alberini per l’attenta cura redazionale del libro e della serie di articoli dal titolo “Comunicare la matematica in Europa” apparsi sulla rivista *Lettera Matematica* e inclusi nel presente volume a corredo dei vari capitoli.

Un grazie speciale va, poi, a Stefano Leonesi per l’indispensabile spinta iniziale e a Gian Italo Bischi per tutta la saggezza, la competenza e la passione che continua a trasmettermi giorno dopo giorno. Nei tre anni del dottorato è stato una presenza costante che ha continuamente stimolato la mia curiosità intellettuale e mi ha insegnato a conoscere più a fondo la complessità. Ringrazio anche Kristóf Fenyvesi, Chris Budd ed Erik Stern per avermi ospitato durante i miei periodi di visita all’estero, per l’inestimabile supporto allo sviluppo della struttura teorica e pratica del mio percorso di ricerca e per le attività ideate, progettate e realizzate insieme.

Grazie al gruppo di ricerca *Unicam Science Outreach*, in particolare a Silvia Benvenuti, Carlo Toffalori, Alessandra Renieri e Mario Compiani, senza la cui collaborazione non avrei potuto realizzare molte delle attività raccontate e descritte all’interno del libro.

Grazie alla mia famiglia: a Francesca, a Silvia e a Sebastiano, per avermi sostenuto, sopportato e amato lungo il percorso. Nulla di tutto questo sarebbe stato possibile senza la loro presenza, il loro affetto e la loro comprensione. Grazie, infine, a mio padre e a mia madre che dal cielo hanno accompagnato e accompagnano i miei passi in questa meravigliosa avventura che è la vita, semplice e allo stesso tempo complessa, ma non per questo meno affascinante.

³ Bellos A. (2015), *I numeri ci somigliano*, Einaudi.