UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

Corso di Comunicazione delle Scienze
Laurea triennale in Matematica

Lezioni americane e Matematica

Elisabetta Zarpellon

Anno Accademico 2019-2020

August 6, 2020

1 Relazione di progetto

1.1 Come nasce l'idea

Le Lezioni americane di Italo Calvino sono uno splendido libro che contiene i testi delle sue lezioni preparate nel 1985 per una serie di conferenze da tenere all'Università di Harvard, nell'ambito delle prestigiose "Poetry Lectures" dell'ateneo americano. In queste lezioni sono descritti i valori che Calvino riteneva importanti per la letteratura, valori da insegnare e trasmettere alle giovani generazioni, caratteristiche da mantenere e seguire all'aprirsi del nuovo millennio.

Sono tematiche applicate alla letteratura e in ogni lezione ci sono innumerevoli rimandi ad autori, testi e documenti che spaziano dalla tradizione classica all'epoca contemporanea. Tutto è unito in una trattazione sistematica e coerente, ma soprattutto non univoca. Non si parla solo di letteratura, ci sono richiami di carattere scientifico, storico, tecnologico, filosofico. Sembra quasi che questi valori fondamentali per la letteratura possano in realtà applicarsi ad ogni ambito della conoscenza umana, e siano quindi valori più generali che è importante coltivare e custodire come beni dell'umanità, da affidare alle generazioni future.

Leggendo le Lezioni americane, emerge in modo naturale questa direzione, che ho voluto approfondire. Ciascuna delle tematiche elaborate da Calvino trova dei risvolti interessanti in matematica: nel metodo, nelle caratteristiche della mente matematica, nell'atteggiamento di uno scienziato, in alcuni aneddoti storici, in alcuni temi e concetti.

Per la leggerezza, ho parlato del metodo con cui in matematica si affronta un problema, citando Galileo, per quanto riguarda la forma del discorso scientifico, Maria Gaetana Agnesi e Simone Weil per quanto riguarda lo stile del discorso, che necessita di chiarezza, ordine e leggerezza.

Per la rapidità ho fatto ricorso al suo significato più semplice, raccontando il problema della brachistocrona, come uno dei primi esempi di problemi di ottimizzazione, così attuali e applicativamente importanti.

Presentando l'esattezza, ho messo in luce l'importanza dei piccoli dettagli, mostrando come possano essere significativi. Ho parlato del numero pi greco, una delle costanti più importanti della matematica, il cui valore esatto è impossibile da determinare alla perfezione.

Per la visibilità ho parlato dell'immaginazione, e di come essa funzioni nella mente matematica, e per farlo ho spiegato il metodo di Cartesio, e le sue regole per dare una direzione all'ingegno.

Infine, per la molteplicità ho parlato delle infinite combinazioni possibili con cui vedere la realtà, e dunque del concetto di infinito in matematica, e dei contributi di Cantor.

1.2 Forma di comunicazione

Ho scelto una forma insolita per questo progetto di comunicazione scientifica: un podcast di cinque puntate più una introduttiva, della durata di pochi minuti ciascuna, da ascoltare collegandosi a reti gratuite come *Spotify* o *Spreaker*.

L'idea di creare un podcast mi è venuta in seguito ad una lezione del corso dedicata alla comunicazione scientifica del MUSE, e tenuta tra gli altri dalla responsabile di una web radio organizzata dal museo durante il periodo di lockdown.

Ho scelto questa forma perché l'utilizzo della voce traduce in modo più empatico un contenuto, rispetto ad un testo scritto. Un podcast si può ascoltare quando si vuole: quando si è a casa, durante uno spostamento in autobus, mentre si fa una passeggiata per tenersi compagnia. Non è necessario seguire un testo, quindi la comunicazione risulta più diretta.

Il contenuto di ogni puntata non viene esposto con rigore sistematico, ma viene raccontato, descrivendo con cura alcuni aspetti, e lasciandone altri in sospeso, per stuzzicare la curiosità di chi ascolta ad approfondire autonomamente gli argomenti.

Fare comunicazione scientifica mediante un podcast porta una ulteriore complicazione, che si può tuttavia trasformare in opportunità: con un file audio non si possono fare vedere formule e figure come con un testo scritto. In questo modo però, chi ascolta è stimolato ad immaginare ciò che sente, sforzando e allenando la propria capacità di astrazione.

Questa forma permette un'ampia diffusione per la sua semplicità. Diversi studi recenti hanno esplorato la diffusione di questo strumento di comunicazione in ambito universitario e bibliotecario, evidenziando che l'uso dei podcast si è enormemente diffuso nel tempo, soprattutto tra i giovani.

1.3 A chi è rivolto

Questo progetto è rivolto ai giovani dai 15 anni in su. Non sono necessarie competenze matematiche di base, per la semplicità dei contenuti.

1.4 Lo scopo del progetto

Secondo Calvino, *l'atteggiamento scientifico e quello poetico coincidono: entrambi sono atteggiamenti insieme di ricerca e di progettazione, di scoperta e di invenzione.*

Lo scopo di questo progetto è soprattutto quello di incuriosire chi lo riceve riguardo a queste tematiche della matematica. Chi possiede già una conoscenza della matematica di un certo livello, ascoltando il podcast, coglierà il fascino di questi collegamenti con le Lezioni americane di Calvino e dei risvolti interessanti che hanno. Chi invece è estraneo al mondo della matematica e raggiunge questo progetto per caso, potrà apprezzarne comunque il contenuto, restando stupito dagli aspetti insoliti e curiosi che riguardano la matematica e che vengono raccontati.

Un altro obiettivo è quello di spingere chi ascolta ad approfondire i temi presentati che lo hanno incuriosito. Questo renderebbe la comunicazione veramente efficace.

Infine, un altro scopo apparentemente secondario ma importante è quello di stimolare la capacità di astrazione, di saper immaginare e visualizzare ciò che si ascolta. Questa è una competenza fondamentale per chi si vuole occupare di matematica o scienza in generale, ma non solo.

1.5 Link al podcast

Ho caricato gli episodi del podcast su Spreaker, un sito gratuito con cui creare, condividere ed ascoltare podcast in distribuzione. Si possono raggiungere al seguente link: https://www.spreaker.com/show/lezioni-americane-e-matematica

1.6 Bibliografia e sitografia

- Marco Andreatta, *La forma delle cose*, Bologna, Il Mulino, 2019;
- Italo Calvino, *Lezioni americane. Sei proposte per il nuovo millennio*, Mondadori, 2016;
- Gabriele Lolli, *Discorso sulla matematica. Una rilettura delle Lezioni americane di Italo Calvino*, Bollati Boringhieri, 2011;
- Daniel Tammet, *La poesia dei numeri*, a cura di L. Vozza e D. Cucchi per Chiavi di lettura, Zanichelli, 2014;
- Wikipedia

2 Traccia del podcast

2.1 Introduzione

Nell'universo infinito della conoscenza, si aprono sempre nuove vie da esplorare. Italo Calvino, con le sue splendide lezioni americane, ha voluto indicare dei valori importanti e basilari per la letteratura, presentandoli come caratteristiche da seguire e da tenere presente all'aprirsi del nuovo millennio.

Sono la leggerezza, la rapidità, l'esattezza, la visibilità, la molteplicità, esposte secondo una gerarchia decrescente, a partire dalla caratteristica più importante. Sono appunti utili per orientarsi in ogni ambito della conoscenza, e in particolare sono spunti per dare una direzione alla mente scientifica. Infatti, se consideriamo una applicazione alla matematica di questi concetti, troviamo interessanti risvolti in aneddoti storici, problemi famosi o idee sul metodo.

La linea guida generale è la capacità di astrazione, o l'ingegno e l'immaginazione della mente matematica, qualità tipiche di uno scienziato, che necessitano di essere continuamente allenate per poter apprezzare meglio il fascino della matematica, e che possono aiutare chiunque a cogliere risvolti interessanti nella realtà che ci circonda.

L'unico prerequisito richiesto è quindi l'essere disponibili ad ascoltare, provare ad allenare la propria immaginazione e lasciarsi stupire!

2.2 Prima tappa: la leggerezza

"Dedicherò la prima conferenza all'opposizione leggerezza-peso, e sosterrò le ragioni della leggerezza." Queste sono le parole con cui Calvino introduce la prima delle sue lezioni, quella dedicata appunto alla leggerezza, che egli considera un valore, a differenza del "peso", che rappresenta invece "l'insieme dei particolari devianti, accessori, poco pertinenti, a volte anche interessanti ma trascurabili ai fini di una comunicazione efficace ed essenziale."

La matematica da parte sua "toglie peso" alla realtà perché porta il pensiero ad elevarsi, ad immaginare significati e relazioni che legano i fenomeni al di là della loro manifestazione concreta. Con la matematica, infatti, si riesce a percepire, interpretare e collegare tra loro fatti, eventi e idee, attraverso l'astrazione, una capacità della nostra mente di elaborare le cose in modo più approfondito.

Calvino si riferiva alla letteratura, e in generale al modo di raccontare, esprimersi e comunicare. Secondo lui, la leggerezza "si associa con la precisione e la determinazione, non con la vaghezza e l'abbandono al caso". La leggerezza è un valore aggiunto, rende efficace un discorso. Galileo diceva che "discorrere è correre, non portare pesi". Questo vale anche per il linguaggio della matematica, e per il discorso scientifico in generale: nel suo *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Galileo dice che il "gran libro della natura" è scritto in caratteri matematici.

Lungo la sua storia, si trovano molti esempi di come la matematica abbia acquisito leggerezza nel discorso. Nell'antichità, il linguaggio della matematica è ancora pesante, vincolato dalla necessità di riferirsi ad oggetti concreti per studiare i suoi elementi. I numeri e le operazioni che si possono calcolare sono insiemi di sassolini da contare e ordinare, i segmenti della geometria sono corde fissate dai misuratori di terra egiziani, le coniche e le curve più complicate sono disegni generati da macchine ingegnose degli antichi greci, finché la matematica non trova equazioni per descriverle. Ed ecco che manovrare queste equazioni con carta e penna, permette di manovrare con l'immaginazione tutti questi congegni e anche di più.

Inoltre, la leggerezza rimane un valore importante anche nell'atteggiamento da assumere nell'affrontare un problema scientifico. Un problema va affrontato con leggerezza, che non è superficialità, con uno spirito leggero e libero. Un problema va osservato dall'alto, va scomposto e affrontato a piccoli ragionevoli passi.

Questo ce lo insegna per esempio Maria Gaetana Agnesi, matematica italiana del diciannovesimo secolo, che scrisse le *Istituzioni analitiche ad uso della gioventù italiana*, un'opera con cui si diffuse la geometria analitica in Italia, caratterizzata da ordine, chiarezza ed efficacia nell'esposizione. Bene, in quest'opera, lei ci dice che per affrontare la matematica è necessario essere capaci di attenzione. Per capire meglio il significato di questa facoltà, possiamo fare un collegamento con Simone Weil, una figura molto suggestiva del Novecento. Simone Weil nasce in una colta famiglia francese, studia a Parigi, insegna filosofia per molti anni... è una intellettuale. Il fratello Andree è un illustre matematico, si occupa di questioni salienti nell'ambito della teoria dei numeri e costruisce l'aritmetica geometrica. È un genio e ha un grande carisma. La sorella lo ammira e dimostra un rispetto profondo per la matematica e le scienze, per cui coltiva un interesse sincero. In un suo saggio, una *Riflessione sul buon uso degli studi scolastici*, Simone Weil ci parla del meccanismo mentale da assumere di fronte ad un problema: analizzare i dati ed applicare le nozioni è meccanico, e tante volte non è sufficiente per arrivare alla soluzione. In un certo senso, la soluzione non va cercata, ma attesa: non bisogna applicare a caso tutti i metodi possibili, ma bisogna studiare un criterio in modo attento, guardando il problema dall'alto, con un'ottica generale. Così la soluzione arriva quasi da sola.

È famoso a proposito un episodio che riguarda Poincarè. Stava lavorando ossessivamente e continuamente su un problema, senza riuscire a venirne a capo. Un giorno decide di uscire con la moglie per fare una gita. Appena si mette in movimento, gli viene l'idea per risolvere quel passaggio che lo bloccava.

Uno spirito leggero e la giusta distanza e attenzione sono strumenti fondamentali in matematica. E in generale, come diceva Calvino, è bene prendere "la vita con leggerezza, che leggerezza non è superficialità, ma planare sulle cose dall'alto, senza avere macigni sul cuore".

2.3 Seconda tappa: la rapidità

"Il racconto è un'operazione sulla durata, un incantesimo che agisce sullo scorrere del tempo, contraendolo o dilatandolo" dice Calvino all'inizio della sua lezione sulla rapidità. Il modo con cui si racconta una storia è esso stesso ricco di significato, e questa è una caratteristica peculiare anche del linguaggio scientifico. Tante volte è tecnico, denso di concetti, comunque sempre diretto. Certi giri di parole appesantiscono e rendono più lenta la comunicazione.

In matematica, la rapidità è essa stessa oggetto di studio, soprattutto se si parla di spazio e tempo. Siamo nell'ambito della fisica, o meglio, della matematica a supporto dell'interpretazione della natura e dei fenomeni fisici. Ci troviamo di fronte ad un problema antico, apparentemente semplice, ma che porta con sé sfaccettature interessanti. Consideriamo due punti nello spazio, e chiamiamoli A e B. Ci chiediamo quale sia la strada più breve per andare da A a B. Intuitivamente pensiamo subito alla linea retta che congiunge i due punti, sembra che sia proprio quella che minimizzi la distanza tra i due punti.

Sicuramente abbiamo ragione se ci troviamo nell'ambito della geometria euclidea, cioè se i nostri due punti A e B si trovano in uno spazio euclideo, che possiamo quindi descrivere con una struttura geometrica basata sui postulati di Euclide. Ma potremmo dare la stessa risposta anche nel caso in cui la grandezza da minimizzare non è la distanza tra i due punti ma è qualcos'altro?

Pensiamo ancora a due punti A e B nello spazio, ma questa volta diamo dei riferimenti, cioè fissiamo un sistema di tre assi cartesiani: uno che misuri la lunghezza, un altro l'altezza e l'altro la profondità. I punti A e B stavolta non sono presi a caso, ma sono situati ad altezze e profondità diverse. Ci chiediamo quindi che forma deve avere la linea che li congiunge affinché percorrendola arriviamo da un punto all'altro nel minor tempo possibile? Questo quesito ha una storia, ed è quella del problema della brachistocrona, posto da Johan Bernoulli, un matematico svizzero vissuto tra il XVII e il XVIII secolo. Nella sua forma originale, questo problema chiede di "determinare la linea curva che connette due punti posti a diverse distanze dall'orizzonte e non sulla stessa retta verticale, sulla quale un mobile, iniziando a muoversi dal punto più alto, per la forza di gravità, discenda al punto più basso il più presto possibile."

Immaginiamo quindi uno scivolo, come quelli su cui giocavamo da bambini, e ci chiediamo che forma debba avere questo scivolo per arrivare a terra nel minor tempo possibile. Ora, se proviamo come prima a pensare alla linea retta che congiunge i due punti, questa non sembra soddisfare la richiesta, si potrebbe ottenere un risultato migliore e quindi un tempo più breve imponendo una pendenza più elevata in partenza. La soluzione al nostro problema è stata costruita con i contributi di matematici come Leibniz, Newton e De l'Hospital, e la linea cercata è data dal ramo di una cicloide, una particolare curva che si ottiene in questo modo: immaginiamo una circonferenza che rotola su di un piano, senza strisciare, e consideriamo un punto fisso di questa circonferenza. Questo punto disegna una traiettoria curva e periodica, seguendo l'andamento della circonferenza che rotola a cui appartiene. Questa curva che viene descritta è proprio la cicloide. Viene chiamata brachistocrona, che significa la curva che rende minimo il tempo di percorrenza.

Da qui è nata l'idea di cercare di caratterizzare una traiettoria con cui massimizzare o minimizzare certe grandezze, che possiamo descrivere con funzioni matematiche, come ad esempio il tempo di percorrenza del percorso tra A e B. Si origina quindi il calcolo delle variazioni, una branca della matematica importante ed affascinante, che ancora oggi pone questioni interessanti, e che si occupa di capire come ottenere risultati ottimali e come ottenerli nel modo più rapido. Sono problemi che rivestono un ruolo fondamentale nelle applicazioni matematiche, con radici profonde e ripercussioni notevoli.

2.4 Terza tappa: l'esattezza

Che cos'è l'esattezza? In una delle sue lezioni americane, Calvino la definisce così: "l'esattezza è un disegno dell'opera ben definito e ben calcolato; l'evocazione di immagini visuali nitide, incisive, memorabili; un linguaggio il più preciso possibile come lessico e come resa delle sfumature del pensiero e dell'immaginazione." È un concetto che rasenta la perfezione, eppure se proviamo a pensare alle cose che ci sembrano più precise ed esatte, i numeri o le forme geometriche, ritroviamo anche una grande vaghezza nelle descrizioni che non sembrano mai adeguatamente formali. Si incappa nell'infinitamente grande o nell'infinitamente piccolo, e ciò che ci sembrava preciso ed ordinato diventa invece vago e disordinato...

C'è nella comunicazione una necessità di precisione e di esattezza, per poter capire ed intendere bene i concetti. I dettagli e il rigore sono fondamentali, soprattutto se si parla di argomenti scientifici. Ogni cosa deve essere definita in maniera esatta, come ogni numero corrisponde ad un valore preciso, né più, né meno. Per esempio, consideriamo una circonferenza, di cui conosciamo la misura del raggio e del perimetro. Si ha che il rapporto tra la misura della circonferenza e la misura del suo diametro, il doppio del raggio, è costante, e pari ad un numero preciso, pi greco. Ora, preciso sì, ma non è facile capire esattamente quanto vale. Sapete quanto è pi greco? Vale 3.14? no, questa è solo una approssimazione alla seconda cifra decimale. Vale 3.1415? nemmeno. E allora quanto vale? Vale 3.141592653.. e altre infinite cifre decimali. Infatti, si tratta di un numero irrazionale e trascendente, cioè non può essere scritto come rapporto tra due numeri interi, e non è algebrico, il che significa che pi greco è un numero con infinite cifre decimali e impossibile da ricavare come soluzione di un'equazione polinomiale.

Se volessimo rappresentarlo sulla retta dei numeri, lo posizioneremmo fra 3 e 4, un po' più vicino a 3, ma sarebbe impossibile determinare la sua posizione precisa. Sembra un numero che porta solo guai, e difficile da immaginare. Eppure, è una costante della matematica dal valore inestimabile, con cui si descrivono moltissimi risultati in ogni ambito. Infatti, pi greco non è solo il rapporto tra la circonferenza e il suo diametro, ma è anche una costante che compare nel periodo di oscillazione di un pendolo, compare nei risultati di integrali e serie difficili ed articolati, nelle formule della geometria analitica, nel calcolo delle probabilità, e in molti altri campi. Tutto questo è dovuto ad un valore esatto e preciso, che è questo numero.

A causa della sua natura trascendente, non esistono espressioni finite che rappresentano pi greco. Di conseguenza, i calcoli numerici devono usare delle sue approssimazioni. Uno scriba egizio di nome Ahmes scrisse il più antico testo contenente un'approssimazione di pi greco, il papiro di Rhind, il più esteso papiro egizio di argomento matematico giunto fino a noi. È datato al XVII secolo a.C. e descrive il valore di pi greco come 256/81, oppure 3.160.

Comunque i popoli antichi usavano anche dei metodi indiretti per esprimere in modo approssimativo il rapporto tra la circonferenza e il diametro, cioè il numero pi greco. Ad esempio i babilonesi usavano il valore di 25/8: una tavoletta cuneiforme del XX secolo a.C. osserva che il rapporto tra una circonferenza e il perimetro di un esagono inscritto è 3600/3456, cioè 25/24.

Il primo ad approssimare scientificamente pi greco fu Archimede, che nel III secolo a.C. utilizzò uno schema di poligoni regolari inscritti e circoscritti ad una circonferenza. Aumentando il numero di lati, il rapporto tra il perimetro e l'area limita superiormente e inferiormente il valore esatto di pi greco. Questo suo metodo, detto metodo di esaustione verrà applicato fino all'età moderna, e, grazie a calcoli sempre più accurati, e a calcolatori e computer sempre più potenti si è affinato il valore esatto di pi greco, arrivando a determinare sempre più cifre decimali. Ad oggi conosciamo circa 50 000 miliardi di cifre, e siamo sempre più vicini a questo numero così perfetto e significativo, consapevoli però che mai si potrà raggiungere con esattezza il suo valore reale.

2.5 Quarta tappa: la visibilità

Nella sua lezione sulla visibilità, Calvino si concentra sulla distinzione tra immaginazione e realtà, e riflette su come avvenga e si sviluppi l'immaginazione nella nostra mente. È un problema interessante, e il nostro scrittore sintetizza così le sue riflessioni. Dice: "la mente del poeta, e in qualche modo decisivo la mente dello scienziato, funzionano secondo un procedimento d'associazione d'immagini che è il sistema più veloce di collegare e scegliere tra le infinite forme del possibile e dell'impossibile. La fantasia è una specie di macchina elettronica che tiene conto di tutte le combinazioni possibili e sceglie quelle che rispondono a un fine, o che semplicemente sono le più interessanti, piacevoli, divertenti."

Per poter rendere fruttuosa la sua attività, uno scienziato deve saper mettere a fuoco visioni ad occhi chiusi, pensare per immagini e coltivare la parte visuale dell'immaginazione. Certo, non è sempre facile: sappiamo tutti immaginare al volo e ad occhi chiusi una macchina che procede sempre più spedita nella sua strada, ma non è immediato pensare automaticamente all'andamento della funzione associata alla sua velocità. Oppure è facile pensare ad un quadrato o ad un cerchio, ma pensare ad una superficie di rotazione ottenuta dalla rotazione completa di una certa curva attorno ad un asse ci richiede un po' di sforzo in più. Alcuni concetti sono più evidenti di altri, dunque nel senso dell'immaginazione, sono più visibili.

Ma come si fa? Come ragiona la mente umana, in particolare nel campo della matematica? Questa domanda curiosa ha una lunga storia, e ha ricevuto nel tempo varie risposte che hanno avuto ripercussioni in vari ambiti. Un illustre pensatore che ha dato un contributo a questa questione è stato il matematico francese Renè Descartes, che conosciamo meglio come Cartesio. Nella prefazione di un suo importante trattato, Cartesio fa un *discorso sul metodo*, in cui dice: "per quanto riguarda la geometria degli antichi e l'algebra dei moderni, oltre al fatto che si riferiscono solo ad oggetti molto astratti e che non sembrano avere nessuna utilità, la prima è sempre così strettamente unita alla considerazione delle figure, che non può esercitare l'intelletto senza una gran fatica per l'immaginazione; e nell'altra ci si è resi schiavi di certe regole e formule tanto da farla diventare un'arte confusa e oscura che impaccia l'ingegno invece che una scienza che l'accresce."

Di fronte a queste difficoltà, Cartesio si propone di inventare un metodo nuovo, un insieme di regole da seguire per dare in qualche modo una direzione all'ingegno e all'immaginazione, nella creazione di una teoria matematica. Nella prima delle regole del suo metodo ci suggerisce di "evitare accuratamente la precipitazione e la prevenzione", cioè di accettare e comprendere come fatti assoluti solo affermazioni evidenti e chiare. Poi ci suggerisce di "dividere ognuna delle difficoltà sotto esame nel maggior numero di parti possibile, e per quanto fosse necessario per un'adeguata soluzione", cioè di affrontare ogni problema a piccoli passi, in modo da semplificarlo. Poi propone di procedere gradualmente, conducendo i pensieri in modo ordinato "cominciando dalle cose più semplici e più facili a conoscersi, per salire a poco a poco, come per gradi, sino alla conoscenza delle più complesse." Tutto deve essere ordinato e sotto controllo in lunghe catene di ragionamenti sensati. Per tenere tutto a mente, ed abbracciare con l'immaginazione più cose in una volta, nei nostri ragionamenti è bene esprimerle con cifre. In questo modo Cartesio riesce a prendere tutto il meglio dell'analisi geometrica e dell'algebra, correggendo con l'aiuto dell'una tutti i difetti dell'altra. Si tratta della nascita della geometria analitica, che associa il concetto algebrico di equazione al concetto geometrico di curva.

Il metodo di Cartesio ci dà uno spunto su come debba funzionare l'immaginazione nel ragionamento matematico. La fantasia è una risorsa incantevole, che va a braccetto con il rigore della matematica. L'avreste mai immaginato?

2.6 Quinta tappa: la molteplicità

Ogni cosa, secondo Calvino, è un groviglio di reti e relazioni, di nessi e di legami. Nell'osservare la realtà, la molteplicità è un principio vitale, un ideale da preservare, una opportunità di analizzare sotto diversi punti di vista ciò che si sta osservando. La realtà è una rete di infinite combinazioni possibili, e ogni parte di questa rete influenza ed è influenzata dal resto. La molteplicità ha a che fare con le infinite possibilità con cui descrivere le cose. In matematica l'infinito è un concetto che ha sempre affascinato gli studiosi in ogni epoca, portando con sé sempre un velo di mistero.

Verso la fine del 1800, il matematico tedesco Georg Cantor, studiando la sua moderna teoria degli insiemi, scoprì l'esistenza di un numero infinito di infiniti. Subito, la maggioranza degli altri studiosi di logica aveva ignorato questo suo pensiero, e quasi nessuno aveva preso sul serio queste brillanti intuizioni. Prima di Cantor, infatti, era impossibile parlare matematicamente di vari tipi di infinito: tutte le collezioni prive di un oggetto finale, cioè tutti gli insiemi con cardinalità infinita, erano considerate delle stesse dimensioni. Dunque, si riteneva che l'insieme dei numeri pari o dispari o l'insieme dei numeri primi, ad esempio, avessero lo stesso numero di elementi. Cantor provò che questa concezione era falsa, dimostrando che esistono insiemi non numerabili di numeri, cioè sequenze numeriche impossibili da esaurire anche proseguendo l'elencazione all'infinito. Per di più, ogni insieme non numerabile di numeri ne genera un altro che in un certo senso è ancora più grande del primo, e non c'è limite alla generazione di tali insiemi.

Pensare all'infinito inevitabilmente porta delle contraddizioni. Secoli prima di Cantor si iniziava a pensare che non ci potesse essere "un numero di numeri infiniti, perché conterrebbe se stesso, il che è impossibile". Intorno al XIV secolo, nasceva la prima definizione di numero infinito come ciò che ha parti grandi quanto il tutto: una sequenza infinita può essere parte di un'altra sequenza infinita ed è uguale all'infinito di cui è parte. Per esempio ogni numero pari, nella sequenza infinita dei numeri interi, produce a sua volta una sequenza tanto lunga, infinitamente lunga, quanto tutti i numeri interi, cioè quanto la sequenza da cui ha avuto origine.

Riguardo a queste osservazioni, che fanno capo a Gregorio da Rimini, filosofo vissuto oltre cinque secoli prima di Cantor, John Murdoch, uno storico della matematica dell'università di Harvard, ha elaborato alcune considerazioni. Secondo lui, "fra gli aspetti dell'infinito, la sua "uguaglianza" con una o più delle sue parti è uno dei più sconcertanti e, come si è capito ora, uno dei più cruciali; di conseguenza, non avendo fatto proprie né perfezionato le asserzioni di Gregorio, gli altri pensatori medievali si fermarono sulla soglia della comprensione della matematica dell'infinito, prima di allora del tutto incomprensibile, e che avrebbero potuto facilmente raggiungere." Sembra quindi che, rivolgendo uno sguardo più critico a questi sviluppi, anche la matematica dell'infinito, nella elaborazione moderna di Cantor, sarebbe sembrata meno assurda.

Ad ogni modo qualcuno potrebbe obiettare che la considerazione delle infinite possibilità e la complessità con cui si possono presentare ci possa allontanare dall'oggetto di studio, ma al contrario Calvino direbbe: "chi siamo noi, chi è ciascuno di noi se non una combinatoria di esperienze, informazioni, letture, immaginazioni? Ogni vita è un'enciclopedia, una biblioteca, un inventario di oggetti, un campionario di stili, dove tutto può essere continuamente rimescolato e riordinato in tutti i modi possibili."