

Introduzione

Perché tante equazioni?

Le equazioni sono il fluido vitale, il sangue, della matematica, della scienza e della tecnologia. Se non esistessero le equazioni il nostro mondo non esisterebbe nella sua forma attuale. Le equazioni hanno però una sgradevole reputazione: fanno paura. Gli editori di Stephen Hawking gli avevano detto che ogni equazione inserita nel testo del suo libro *Dal big bang ai buchi neri. Breve storia del tempo* (1988) avrebbe dimezzato il numero delle copie vendute, ma non tennero poi rigidamente conto del loro consiglio e gli permisero di inserire la famosa $E = mc^2$, anche se, tagliandola, si sarebbe venduta una decina di milioni di copie in più. Sto dalla parte di Hawking. Le equazioni sono troppo importanti per nasconderle. Tuttavia anche gli editori di Hawking avevano ragione: le equazioni sono troppo «serie», hanno un'apparenza «accademica», «formale», sembrano complicate e anche quelli tra noi che amano la matematica possono provare una certa repulsione se sono bombardati da troppe equazioni.

In questo mio libro, posso contare su una scusa. Esso tratta *proprio* di equazioni, *quindi* non posso evitare di inserirle, come non potrei evitare di usare la parola «montagna» se scrivessi un libro sull'alpinismo. Mi propongo di convincervi del ruolo essenziale che hanno avuto le equazioni nel formarsi del mondo in cui oggi viviamo, dal disegno delle prime mappe al sistema satellitare globale di navigazione, dalla nascita della musica all'invenzione della televisione, dalla scoperta dell'America all'esplorazione delle lune di Giove. Fortunatamente, non vi serve essere un progettista di razzi spaziali per apprezzare la poesia e la bellezza di un'importante e utile equazione.

Ci sono due tipi di equazioni in matematica che, a prima vista, possono sembrare assai simili. Un tipo indica le relazioni tra varie quantità matematiche: il compito che ci si propone, con queste, è dimostrare che la relazione è vera. L'altro tipo fornisce informazioni su una quantità sconosciuta (*incognita*, come correntemente si dice: l'aggettivo assume valore di sostantivo); il compito del matematico è in

questo caso risolvere l'equazione, trasformando in una quantità nota quella che era incognita. La distinzione non è sempre netta, perché talvolta la stessa equazione può essere usata in entrambi i modi, ma comunque si tratta di un'utile indicazione. Nel libro troverete esempi dei due tipi di equazioni.

Le equazioni presenti nei testi di matematica «pura» sono in generale del primo tipo: esse rivelano l'esistenza di importanti e affascinanti schemi ricorrenti e regolari. Esse sono valide perché, ammesse le nostre ipotesi fondamentali sulla struttura logica della matematica, non possono esistere alternative a quanto le equazioni affermano. Il teorema di Pitagora, la cui equazione è espressa nel linguaggio della geometria, costituisce un esempio. Se si accettano le ipotesi di Euclide per la geometria, il teorema di Pitagora è esatto: «dice» la verità.

Le equazioni usate in matematica e nella fisica matematica sono solitamente del secondo tipo. Esse illustrano, con simboli letterali o numerici, informazioni sul mondo reale e quasi sempre esprimono proprietà dell'universo che, in linea di principio, potrebbero essere state molto diverse. La legge di gravitazione universale di Newton fornisce un buon esempio. Ci indica come la forza di attrazione tra due corpi materiali dipenda dalle loro masse e da quanto è grande la distanza che le separa. Risolvendo le equazioni che risultano da questa legge possiamo dedurre come ruotano i pianeti, seguendo le proprie orbite, intorno al Sole, oppure come si possa progettare l'orbita di una sonda spaziale. Ma la legge di Newton *non* è un teorema matematico. È vera per ragioni dipendenti dalla fisica, cioè perché corrisponde alle osservazioni. La legge di gravità avrebbe potuto essere diversa. Ed effettivamente *oggi lo è*: la teoria della relatività generale di Einstein integra e «migliora» quella di Newton, specificando più esattamente alcuni dati osservativi, senza tuttavia rendere incoerenti quelli per cui già sappiamo che la legge newtoniana «funziona».

La direzione seguita dalla storia dell'uomo, nel suo svolgimento, è stata cambiata, più e più volte, da un'equazione. Le equazioni sono dotate di poteri nascosti; esse possono svelare i più intimi segreti della natura. Non è però questo il procedimento tradizionale seguito dagli storici nel presentare organicamente l'ascesa e il declino delle civiltà. Re e regine, guerre e disastri naturali abbondano nei testi di storia, mentre le equazioni compaiono raramente. E la cosa non mi sembra giusta. Nell'era vittoriana, Michael Faraday, durante una riunione della Royal Society di Londra, stava dimostrando ai presenti la connessione tra i fenomeni magnetici e quelli elettrici. A quanto si dice, il primo ministro William Gladstone chiese se questo fatto avrebbe

avuto una qualche conseguenza pratica. E la risposta di Faraday (in base a testimonianze la cui attendibilità è davvero molto scarsa; ma perché sciupare un aneddoto simpatico?) sarebbe stata: «Sì, signore, un giorno ci potrete mettere una tassa». Se Faraday ha detto sul serio questa frase, aveva ragione. James Clerk Maxwell riuscì a trasformare le prime osservazioni sperimentali e le leggi empiriche da esse dedotte su magnetismo ed elettricità in un insieme di quattro equazioni che descrivono quantitativamente l'elettromagnetismo. Tra le molte conseguenze di quelle equazioni si contano la radio, il radar e la televisione.

Un'equazione trae la sua forza da un punto di partenza assai semplice. Essa ci dice che due calcoli, che appaiono formalmente differenti, hanno la stessa risposta. Il simbolo chiave che indica questa coincidenza è il segno di uguale: =. Le origini della maggior parte dei simboli usati in matematica si perdono nelle nebbie dell'Antichità, o, al contrario, sono così recenti che non si possono avere dubbi sulla loro provenienza. Il segno di uguale è inconsueto perché risale a circa 450 anni fa, e perché non ci limitiamo a conoscere il nome di chi l'ha inventato, ma sappiamo anche perché l'ha fatto. L'inventore è Robert Recorde, che l'ha proposto nel 1557, nel suo *The Whetstone of Witte*. Recorde ha utilizzato due segmenti paralleli per evitare la noiosa ripetizione della frase «è uguale a»; e ha scelto quel simbolo «perché non ci possono essere due cose più uguali tra loro». La scelta di Recorde è stata valida. Il suo simbolo è in uso ormai da quattro secoli e mezzo.

Il potere delle equazioni appare evidente se consideriamo le difficoltà che si incontrano nello stabilire, usando i soli strumenti della filosofia, la corrispondenza tra la matematica (un'invenzione creativa della mente dell'uomo) e una realtà fisica esterna. Le equazioni superano tali difficoltà: esse sono in grado di elaborare fondamentali schemi interpretativi per capire il mondo che è fuori di noi. Imparando ad apprezzare il valore delle equazioni e a leggere le storie che esse ci possono raccontare, possiamo scoprire la vitale importanza di alcune caratteristiche presenti in tutto ciò che ci circonda. Teoricamente potrebbero esistere anche altri modi per ottenere lo stesso risultato. Molte persone preferiscono servirsi delle parole invece che dei simboli; anche il linguaggio ci offre infatti il potere di far nostro e dominare (con descrizioni e interpretazioni) quanto esiste intorno a noi. Ma il verdetto espresso dalla scienza e dalla tecnologia su questo strumento è negativo: le parole sono troppo imprecise e troppo limitate per fornirci un percorso valido e sicuro fino alle più intime

caratteristiche della realtà. E sono troppo imbevute dei preconcetti tipici del punto di vista umano. Le parole da sole non possono darci visioni davvero approfondite del mondo reale.

Le equazioni possono farlo. Esse sono state uno dei primi motori della civiltà umana per migliaia di anni. Durante tutto il corso della storia, le equazioni hanno continuato a controllare e orientare il cammino della società umana. Nascoste dietro la scena, senza dubbio, hanno sempre esercitato la loro influenza, non importa se fosse avvertibile oppure non lo fosse. Questa è la storia dell'ascesa dell'umanità, raccontata attraverso la storia di 17 equazioni.