

Prefazione

Nel vasto campo della matematica, la teoria e le applicazioni pratiche si sono storicamente sviluppate in parallelo, dal momento in cui i primi uomini hanno inciso tacche su pezzi di ossa per registrare il succedersi delle fasi della Luna fino alle recenti indagini sul bosone di Higgs condotte con il Large Hadron Collider¹. I calcoli di Isaac Newton ci hanno fornito precise informazioni sugli spazi dell'universo e le forze che vi interagiscono, e durante gli ultimi tre secoli i suoi successori hanno scoperto e imparato a trattare tutti i fenomeni della fisica, utilizzando gli strumenti della matematica: il calore (nella disciplina detta termodinamica), la luce (nell'ottica), il suono (nell'acustica), la meccanica dei fluidi e, piú tardi, la relatività e la meccanica quantistica. Il pensiero matematico è diventato il paradigma (cioè l'insieme degli strumenti d'indagine e di argomentazione descrittiva) essenziale delle scienze fisiche.

Fino a tempi relativamente recenti, per le scienze della vita la situazione era diversa. In questo settore la matematica era, nel migliore dei casi, una sorta di servo tuttofare: aveva, come si dice, un ruolo ancillare. Veniva utilizzata per eseguire calcoli di tipo tradizionale e per valutare l'attendibilità degli schemi statistici rilevabili nei dati sperimentali ottenuti. La matematica non forniva contributi importanti per formulare nuove ipotesi teoriche o semplicemente per concorrere alla comprensione dei fenomeni. Non era fonte d'ispirazione per grandi teorie o grandi esperimenti. In effetti, per un lungo periodo della storia della scienza la matematica avrebbe potuto semplicemente non esistere.

Oggi la situazione sta cambiando. Recenti scoperte nel campo della biologia hanno dato il via alla formulazione di una quan-

¹ LHC (Grande Collisore di Adroni), enorme acceleratore di particelle del CERN di Ginevra [N.d.T.].

tità di importanti problemi, ed è improbabile che molti di questi possano essere risolti senza massicci contributi forniti dalla matematica. La varietà delle ipotesi matematiche oggi utilizzate nelle scienze della vita è enorme e le richieste che vengono dai vari settori della biologia stimolano lo sviluppo di procedure di calcolo e analisi del tutto nuove, specificamente adatte a descrivere i processi degli esseri viventi. I matematici e i biologi del nostro tempo lavorano insieme su alcuni temi, estremamente complessi, che la specie umana non aveva mai affrontato in precedenza: tra questi la natura e l'origine del fenomeno vita.

La biologia è destinata a diventare il grande territorio di frontiera per la matematica del XXI secolo.

La matematica della vita illustrerà la grande varietà di connessioni che già esistono, in questi primi decenni, tra biologia e matematica, a partire dallo Human Genome Project (HGP), proseguendo con gli studi e le ricerche sulla struttura dei virus e sull'organizzazione della cellula vivente, fino alle indagini sulla morfologia e il comportamento di interi organismi e delle loro interazioni nell'ecosistema globale. Ma potrà anche dimostrare come gli strumenti matematici siano in grado di far luce su difficili concetti tipici dell'evoluzione, fenomeno basato su fondamentali processi che si svolgono in periodi di tempo troppo lunghi per poter essere osservati direttamente, o che si sono verificati centinaia di milioni di anni fa e hanno lasciato soltanto tracce a dir poco enigmatiche.

Inizialmente, argomento della biologia è stato lo studio delle piante e degli animali. Più tardi questa disciplina si è occupata delle cellule, minuscole strutture che costituiscono i viventi. Oggi è principalmente incentrata su ricerche, il cui campo d'indagine ha dimensioni ancora minori, relative alle complesse molecole presenti nelle cellule. Per illustrare i grandi cambiamenti nel corso del pensiero scientifico relativo all'enigma della vita, il libro tratterà, nei primi capitoli, del livello rappresentato dalla vita quotidiana di noi esseri umani, ripercorrendo il cammino storico che ha portato studiosi e ricercatori a concentrarsi, con sempre maggiore attenzione, sulla struttura microscopica degli esseri viventi, un cammino che ha avuto il momento più alto con la scoperta del DNA (acido desossiribonucleico), la «molecola della vita».

La maggior parte degli argomenti trattati nel primo terzo del libro ha quindi a che fare con la biologia (che è, stando all'e-

timologia, la «scienza della vita»). Va notato però che la matematica compare già, una prima volta, in problemi emersi da studi sulla geometria delle piante condotti nell'era vittoriana. Una dimostrazione di come nuove ipotesi e proposte teoriche matematiche siano state motivate dalla biologia.

Una volta che è stata identificata come elemento fondamentale per la comprensione dei processi biologici, la matematica ha raggiunto il centro della scena e vi rimane, dimostrando come gli organismi si costruiscano per gradi, a partire dal livello degli atomi fino a quello che tutti avvertiamo come più utile e rassicurante, il livello in cui noi viviamo. Il mondo dell'erba, degli alberi, delle pecore, dei bovini, dei gatti, dei cani... e della gente.

Ed è la stessa matematica che opera ovunque anche in campi che appaiono sempre più vasti e lontani dalla nostra quotidianità: calcolo delle probabilità, dinamica, teoria del caos, studi su simmetria, meccanica, elasticità, reti informatiche, topologia, e perfino teoria dei nodi. La maggior parte delle applicazioni di cui ci occuperemo in questo libro rientra nel massiccio settore della biologia matematica: le indagini e le teorie sulla struttura e il funzionamento delle complesse molecole che coordinano gli altrettanto complessi processi del fenomeno vita; le forme dei virus; i giochi dell'evoluzione, che hanno dato origine all'enorme diversificazione dei viventi presenti su questo pianeta e sono tuttora in atto; le procedure seguite dal sistema nervoso e dal cervello; la dinamica degli ecosistemi. Ho anche inserito capitoli sulla natura della vita e sulla possibile esistenza di forme di vita aliene.

L'interazione fra matematica e biologia è certamente una delle aree più calde della scienza. In questo campo si è già andati molto avanti in un tempo estremamente breve. Soltanto il futuro ci dirà fino a che punto si potrà arrivare. Ma posso garantire che si tratterà di una cavalcata entusiasmante.

IAN STEWART

Coventry, settembre 2010.