

# Quantificare l'incertezza è comprendere la complessità

*Scienza. Le informazioni vengono elaborate da modelli matematici guidati dai dati e applicabili con super computer e calcolo ad alte prestazioni*

Gianluca Dotti



Coordinamento. Lo stormo di uccelli è un perfetto esempio di come funzionano le organizzazioni complesse AFP

È forse istintivo: spesso ci ancoriamo al singolo dato, al suo mero valore numerico, attribuendo un significato grandissimo a un'informazione così puntuale e (apparentemente) precisa. Quello che la comunità scientifica ci dice con sempre più forza è invece tutt'altro: più del valore specifico, sono importanti la variabilità e la riproducibilità che caratterizzano il numero in sé. Nella computazione e nella statistica, così come nella quotidianità, la rassicurante bellezza di un esito numerico lascia spazio a una realtà più complessa, composta da molti possibili scenari che hanno probabilità differenti di concretizzarsi. L'incertezza è dunque parte integrante del dato, la chiave per interpretare il presente e prevedere il futuro, laddove l'analisi deterministica si rivela insufficiente, e cioè soprattutto nelle applicazioni più complesse e di frontiera.

Osservazione, misura e valutazione delle informazioni producono risultati che ottengono valore sulla base della comprensione dell'incertezza, attraverso modelli matematici guidati dai dati e applicabili grazie a supercomputer e calcolo ad alte prestazioni. L'esempio più emblematico sono le previsioni meteo: con tanti giorni di anticipo è possibile avere un ventaglio di scenari meteorologici, poi al ridursi della distanza temporale le opzioni possibili tendono a diminuire. «La quantificazione

dell'incertezza permette di avvicinare i dati ai modelli, aiutando a comprendere fenomeni sempre più complessi, per giungere a delineare scenari fino a qualche anno fa impensabili», spiega Gianluigi Rozza, professore di analisi numerica alla Sissa di Trieste e uno dei presidenti della Conferenza sulla quantificazione dell'incertezza della Società per la Matematica Industriale e Applicata (Siam), ospitata per la sua sesta edizione dalla città di Trieste con la partecipazione di oltre mille scienziati da tutto il mondo. Un segno, in questo caso per nulla incerto, dell'interesse crescente per il filone di ricerca e le sue ricadute concrete. «Padroneggiare queste dinamiche migliora l'affidabilità dei risultati e consente di stabilire con maggiore precisione la probabilità che un fenomeno accada, soppesando adeguatamente tutti i fattori in gioco e fornendo spiegazioni esaustive», specifica. Così la quantificazione dell'incertezza diventa decisiva come strumento di proiezione nel futuro, ben oltre i confini del laboratorio. Dalle correnti in atmosfera e nei mari fino alla gestione dei processi dell'industria 4.0, passando per i progressi in ambito medico (basta pensare allo sviluppo di farmaci tramite simulazioni numeriche, o alla personalizzazione dei trattamenti), i dati e la loro variabilità guidano anche il lavoro dei sistemi di intelligenza artificiale. Si parla persino della possibilità di elaborare stime previsionali sui terremoti, anche se di fronte a rischi di questo genere l'analisi non richiede solo una quantificazione solida ma anche modelli virtuosi di comunicazione pubblica, sempre in bilico tra la deriva del panico e quella della sottovalutazione del pericolo.

Dal punto di vista tecnico, lavorare con l'incertezza significa che al posto delle classifiche curve matematiche – costituite da linee prive di spessore – si hanno delle bande più o meno larghe, molto strette nelle aree dove c'è poca variabilità e più ampie altrove. Ma non si tratta banalmente di un range compreso tra un minimo e un massimo, bensì di attribuire i giusti pesi alle distribuzioni di probabilità. «Negli ultimi anni la potenza computazionale è cresciuta e i costi si sono abbassati, quindi è possibile sfruttare tecniche di simulazione che anche solo qualche decennio fa sarebbero state visionarie», spiega Daniela Calvetti della Case Western Reserve University in Ohio, negli Stati Uniti, e co-organizzatrice della convention triestina. «Ora questa branca scientifica è in fase di grande sviluppo: in tutti i settori si sta prendendo consapevolezza che un risultato quantitativo può essere di valore solo se tiene adeguatamente in conto tutti i possibili scenari».

Se da un lato la matematica e la potenza computazionale sono essenziali per giungere a traguardi rilevanti, dall'altro riuscire a descrivere il mondo in maniera probabilistica implica uno sforzo interdisciplinare. «Proprio per le caratteristiche specifiche del lavoro necessario, chi si occupa di quantificazione dell'incertezza proviene da percorsi professionali e formativi differenti», chiarisce Rozza. «Un approccio il più inclusivo possibile è necessario per valorizzare al meglio i dati e anche per eliminare possibili storture e pregiudizi».

Tutto questo lavoro ha anche un portato culturale più generale, semantico e valoriale assieme: l'incertezza non è un limite, ma un'opportunità per interpretare la realtà e comprendere fenomeni non solo dell'ambito delle scienze dure, ma anche sociali, umani e relazionali. Allontanando l'idea che una previsione possa essere intrinsecamente esatta e deterministica. «Una delle sfide principali consiste nello stabilire, e misurare, le fonti stesse dell'incertezza. Per questo vengono comunemente utilizzati modelli matematici basati su test ed esperimenti», aggiunge Calvetti. «Se da un lato per le leggi della fisica le previsioni sono spesso molto accurate, in altri ambiti come le scienze della vita è tutto molto più complesso, perché ci sono variabili difficilmente quantificabili». È una lezione che portiamo in eredità dalla pandemia di Covid-19: elaborare previsioni è stato complesso anche perché spesso non si sono tenute in considerazione variabili che si sono invece poi rivelate decisive.

© RIPRODUZIONE RISERVATA