

di Pierniggiro Odifreddi

professore ordinario di logica matematica all'Università di Torino e visiting professor alla Cornell University di Ithaca (New York)



## La matematica con la cravatta

### Come vincere la medaglia Fields grazie a una teoria che minimizza il lavoro

**C**édric Villani è uno dei più brillanti, e sicuramente il più vistoso, dei matematici viventi. Chi lo vede lo nota e non lo dimentica, perché somiglia a un baronetto uscito da un romanzo di Jane Austen: non solo per il suo aspetto fisico e i suoi lunghi capelli lisci, ma anche per il suo singolare abbigliamento, che consiste sempre di giacca (spesso a tre quarti) e panciotto, una colorita cravatta Lavallière o Ascot, e una vistosa spilla a ragno.

Che cosa ci sia nella sua testa, sotto la chioma e sopra la cravatta, è difficile immaginarlo. Lo spiega solo in parte il suo libro *Il teorema vivente* (Rizzoli, 2013), che si concentra più sugli aspetti umani e folcloristici della sua vita, che sui risultati del pensiero. Risultati che gli hanno meritato nel 2010 la medaglia Fields «per la sua dimostrazione dello smorzamento non lineare di Landau e la convergenza verso l'equilibrio dell'equazione di Boltzmann».

Peccato, perché entrambi gli argomenti sarebbero stati degni di approfondimento. Proviamo dunque a rimediare, almeno parzialmente, cercando di farci un'idea di che cosa abbia portato Villani alla gloria matematica. In realtà, se si guarda la sua produzione, l'argomento a cui ha dedicato maggior attenzione è il trasporto ottimale, su cui ha pubblicato due libri, per un totale di un migliaio di pagine.

Questa disciplina fu fondata da Gaspard Monge nel 1781, in *Mémoire sur la théorie des déblais et des remblais* («memoria sulla teoria degli scavi e dei terrapieni»), e studia il problema di trasferire un corpo da un luogo a un altro con il minimo lavoro. Nel 1942, in un articolo sulla traslocazione delle masse, Leonid Kantorovich applicò la neonata teoria della programmazione lineare alla sua soluzione, e questo gli valse il premio Nobel per l'economia nel 1975. Il contributo di Villani riguarda invece la soluzione del problema in geometrie non euclidee, e la sua scoperta è che è possibile calcolare quale sia la curvatura dello spazio in cui ci si muove, attraverso le variazioni dell'entropia.

Il legame fra geometria e termodinamica passa attraverso l'equazione del calore scoperta da Joseph Fourier nel 1811, che determina come si diffonde la temperatura in un solido: si tratta di una

forma di trasporto ottimale, in cui si trasferisce la temperatura da un luogo a un altro del solido con il minimo dispendio di energia cinetica. E qualcosa di analogo succede con la più generale equazione scoperta da Ludwig Boltzmann nel 1872, che determina come si diffonde la temperatura in un fluido o in un gas.

Fin dalla formulazione della teoria del calore, Fourier si accorse che la diffusione della temperatura in un solido omogeneo è regolare. Che lo stesso succeda anche in un solido non omogeneo è un risultato molto più complicato e difficile, ottenuto da John Nash nel 1957 e da lui esteso alle equazioni differenziali dello stesso tipo di quella del calore. Questa fu la prima di una serie di dimo-

strazione di teoremi matematici ottenuti mediante un'analisi del flusso di quantità analoghe al calore (si veda la rubrica del mese scorso).

Il secondo lavoro citato nella motivazione della medaglia Fields è sulla tendenza verso l'equilibrio globale dei sistemi cinetici spazialmente non omogenei, pubblicato con Laurent Desvillettes nel 2005. In esso Villani dimostra che a essere regolari sono non solo le soluzioni dell'equazione del calore, ma anche quelle dell'equazione di Boltzmann. Questo estende il risultato di Nash, perché l'equazione di Fourier si può considerare come un caso limite di quella di Boltzmann: una sua versione in particolari regimi.

L'altro lavoro citato è sullo smorzamento di Landau, pubblicato nel 2009 con Clément Mouhot dopo una saga biennale raccontata nel libro da cui siamo

partiti. Questa volta si tratta del comportamento delle onde di densità degli elettroni in mezzi conduttori, come il plasma o i metalli, scoperte negli anni venti da Irving Langmuir, premio Nobel per la chimica nel 1932. In un articolo del 1946 sulle vibrazioni del plasma elettronico, Lev Landau, premio Nobel per la fisica nel 1962, mostrò che se si semplifica la teoria, linearizzandola, queste onde si smorzano molto velocemente, in maniera esponenziale. E Villani ha dimostrato il risultato in generale, senza semplificazioni.

Come si vede, la fisica continua a fornire ispirazione e stimolo alla matematica moderna. E anche a Villani, come potrà constatare chiunque verrà a sentirlo a Torino il 18 e 19 maggio, in occasione del Salone del Libro.



**Brillante e vistoso.** Cédric Villani è professore all'Università di Lione e direttore dell'Institut Henri Poincaré a Parigi.