

FISICA La turbolenza cela ancora molti segreti

Pubblicazione: [24-03-2004, TUTTOSCIENZE, NAZIONALE, pag.2] -
Sezione: TUTTOSCIENZE
Autore: BOFFETTA GUIDO

Guido Boffetta (*) LA turbolenza e' uno dei problemi della fisica classica ancora aperti. Sebbene le equazioni che la governano siano note da piu' di 150 anni, una teoria completa che descriva i fenomeni turbolenti a partire da queste equazioni e' ancora molto lontana. Non e' facile definire la turbolenza. Secondo una battuta che gira tra i ricercatori: <<La turbolenza e' come la pornografia: e' difficile dire che cos'e', ma quando la vedi la riconosci subito>>. Caratteristica principale del moto turbolento e' il disordine spazio-temporale: il fluido turbolento, sia esso acqua, aria o altro, presenta moti altamente irregolari a tutte le scale. Lo sa bene chi l'abbia incontrata a bordo di un aereo: come conseguenza della turbolenza atmosferica l'aereo subisce sollecitazioni piccole ad alta frequenza sovrapposte a disturbi piu' rari di intensita' maggiore. Cio' e' dovuto alla presenza, in un fluido turbolento, di vortici (detti "eddies") a tutte le scale, da quella comparabile con le dimensioni del sistema fisico (ad esempio la nube del temporale) giu' fino alla scala di pochi millimetri. La prima osservazione documentata di vortici turbolenti risale a Leonardo, ma e' solo con l'inizio del secolo scorso che l'eccentrico meteorologo L. F. Richardson introduce il concetto di "cascata di vortici", ancora utilizzato come modello descrittivo della turbolenza. La cascata di vortici si genera in modo dinamico, per instabilita' successive di vortici che si rompono a formare vortici piu' piccoli, processo descritto efficacemente e poeticamente da Richardson stesso in una parafrasi di un celebre poemetto di Swift: <<Vortici grandi trasportano vortici piccoli / che si muovono sulla loro velocita' / e vortici piccoli, vortici ancora piu' piccoli / e cosi' via fino alla viscosita'>>. Il fatto che il processo di cascata di vortici sia un processo intrinseco, legato alle proprieta' matematiche delle equazioni e non conseguenza delle condizioni esterne, permette di ipotizzare l'esistenza di leggi generali, di carattere universale, indipendenti dal tipo di fluido e dalla particolare condizione sperimentale. Questo e' il motivo per cui la turbolenza non e' solamente un problema di ingegneria idraulica o aerospaziale (cioe' legato a particolari applicazioni), ma stimola l'interesse del fisico teorico alla ricerca di leggi generali. Un grande sviluppo nello studio della turbolenza avviene attorno agli Anni 40, in particolare con la scuola russa fondata da A. N. Kolmogorov, che ha dato il primo e tuttora piu' importante contributo teorico. Kolmogorov formalizza

l'idea della cascata di vortici introducendo il concetto di invarianza di scala, che ha poi trovato molte successive applicazioni in fisica, dalla teoria delle transizioni di fase, allo studio delle geometrie frattali. Negli ultimi vent'anni è rinato l'interesse per la turbolenza come problema fisico di base. Ciò è dovuto a molti fattori, tra i quali è sicuramente importante la disponibilità di potenti calcolatori. Grazie alle simulazioni numeriche, siamo ora in grado di avere misure precise di quantità inaccessibili in laboratorio, che permettono il controllo delle predizioni teoriche e ne suggeriscono gli sviluppi. Una recente simulazione numerica è stata effettuata da un gruppo di ricercatori italiani grazie alle risorse numeriche messe a disposizione dal centro di supercalcolo Cineca di Bologna. Su di un reticolo di più di un miliardo di punti, si è simulato un fluido turbolento assieme a qualche milione di particelle trasportate come traccianti. Grazie a questa simulazione, che ha richiesto 50 mila ore di tempo macchina, saremo in grado di comprendere meglio i processi di dispersione di traccianti in turbolenza, problema alla base di molte applicazioni, dal trasporto di inquinanti, al miscelamento di aria e benzina nei motori. (*)Università di Torino

