

COMUNICATO STAMPA CONGIUNTO

Un paradosso turbolento: svelato il collegamento inatteso tra due problemi irrisolti della fisica

Un team di ricerca interdisciplinare SISSA-Università di Padova ha analizzato il problema di Fermi-Pasta-Ulam-Tsingou in maniera innovativa scoprendo un collegamento con la turbolenza nei fluidi



Alcuni dei fenomeni fisici che incontriamo quotidianamente nella nostra vita sono ancora oggi incompresi. Un primo esempio è la turbolenza nei fluidi. La turbolenza è legata alla complessità delle equazioni di Navier-Stokes che regolano la dinamica dei fluidi, uno dei problemi del millennio. Un altro esempio di problema aperto è l'approccio all'equilibrio termodinamico per i sistemi isolati. Un nuovo studio in collaborazione tra la SISSA e l'Università di Padova, pubblicato su *Physical Review Letters*, analizza in dettaglio un collegamento nuovo tra queste due tipologie di fenomeni e potrebbe aprire nuove strade per la loro comprensione.

A metà degli anni '50, Enrico Fermi, John Pasta, Stanislaw Ulam e Mary Tsingou si interessarono al problema dell'approccio all'equilibrio termodinamico per i sistemi isolati. Ebbero l'idea di simulare al computer la dinamica di un sistema molto semplice, costituito da oscillatori nonlineari in interazione, con la speranza di poter sviluppare qualche intuizione per una teoria più generale. Gli esiti di questo pionieristico studio furono sorprendenti al punto che il risultato venne rinominato "paradosso di Fermi-Pasta-Ulam" (tralasciando l'importante ruolo di Mary Tsingou). Invece di osservare il sistema avvicinarsi progressivamente all'equilibrio termodinamico, gli autori fecero quello che loro stessi definirono una "piccola scoperta": il sistema sembrava non raggiungere mai l'equilibrio termodinamico. Oggi, a distanza di quasi settant'anni, grazie innumerevoli studi si è scoperto che quello osservato da Fermi, Pasta, Ulam e Tsingou altro non era che uno stato "metastabile" in cui il sistema rimaneva a lungo prima di raggiungere l'equilibrio. Da altri studi sappiamo che questo stato metastabile è presente quando al sistema si dà poca energia, mentre questo paradosso non si presenta quando il sistema ha un'energia sufficientemente alta.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Nella nuova ricerca, gli autori hanno studiato la struttura dello stato metastabile del modello di Fermi-Pasta-Ulam-Tsingou trovando che ha somiglianze significative con la turbolenza dei fluidi. Inoltre, i tempi-scala del problema (il tempo in cui il sistema raggiunge questo “stato intermedio” e il tempo dopo cui lo abbandona) sono “universali”, ovvero dipendono dai parametri del sistema in modo noto, sono calcolabili esattamente e non dipendono dai dettagli dell’interazione.

Antonio Ponso, Professore Associato del Dipartimento di Matematica dell’Università di Padova e autore dello studio, racconta: “L’idea per questo lavoro è nata qualche anno fa, a partire dal progetto di tesi di Matteo Marian, studente di fisica dell’Università di Trieste. Fin da subito sono stati coinvolti anche Stefano Ruffo e Matteo Gallone della SISSA ed è nato così un gruppo di ricerca tuttora attivo”. Il lavoro appena pubblicato coinvolge quattro generazioni di ricercatori, tre istituzioni accademiche e due settori scientifico-disciplinari.

“Un lavoro che ha potuto raggiungere risultati importanti solo grazie all’ambiente multidisciplinare che c’è in SISSA” commenta Matteo Gallone, primo autore dello studio. La ricerca unisce metodi matematici d’avanguardia con le simulazioni numeriche per illuminare problemi di fisica statistica. “La sinergia tra matematica e fisica ci ha permesso di affrontare l’analisi del problema di Fermi-Pasta-Ulam-Tsingou in maniera innovativa e costruire un ponte con la turbolenza” aggiunge Gallone.

“La collaborazione costruttiva tra scuole diverse, centrata sulla promozione e la circolazione dei più giovani – un principio saldo del nostro Ateneo – è la chiave di volta della qualità della ricerca” conclude Ponso.

USEFUL LINKS

Full paper: [Physical Review Letters](#)

IMAGE

Credits: [New York University](#)

CONTATTI

SISSA

Francesca de Ruvo

→ fderuvo@sissa.it

T +39 040 3787231

M +39 329 7453567

Donato Ramani

→ ramani@sissa.it

T +39 040 3787513

M +39 342 8022237

CONTATTI

Università degli Studi di Padova

Marco Milan

→ stamp@unipd.it

T +39 049 8273041