

LA SCIENZA E LA PRATICA

Da Fermi a Parisi:  
la bellezza del caos  
che unisce i Nobel

FRANCESCO SYLOS LABINI A PAG. 17



## DA FERMI A PARISI

# LA BELLEZZA DEL CAOS CHE UNISCE I NOBEL

**CHE FISICI** Un museo nella Capitale racconta cosa lega i due studiosi romani: oggi, come quasi un secolo fa, attraversiamo un periodo rivoluzionario per le applicazioni pratiche delle scoperte scientifiche



FRANCESCO SYLOS LABINI



**Governare il disordine**  
Enrico Fermi e Giorgio Parisi, 6° italiano a vincere il Nobel per la Fisica  
FOTO LAPRESSE

**U**n lungo percorso nello sviluppo della fisica lega i due scienziati romani insigniti con il premio Nobel per la Fisica: Enrico Fermi nel 1938 e Giorgio Parisi nel 2021.

Entrambi hanno avuto l'opportunità di sviluppare le loro eccezionali doti sull'onda di due diversi periodi rivoluzionari per la fisica.

Enrico Fermi nacque nel 1901, quattro anni prima di uno dei cambiamenti epocali della fisica classica, quello apportato dalla Teoria della Relatività Ristretta sviluppata da Einstein. Questa teoria, contrariamente a quello che il senso comune ci porta a pensare, assume che la velocità della luce sia la stessa quan-

Ritaglio stampa ad uso esclusivo del destinatario, non riproducibile.

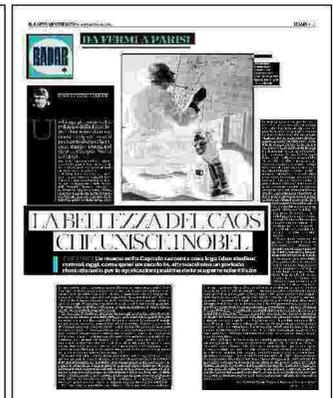
do è misurata da osservatori in moto rettilineo uniforme rispetto alle stelle fisse. Questo fatto, misurato poi con enorme precisione, implica che le velocità non si sommano in maniera classica e soprattutto che il tempo scorra in maniera differente per due osservatori in moto relativo l'uno rispetto all'altro. Tra le molte conseguenze vi è l'affascinante intuizione per cui massa  $m$  ed energia  $E$  sono due aspetti della stessa entità, così che sia possibile convertire l'una nell'altra e viceversa: la famosa relazione  $E=mc^2$  è diventata la formula più famosa della fisica.

La seconda rivoluzione avvenuta durante gli anni della formazione di Enrico Fermi è stata quella dello sviluppo della meccanica quantistica che ha messo in crisi un altro caposaldo del senso comune: la nozione di traiettoria di un corpo in movimento. Quando si considera il moto di particelle elementari come i protoni e gli elettroni, bisogna abbandonare la visione classica che questi si muovano lungo una semplice linea continua in cui a ogni istante corrisponde una sola posizione nello spazio e bisogna invece descrivere il loro moto attraverso delle onde che non hanno una realtà fisica evidente, come le onde elettromagnetiche o sonore, ma che sono gli strumenti matematici per comprendere la fisica alla scala atomica. Queste sono interpretate come onde di probabilità e soddisfano delle equazioni verificate con incredibile precisione nell'ultimo secolo e che hanno permesso un insuperato sviluppo scientifico e tecnologico.

Il lavoro di Enrico Fermi e dei suoi collaboratori, "i ragazzi di via Panisperna", prende le mosse, dunque, dalle due rivoluzioni della relatività e della fisica quantistica e si sviluppa per comprendere la fisica nucleare e le particelle elementari. Fermi fu proprio una delle figure chiave per riuscire nell'eccezionale impresa di mettere in libertà le spaventose quantità di energia contenute nella materia subnucleare e che proprio la Teoria della Relatività di Einstein aveva predetto. D'altra parte, questi stessi studi hanno posto le basi per le moderne ricerche dei costituenti fondamentali della materia: per questo Enrico Fermi fu insignito con il premio Nobel nel 1938.

Per l'importanza scientifico-tecnologica della fisica nucleare e anche per

l'interesse militare a queste ricerche, esse furono considerate l'unica vera sfida intellettuale. Questo approccio si concentra sugli elementi costitutivi della materia con la convinzione che la conoscenza del loro funzionamento avrebbe reso possibile la comprensione della natura attraverso l'applicazione delle leggi fondamentali scoperte nel mondo microscopico. Malgrado l'enorme balzo avanti nella conoscenza della Natura che ne è derivato, questa visione riduzionista è però risultata incapace di spiegare comportamenti collettivi osservati in molti fenomeni naturali ed è quindi stata completata da un approccio che si è sviluppato dagli anni Settanta in poi: la rivoluzione che fa riferimento ai fenomeni caotici, ai sistemi composti da tanti elementi interagenti e a quell'insieme di attività di ricerca che oggi vanno sotto il nome di fisica dei sistemi complessi. Se il



caos ha messo in crisi un altro caposaldo del senso comune, quello della predicibilità di un sistema di cui si conoscono le leggi dinamiche fondamentali, la fisica dei sistemi complessi ha inglobato i fenomeni caotici in un quadro concettuale più generale che trascende i confini stessi della fisica.

Non appena aumenta il grado di complessità delle strutture e dei sistemi, e quando questi sono composti da tanti elementi in interazione tra loro tale da determinare comportamenti collettivi su vasta scala, ci si trova di fronte a nuove situazioni, in cui la conoscenza delle proprietà degli elementi individuali (le particelle, gli atomi, le molecole, ecc.) non è più sufficiente per descrivere il sistema complessivo nel suo

insieme. Il punto è che in tali sistemi le interazioni tra gli elementi sono tali da determinare strutture complesse che non sono derivabili direttamente dalle proprietà dei singoli elementi isolati. Per questo motivo il comportamento dell'insieme è fondamentalmente diverso da qualsiasi sua sotto-parte elementare. È proprio in questo ambito che si inserisce il lavoro di Giorgio Parisi, che ha anche dato contributi importanti nel campo delle particelle elementari, la cromo-dinamica quantistica, e che ha ricevuto il Premio Nobel per "i contributi innovativi alla nostra comprensione dei sistemi fisici complessi". Le reti neurali in neuroscienze, il comportamento collettivo di stormi di uccelli, il ripiegamento di proteine, sono esempi di sistemi complessi ai quali Parisi ha dato un contributo determinante. Il lavoro di Parisi si inserisce nel quadro di una fervente attività sviluppata a partire dagli anni Settanta in diverse accademie del mondo, tra cui ha giocato un ruolo centrale il Dipartimento di Fisica della Sapienza di Roma, dove tanti illustri colleghi e collaboratori hanno lavorato e altri ancora svolgono la loro attività.

Il Museo Storico della Fisica ospitato nella palazzina di via Panisperna, ora assegnata al nuovo ente di ricerca intitolato a Enrico Fermi (il Centro Ricerche Enrico Fermi - CREF), di prossima apertura, propone un percorso incentrato sul lavoro e sulla figura di Enrico Fermi che si conclude proprio con la fisica della complessità delineando così una linea immaginaria che collega i due premi Nobel romani della fisica. Questo itinerario è prodromico a illustrare non solo lo sviluppo della fisica ma anche per rendere attuale la ricerca che in effetti si svolge nel Centro. Il CREF, infatti, ha anche l'obiettivo di sviluppare una attività di ricerca originale e di avanguardia sulla frontiera di diverse discipline e proprio all'interfaccia del campo dei sistemi complessi. L'itinerario museale vuole dunque connettere idealmente gli eventi storici del passato all'attività scientifica oggi in corso.

*\*Direttore del Museo Storico della Fisica "Enrico Fermi"*

© RIPRODUZIONE RISERVATA