

Le innumerevoli forme bellissime della materia

di Mario Ferraro

Guido Tonelli

MATERIA

LA MAGNIFICA ILLUSIONE

pp. 192, € 18,

Feltrinelli, Milano 2023

Giuseppe Bruzzaniti

**DI COSE VISIBILI
E INVISIBILI**

**DALL'ATOMO AI QUARK,
VIAGGIANDO NELLE IMMAGINI
DELLA MATERIA**

pp. 288, € 21,

Codice, Torino 2023

In realtà, coloro che per primi hanno amato la sapienza ritennero (...) che i principi nell'aspetto della materia fossero i principi di tutte le cose", così afferma Aristotele, riferendosi ai filosofi ionici. Lo studio della materia è dunque l'inizio della scienza, il tentativo di trovare il principio alla base della molteplicità dei fenomeni, e alla storia di come siamo giunti all'attuale comprensione della materia sono dedicati questi libri.

Il punto di partenza del libro di Tonelli è l'atomismo antico il cui radicale materialismo suscitò l'ostilità di Platone e Aristotele e l'anatema dei padri della chiesa. Il testo mette in rilievo il ruolo che l'opera di Lucrezio ebbe nel diffondere le idee atomistiche nel mondo romano e, con la riscoperta del *De rerum natura* nel Quattrocento, nell'influenzare l'élite intellettuale del Rinascimento. Tuttavia, solo con l'opera di Jhon Dalton e Dmitrij Mendeleev e lo sviluppo della teoria dei gas si ebbe una piena ripresa dell'ipotesi atomica che fu definitivamente confermata dalla scoperta dell'elettrone.

Alla fine dell'Ottocento l'esistenza degli atomi era stata così provata; tuttavia, era anche evidente che l'atomo non era indivisibile ma formato da particelle più elementari. Il problema era quello di trovare una "luce" capace di illuminare la struttura dell'atomo. La soluzione è stata l'im-

piego di particelle ad alta energia, a partire dai celebri esperimenti di Rutherford, che permisero di scoprire l'esistenza di un nucleo centrale circondato da elettroni. L'uso dapprima dei raggi cosmici e poi di particelle di grande energia grazie ad acceleratori sempre più potenti ha permesso una comprensione sempre più completa delle strutture elementari della materia e delle loro interazioni, fino alla scoperta dei quark e più recentemente del bosone di Higgs, una storia ben raccontata in questo libro.

Salendo la scala delle dimensioni dagli atomi alle molecole e alle strutture formate dai legami chimici, la materia può assumere stati diversi e configurazioni di complessità crescente, fino alla "materia soffice" che costituisce gran parte degli esseri viventi. Le proprietà della materia soffice hanno reso possibile la vita e l'evoluzione delle "innumerevoli forme bellissime" del vivente; le dinami-

che stesse della biologia che guidano l'evoluzione rendono la scala dei tempi degli esseri viventi incommensurabilmente breve rispetto alle grandi strutture materiali che formano l'universo, che paiono stabili ed eterne. Tuttavia, anche queste strutture sono sottoposte a processi di evoluzione, lucidamente spiegati nel libro. L'universo conosce nascita e morte, una idea antica: in tutte le culture antiche sono presenti miti che narrano la nascita e morte dell'universo o successivi cicli di creazione e distruzione. Oggi gli sviluppi della teoria del big bang hanno condotto all'ipotesi che l'universo sia nato da una fluttuazione del vuoto, idea incomprensibile dalla nostra comune intuizione; ancora più stupefacente è che, come spiegato chiaramente nel testo, a partire dal concetto di vuoto quantistico si giunga alla conclusione che l'universo è equivalente a un sistema vuoto. Squarciato il velo di Maya, rimane il vuoto: la materia è "una magnifica illusione".

Uno degli aspetti più paradossali della moderna cosmologia è che

la materia conosciuta, formata dalle particelle previste dal modello standard è solo una parte molto piccola della materia che costruisce l'universo. Osservazioni sulla velocità delle stelle ai bordi della galassia sono incompatibili con la teoria della gravità e sono spiegate ammettendo l'esistenza di materia formata da particelle che non sono state ancora rivelate. La sorprendente scoperta che la velocità con cui le galassie si allontanano fra loro cresce, invece di decrescere a causa della forza di gravità, ha condotto all'ipotesi dell'esistenza di una nuova forma di energia, chiamata energia oscura, a testimoniare la nostra ignoranza sulla sua origine e natura.

La rivoluzione scientifica della prima metà del secolo scorso e il suo successivo sviluppo hanno imposto una visione del mondo molto diversa dal materialismo di stampo positivista: spazio, tempo, materia non sono realtà assolute ma sono nate e si sono trasformate con l'universo stesso. La scienza moderna ci ha anche resi consci dei limiti della nostra conoscenza. Tuttavia, l'autore è forse troppo pessimista: l'idea che le emozioni non siano accessibili a un'indagine scientifica non troverebbe d'ac-

corde gli scienziati che hanno individuato (anche se in modo parziale) i correlati neurali delle emozioni con metodologie che sono all'interno del paradigma galileiano o che studiano i meccanismi neurali alla base della coscienza (anche se è legittimo chiedersi se comprenderemo mai completamente il funzionamento del nostro cervello). Peralto non si può che essere d'accordo con l'autore quando afferma che non spetta alla scienza e agli scienziati decidere come organizzare la società e "non si deve demandare agli scienziati più di quello che possono dare". Il libro è chiaro e ben scritto e, oltre a esporre bene lo stato dell'arte delle nostre conoscenze sulla materia, alla fine indica anche aree della nostra ignoranza e possibili prospettive di ricerca. Inoltre, è ricco di spunti di carattere storico più generale, come la storia delle concezioni materialistiche della natura, che sono sicuramente interessanti.

Anche il libro di Bruzzaniti ricostruisce lo sviluppo della meccanica quantistica nel suo tentativo di costruire rappresentazioni coerenti delle componenti elementari della materia, con una particolare attenzione agli aspetti teorici. L'assunto di partenza è che i dati sperimentali non sono grado di generare direttamente tali rappresentazioni, che possono essere ottenute solo "decodificando" i dati attraverso l'uso di sistemi formali forniti dal linguaggio matematico.

In altre parole, la comprensione della materia si fonda su entità astratte, le cui proprietà possono essere descritte solo attraverso il linguaggio della matematica e sono inesplicitabili dal linguaggio comune. Coerentemente con questi assunti l'autore sceglie una trattazione caratterizzata da un formalismo matematico di complessità superiore a quello che si trova usualmente nelle opere di divulgazione.

Abbiamo già visto che fu la chimica a reintrodurre nel discorso scientifico l'ipotesi atomica, e il libro analizza questo aspetto con un certo dettaglio, dai lavori di Lavoisier fino all'opera di Dalton e di Mendeleev. Bisogna notare che, a questo punto, gli atomi erano considerati non entità reali ma unità di calcolo che permettevano di spiegare le proprietà con cui si combinavano due elementi per formare composti; solo verso la fine dell'Ottocento grazie ai lavori di Maxwell e Boltzmann cominciò ad affermarsi l'idea che gli atomi fossero realmente i costituenti della materia, non senza resistenze da parte di scienziati quali Lord Kelvin e Mach; come già detto, questa idea fu definitivamente

comprenderemo mai completamente il funzionamento del nostro cervello). Peralto non si può che essere d'accordo con l'autore quando afferma che non spetta alla scienza e agli scienziati decidere come organizzare la società e "non si deve demandare agli scienziati più di quello che possono dare". Il libro è chiaro e ben scritto e, oltre a esporre bene lo stato dell'arte delle nostre conoscenze sulla materia, alla fine indica anche aree della nostra ignoranza e possibili prospettive di ricerca. Inoltre, è ricco di spunti di carattere storico più generale, come la storia delle concezioni materialistiche della natura, che sono sicuramente interessanti.

fermata dalla scoperta dell'elettrone. A partire da questi inizi viene ricostruito lo sviluppo della meccanica quantistica, una storia ben nota e più volte narrata; questo libro si distingue perché qui il racconto chiarisce bene che non si è trattato di uno sviluppo lineare di accumulo di conoscenze ma di un percorso tortuoso, caratterizzato spesso dal contrapporsi di concezioni differenti. Probabilmente il più celebre scontro tra interpretazioni differenti della meccanica quantistica è la polemica fra Schrödinger ed Heisenberg. Il libro esamina con chiarezza il percorso che ha portato alla formulazione delle teorie di Schrödinger ed Heisenberg: le teorie erano formalmente equivalenti ma sottintendevano interpretazioni differenti della funzione d'onda che descrive lo stato delle

particelle. I dibattiti che ne seguirono, celebre quello fra Einstein e Bohr, portarono alla formulazione della cosiddetta interpretazione di Copenaghen (oggi quella predominante nella comunità scientifica), che rappresenta un passo decisivo verso formulazioni sempre più astratte della struttura della materia.

Inoltre, la ricostruzione storica presentata qui mette anche bene in evidenza che l'affermarsi di una teoria è un processo caratterizzato da errori ed elaborazioni che si rivelano dei vicoli ciechi della ricerca. Un esempio fra tanti è l'elettrodinamica quantistica, un vero trionfo della fisica contemporanea, la cui elaborazione ha conosciuto molti tentativi falliti, prima di essere portata a termine.

Un tema centrale del libro è che il progresso della fisica, culminato nel modello standard, che classifica tutte le particelle conosciute e rende conto delle loro interazioni fondamentali, a parte la gravità, ha portato a rappresentazioni delle strutture elementari della materia sempre più astratte e legate al formalismo matematico e al di là delle possibilità esplicative del linguaggio comune, fenomeno che l'autore, citando Quine, definisce "allontanamento dall'orlo osservativo del linguaggio". Inevitabilmente ciò si riflette anche nel testo: il formalismo matematico degli ultimi capitoli è di difficile comprensione per chi non abbia una preparazione scientifica, nonostante gli sforzi dell'autore per spiegarne le basi (ad esempio è fornita una breve introduzione alla teoria dei gruppi). Tuttavia, è veramente difficile immaginare che un lettore che non abbia già conoscenze sull'argomento riesca a comprendere, ad esempio, l'applicazione delle teorie dei gruppi alla classificazione delle particelle o il significato fisico delle teorie di gauge. Comunque la scelta di usare matematica di alto livello all'interno di una trattazione divulgativa non è necessariamente un fattore negativo; oltre a essere, come già detto, coerente con le premesse da cui parte l'autore, può rendere interessante a chi ha una formazione scientifica la lettura di questo libro, che fornisce una storia avvincente e non banale dello sviluppo della meccanica quantistica e in particolare dei suoi aspetti teorici.

m.ferraro@to.infn.it

M. Ferraro ha insegnato fisica all'Università di Torino



EDITRICE BIBLIOGRAFICA

www.bibliografica.it | bibliografica@bibliografica.it

Alessandra Perotti

WRITER COACH

Sentiamo sempre più spesso parlare di "writer coach", ma chi è e di che cosa si occupa? Questo manuale si rivolge a chi vuole diventare writer coach, ma anche a chi ha la necessità di intraprendere un percorso di writing coaching.

Indagando sulla commistione tra scrittura e coaching l'autrice sottolinea come la scrittura possa essere uno strumento di supporto al processo di coaching in diversi ambiti, e lo dimostra attraverso una vasta casistica e le testimonianze dei protagonisti di questo mondo.

