

Peter Atkins

PERCHÉ
L'UNIVERSO
FUNZIONA COSÌ

L'origine delle leggi della natura

a cura
di Stefano Dalla Casa

ZANICHELLI

Titolo originale: *Conjuring the Universe*
Copyright © 2018 by P. Atkins

Traduzione: Luisa Doplicher

Copyright © 2019 Zanichelli editore S.p.A., Bologna [72035]
www.zanichelli.it

I diritti di elaborazione in qualsiasi forma o opera, di memorizzazione anche digitale su supporti di qualsiasi tipo (inclusi magnetici e ottici), di riproduzione e di adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche), i diritti di noleggio, di prestito e di traduzione sono riservati per tutti i paesi. L'acquisto della presente copia dell'opera non implica il trasferimento dei suddetti diritti né li esaurisce.

Realizzazione editoriale:

- Collana ideata da: Federico Tibone e Lisa Vozza
- Coordinamento editoriale: Elena Bacchilega, Stefano Dalla Casa
- Redazione: Giulia Battistelli, Sandro Ciarlariello, Lucia Sanna Bissani
- Collaborazione redazionale: Veronica Vannini
- Progetto grafico: Falcinelli & Co.
- Impaginazione: Francesca Ponti
- Composizione delle formule: Litoincisa, Bologna

Copertina:

- Progetto grafico: Falcinelli & Co.
- Artwork: Falcinelli & Co.
- Impaginazione: Francesca Ponti
- Immagine di copertina: PM Images / Getty Images

Prima edizione: ottobre 2019

Ristampa:

5 4 3 2 1 2019 2020 2021 2022 2023

Grazie a chi ci segnala gli errori

Segnalate gli errori e le proposte di correzione su www.zanichelli.it/correzioni.

Controlleremo e inseriremo le eventuali correzioni nelle ristampe del libro.

Nello stesso sito troverete anche l'*errata corrige*, con l'elenco degli errori e delle correzioni.

Stampa: Grafica Ragno

Via Lombardia 25 , 40064 Tolara di Sotto - Ozzano Emilia (Bologna)

per conto di Zanichelli editore S.p.A.

Via Irnerio 34, 40126 Bologna

[...] ogni conoscenza e meraviglia (che è il seme del conoscere) è in sé un'impressione di piacere.

Francesco Bacone, La dignità e il progresso del sapere divino ed umano (1605)

INDICE

	Prefazione	7
1.	Ritorno all'eternità: la natura delle leggi Che cosa sono, come si esprimono e da dove vengono le leggi: la forza creatrice di pigrizia, anarchia e ignoranza.	9
2.	Molto rumore per nulla: come le leggi possono nascere dal Nulla Le leggi di conservazione emergono grazie a una caratteristica fondamentale del Nulla: la simmetria.	3I
3.	Il regno dell'anarchia: come alcune leggi nascono dall'assenza di leggi Un raggio di luce arriva al vostro occhio seguendo sempre la traiettoria che minimizza il tempo di percorrenza, pur senza conoscerla in anticipo: è merito dell'anarchia.	6I
4.	Nel fuoco dell'azione: leggi relative alla temperatura Le idee di Ludwig Boltzmann spiegano come mai nel mondo quotidiano la materia abbia una certa stabilità, e perché riscaldandola si dia libero corso ai cambiamenti chimici.	85
5.	Oltre l'anarchia: com'è possibile che qualcosa succeda L'entropia dell'universo, cioè il disordine, può solo aumentare. Localmente, però, sono possibili cali di entropia: la vita sulla Terra ne è una dimostrazione.	III

6. La forza creativa dell'ignoranza: come la materia reagisce ai cambiamenti	139
Le leggi che descrivono i gas nascono dall'ignoranza del comportamento di ogni singolo atomo o molecola, ma anche il rapporto tra energia e spostamento in una molla o un pendolo si possono descrivere senza conoscere la forza che li aziona.	
7. La luce dell'universo: le leggi dell'elettricità e del magnetismo	159
La forza elettrica e quella magnetica sono due facce della stessa medaglia, e di nuovo le leggi che le descrivono nascono dalla simmetria del Nulla.	
8. Misura per misura: l'origine delle costanti fondamentali	181
Le conseguenze delle leggi di natura dipendono dai valori delle costanti fondamentali, ma non tutte sono fondamentali allo stesso modo. Scegliendo le giuste unità di misura, alcune possono addirittura scomparire dalle nostre equazioni come la velocità della luce. L'origine di altre costanti, invece, rimane un mistero.	
9. Un grido da luoghi profondi: perché la matematica funziona	211
La matematica è un linguaggio utile agli scienziati, l'unico in grado di descrivere con rigore il comportamento del mondo. Vuol dire che la Natura stessa è intimamente matematica?	
Note dell'autore	229
Note dell'edizione italiana	249
Indice analitico	251

Prefazione

Il funzionamento del mondo è stato attribuito a un Creatore invadente ma invisibile, che guiderebbe attivamente tutti gli elettroni, i quark e i fotoni verso il loro destino. Il mio istinto si rifiuta di immaginare che il mondo funzioni in maniera così poco efficiente, e la mia testa segue il mio istinto. Nelle pagine che seguono valuto la possibilità di una concezione più semplice. Dopotutto, gli scienziati estraggono la semplicità dalla complessità, e in genere preferiscono le descrizioni meno elaborate. Esaminerò gli anfratti più nascosti messi in luce dai loro lavori di scavo, e sosterrò che le leggi della natura, che ci permettono di riassumere il funzionamento del mondo, siano apparse nella maniera più semplice possibile: a mio parere sono emerse dalla pigrizia e dall'anarchia, con un pizzico di ignoranza qua e là; niente di più.

Ho limitato la discussione ai fenomeni ordinari. Ripercorreremo dunque la meccanica, sia classica

sia quantistica; la termodinamica e l'elettromagnetismo. Con sicurezza via via minore, ma spero in maniera stimolante, vi condurrò fino alle origini delle costanti fondamentali; in conclusione ammirerò l'efficacia della matematica nel formulare le leggi naturali, e valuterò se essa sia in grado di mettere a nudo la struttura profonda della realtà. In parte si tratterà di ipotesi, perché la scienza non riesce ancora a comprendere tutto, malgrado i notevoli progressi realizzati in tre secoli di tentativi assidui. Se desiderate una giustificazione più approfondita di alcune affermazioni, la troverete nelle note in fondo al libro, che ho trattato come uno spazio protetto in grado di accogliere qualche formula.

Nelle pagine seguenti mi auguro di rispondere a domande che forse vi saranno venute in mente ma sono rimaste senza risposta, e spero che le mie parole sveleranno alcuni aspetti della sorprendente semplicità di questo mondo, magnificamente complesso.

Peter Atkins
Oxford, 2017

CAPITOLO PRIMO

Ritorno all'eternità: la natura delle leggi

Vorrei prepararvi ad accettare un pensiero tanto assurdo che potrebbe addirittura rivelarsi valido. La scienza ha fatto progressi tramite rivoluzioni, a volte dette *cambiamenti di paradigma*: ciò che era considerato ragionevole, o banalmente corrispondeva alle opinioni più diffuse, finiva spodestato da una concezione che sembrava più vicina alla realtà. Un esempio è Aristotele, oppure Copernico. Senza sporcarsi le mani con gli esperimenti, Aristotele rifletté sul volo delle frecce, e dedusse che fossero spinte da vortici formatisi nell'aria retrostante. Osservando che a far muovere i carretti era la trazione costante esercitata dai buoi, concluse più in generale che occorresse uno sforzo per mantenere gli oggetti in movimento. Galileo, e Newton dopo di lui, seppero riconoscere gli effetti dell'atmosfera e del fango, e sostituirono la concezione di Aristotele con quella opposta: il moto si mantiene spon-