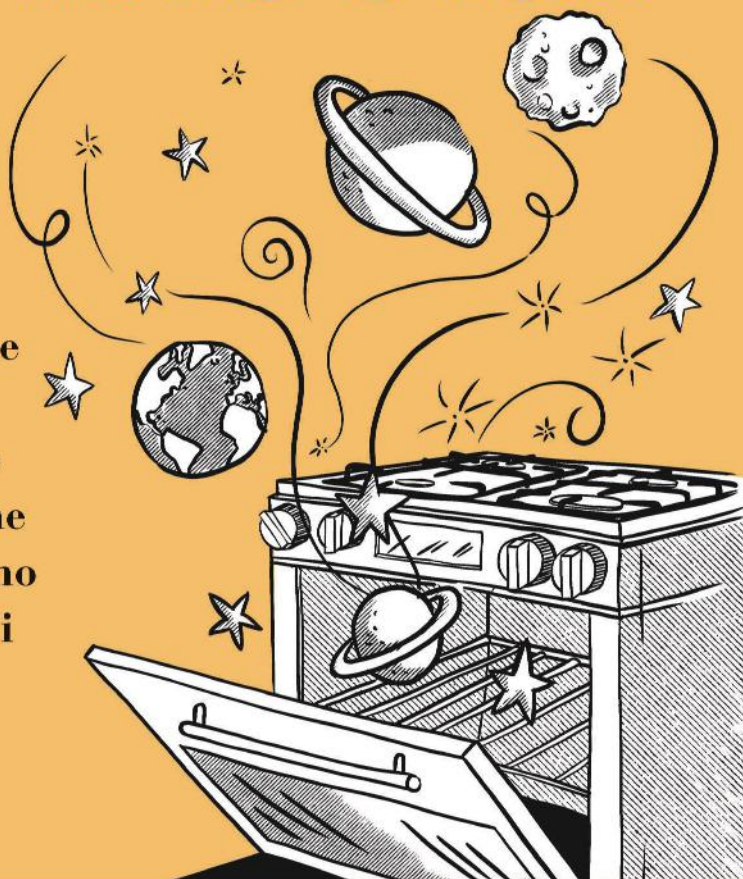


Filippo Bonaventura - Lorenzo Colombo - Matteo Miluzio

L'UNIVERSO SU MISURA

Viaggio nelle
incredibili
coincidenze
cosmiche che
ci permettono
di essere qui



Dagli autori della pagina Facebook

Chi ha paura del buio?

Rizzoli

FILIPPO BONAVENTURA
LORENZO COLOMBO
MATTEO MILUZIO

L'universo su misura

*Viaggio nelle incredibili coincidenze
cosmiche che ci permettono di essere qui*

Rizzoli

Pubblicato per

Rizzoli

da Mondadori Libri S.p.A.

Proprietà letteraria riservata

© 2021 Mondadori Libri S.p.A., Milano

La citazione a pag. 175 è tratta da: Lucrezio, *La natura delle cose*,
BUR, Milano 2021 © Mondadori Libri S.p.A., Milano

Per l'inserito: **Figura 1.1** © Carnegie Observatories; **Figura 2.1** © ESA and the Planck Collaboration; **Figura 2.2** © Russ Carroll, Robert Gendler, Bob Franke, Dan Zowada Memorial Observatory, Wayne State University; **Figura 2.3** © N.A.Sharp, NOAO/NSO/Kitt Peak FTS/AURA/NSF; **Figura 3.2** © NSO/NSF/AURA; **Figura 4.1** © 2005-2021 CERN; **Figura 5.1** © Kamioka Observatory, ICRR (Institute for Cosmic Ray Research), The University of Tokyo; **Figura 5.2** © ESA/Hubble, NASA; **Figura 7.1** © Illustris Collaboration; **Figura 7.2** © NASA, ESA, and the Digitized Sky Survey. Acknowledgment: Z. Levay (STScI) and D. De Martin (ESA/Hubble); **Figura 7.3** © NASA, ESA, and J. Lotz and the HFF Team (STScI); **Figura 7.4** © NASA/ESA, The Hubble Key Project Team and The High-Z Supernova Search Team; **Figura 11.1** © Diderot

Illustrazioni di Fabio Magliocca / Librofficina

ISBN 978-88-17-15674-5

Prima edizione: giugno 2021

Realizzazione editoriale: Librofficina

L'universo su misura

INTRODUZIONE

Le manopole che regolano l'universo

L'ottimista afferma che viviamo nel migliore dei mondi possibili, il pessimista teme che sia vero.

JAMES BRANCH CABELL, *Lo stallone d'argento*

Stai per cominciare a leggere il nuovo libro *L'universo su misura* di Filippo Bonaventura, Lorenzo Colombo e Matteo Miluzio.

Rilassati. Raccogliti. Allontana da te ogni altro pensiero.

Magari ti trovi a casa, o all'aperto, o su un mezzo di trasporto. Forse sei in totale solitudine, forse hai altre persone attorno. Fuori magari c'è il sole, o piove, oppure è notte fonda e c'è un bel silenzio che concilia la lettura.

Comunque stia andando o sia andata la tua giornata, però, siamo ragionevolmente certi che sia cominciata con te che aprivi gli occhi. Con ogni probabilità non ti sei soffermato su alcuni dettagli piuttosto ovvi, come il fatto che respiravi. Lo stai facendo anche adesso, ma solo ora che te lo abbiamo fatto notare te ne rendi conto.

L'aria che ed entra ed esce dai tuoi polmoni è una miscela di gas contenente l'ossigeno che ti serve per vive-

re. Forse ti sembra una cosa tutt'altro che straordinaria. Sappi, però, che l'universo osservabile si estende per 360 milioni di miliardi di miliardi di miliardi di miliardi di miliardi di chilometri cubici e, per quanto ne sappiamo, l'unico luogo in cui puoi sopravvivere per più di qualche minuto è proprio la superficie del pianeta in cui ti trovi.

A questo punto forse cominci a pensare che il fatto di vivere non è poi così scontato. Ma aspetta di sentire questa: l'universo ha una massa che si aggira attorno al miliardo di miliardi di miliardi di miliardi di miliardi di tonnellate e, sempre per quanto ne sappiamo, solo una frazione infinitesima di questa materia è parte di un qualche organismo vivente. Di questa già minuscola percentuale, poi, l'intera specie umana costituisce appena un decimillesimo.

Hai letto soltanto poche righe di questo libro e forse stai già riflettendo sul fatto che è proprio una bella fortuna essere in vita. Ma se non ne fossi ancora convinto, pensa alla quantità di coincidenze che ti hanno permesso di essere un organismo vivente e non un agglomerato di atomi inanimato. Per cominciare, a un certo punto della loro vita i tuoi genitori si sono dovuti incontrare, e già questo non è per niente scontato. Anche i loro genitori hanno dovuto incontrarsi, e lo stesso hanno dovuto fare i tuoi bisnonni e così via, a ritroso nel tempo, in uno sterminato susseguirsi di coincidenze.

È proprio così: tu sei il risultato di una lunghissima catena di riproduzioni biologiche e trasmissioni genetiche avvenute casualmente e con successo per miliardi di anni, eone dopo eone, specie dopo specie, sul terzo pianeta in

orbita intorno a una stella piuttosto comune, che si trova in uno dei bracci minori di una galassia a spirale barrata come ce ne sono a miliardi nel cosmo.

Se provi anche soltanto a immaginare la quantità di coincidenze che hanno permesso la tua presenza qui, oggi, ti accorgerai di quanto sia infinitesima la tua probabilità di esistere. Talmente minuscola che ora forse ti spingi addirittura a pensare che l'universo sia fatto appositamente per permetterti di esistere. Troppe coincidenze: respiri, vivi e in questo momento – coincidenza delle coincidenze – stai leggendo un libro che si intitola proprio *L'universo su misura*.

Senza vita, e in particolare vita intelligente, non ci sarebbe nessuno a osservare il cosmo, a interagire consapevolmente con esso. La nostra presenza rende questo universo un universo osservabile. E c'è di più: l'universo è semplice. O meglio, abbastanza semplice e regolare per essere compreso, almeno in parte, dalle nostre menti. Che sia anche questa una coincidenza?

Ma procediamo per punti.

Lo sforzo di tutte le scienze, e della fisica in particolare, consiste nello spiegare una grande quantità di fenomeni a partire dal minor numero possibile di assunti fondamentali. La fisica ha visto i suoi più grandi successi proprio quando è riuscita a “condensare” quanta più realtà in affermazioni il più compatte e generali possibile.

Prendiamo per esempio il bizzarro comportamento degli elementi chimici. Nel 1859 Dmitrij Mendeleev pubblicò la prima versione della tavola periodica, una tabella in cui gli elementi occupano precise posizioni definite dalle righe (i *periodi* che danno il nome alla tavola) e dal-

le colonne (i *gruppi*). Tali posizioni mettono in evidenza le regolarità nelle proprietà degli elementi chimici all'aumentare del loro peso atomico. La tavola di Mendeleev funzionava talmente bene che gli consentì addirittura di prevedere l'esistenza e le proprietà di elementi allora sconosciuti, come il gallio e il germanio.

Ma perché la tavola avesse proprio quella struttura e non un'altra rimase un mistero fino all'inizio del Novecento. Con l'avvento della meccanica quantistica si capì che gli atomi di qualunque elemento chimico sono fatti delle stesse tre particelle (protone, neutrone, elettrone) e che queste obbediscono a una sola equazione: l'equazione di Schrödinger. Gli elementi chimici non sono altro che le diverse soluzioni di questa straordinaria equazione. L'intera babele chimica può quindi essere spiegata – di più, *predetta* – a partire solamente da tre particelle e un'equazione.

Possiamo fare un esempio anche in campo astronomico. Le porte della comprensione del cielo si spalancano quando Isaac Newton capì che la gravità funziona allo stesso modo lassù, nello spazio, come quaggiù, sulla Terra. Fu lui a intuire per primo un fatto straordinario: le stesse equazioni che descrivono come una mela cade dall'albero ci dicono anche come gli astri si muovono nel cosmo. Il complicato disegno delle traiettorie descritte nel cielo dai corpi celesti più disparati poteva essere spiegato – di più, *predetto* – a partire da un'unica legge di gravitazione universale.

La legge di Newton venne poi corretta ed estesa nel secolo scorso, quando Einstein capì che spazio e tempo non sono entità separate e indipendenti bensì profondamente

interconnesse, facendo parte dello stesso tessuto che oggi chiamiamo *spaziotempo*. Un'altra "condensazione" di concetti, un altro passo in avanti nella comprensione del mondo naturale. La storia della fisica è la storia di come abbiamo progressivamente "distillato" la natura, riducendo sempre più il numero degli ingredienti fondamentali necessari a spiegare l'universo.

Ti starai quindi chiedendo: quali sono questi ingredienti? Di che cosa è fatto il mondo? La migliore descrizione che siamo riusciti a dare finora dell'universo ci dice che l'intero cosmo è composto di particelle elementari che possono interagire in quattro modi differenti, tra loro e con lo spaziotempo; altri due ingredienti che riteniamo esistere, ma che non abbiamo mai osservato direttamente, sono la materia oscura e l'energia oscura. E da questi elementi fondamentali deriva tutta la fisica. O, meglio, *quasi* tutta.

In questa descrizione dell'universo ci sono infatti dei parametri che non riusciamo a ricavare sulla base dei principi primi, dei numeri che misuriamo ma che non siamo ancora in grado di spiegare: sono i cosiddetti "parametri liberi" della fisica. Per esempio, non ci è ancora chiaro perché le particelle elementari hanno le masse che hanno e non altre. E come mai le intensità delle interazioni fondamentali sono proprio quelle? Oppure, perché la densità dell'energia oscura ha proprio quel valore e non uno diverso? Non lo sappiamo.

Come mai proprio quei numeri? I valori dei parametri liberi sono dovuti al caso oppure a una qualche necessità? Un bel grattacapo...

Certo, si può adottare un approccio pragmatico: in