

AMEDEO BALBI

Inseguendo un raggio di luce

**Alla scoperta della
teoria della relatività**



Rizzoli

AMEDEO BALBI

Inseguendo un raggio di luce

*Alla scoperta della
teoria della relatività*

Rizzoli

Pubblicato per

Rizzoli

da Mondadori Libri S.p.A.
Proprietà letteraria riservata
© 2021 Mondadori Libri S.p.A., Milano

ISBN 978-88-17-15912-8

Prima edizione: settembre 2021

Realizzazione editoriale: Netphilo Publishing, Milano

Inseguendo un raggio di luce

Dopo dieci anni di riflessioni, un tale principio emerse da un paradosso in cui mi ero imbattuto già all'età di sedici anni: se inseguissi un raggio di luce con velocità c (la velocità della luce nel vuoto), dovrei osservare tale raggio di luce come un campo elettromagnetico in quiete, sebbene oscillante nello spazio. Ma una cosa del genere non sembra esistere nell'esperienza, e neppure secondo le equazioni di Maxwell.

ALBERT EINSTEIN¹

Mi venne in mente la seguente domanda: se uno inseguisse un'onda luminosa alla velocità della luce, si ritroverebbe davanti un campo ondulatorio indipendente dal tempo. Ma una cosa del genere non sembra esistere! Questo fu il primo, infantile esperimento mentale legato alla teoria della relatività ristretta. Le scoperte non sono opera del pensiero logico, anche se il prodotto finale è costretto in una forma logica.

ALBERT EINSTEIN²

¹ *Autobiographical Notes*, in *Albert Einstein. Philosopher-Scientist*, a cura di Paul A. Schilpp, Tudor Publishing, New York 1951².

² *Autobiographische Skizze*, in *Helle Zeit – Dunkle Zeit. In Memoriam Albert Einstein*, a cura di Carl Seelig, Europa Verlag, Zurich 1956.

INTRODUZIONE

Verso la fine del diciannovesimo secolo, un adolescente tedesco non riusciva a togliersi dalla testa una strana domanda: se potessi inseguire un raggio di luce, viaggiando alla sua stessa velocità, cosa vedrei? Quell'adolescente si chiamava Albert Einstein e, come egli stesso ha raccontato più volte, nella sua domanda si nascondeva il germe da cui, in seguito, sarebbe nata la teoria della relatività.

La teoria della relatività non è solo la più grande creazione di Einstein. È anche una delle vette assolute dell'ingegno umano, una descrizione profonda, illuminante e sconcertante della natura della realtà. Ha completamente ridisegnato la nostra mappa del mondo, dando un nuovo significato a due concetti che ognuno di noi si illude di conoscere in modo intuitivo e viscerale: lo spazio e il tempo. Ci ha costretti a prendere atto che le cose sono molto più strane di quanto sembra suggerirci il senso comune.

Una delle ragioni dell'incredibile senso di meraviglia che qualunque fisico prova quando si avvicina per la prima volta alla relatività sta nel fatto che essa sembra allo stesso tempo semplice e profonda. È come se le sue conclusioni discendessero in modo logico e inesorabile da poche premesse, con un percorso che sembra del tutto ovvio

una volta che qualcuno ce l'abbia mostrato. Ma per accettarne completamente le conclusioni bisogna essere pronti a vertiginosi salti concettuali. Padroneggiarne tutti gli aspetti, poi, richiede l'uso di strumenti matematici estremamente sofisticati.

Tuttavia, le complicazioni matematiche non sono essenziali per comprendere lo spirito della relatività. I suoi punti fondamentali possono essere illustrati con esempi piuttosto accessibili: per la verità, il processo che ha portato alla formulazione della relatività è basato, in gran parte, proprio su intuizioni nate da semplici immagini, come quella dell'osservatore che insegue un raggio di luce. Einstein è stato, in questo, un caso abbastanza unico nella storia della scienza: un maestro nell'uso del cosiddetto *Gedankenexperiment*, termine tedesco che significa «esperimento mentale». Un esperimento mentale consiste nell'immaginare una situazione fisica, anche difficile o impossibile da realizzare in pratica, e nell'esplorarne le conseguenze concettuali. Nel creare la relatività, Einstein non ha solo immaginato di correre dietro alla luce: ha visualizzato con la fantasia treni in corsa, fulmini che cadono, calamite in movimento, persone che precipitano dai tetti, cabine sollevate da una fune, giostre in rotazione, e molto altro.

Questo libro è un tentativo di spiegare la relatività usando un approccio intuitivo, nello spirito degli esperimenti mentali einsteiniani. Proverò a distillarne gli elementi essenziali, seguendo un ordine approssimativamente cronologico, che riflette in parte il cammino fatto dallo stesso Einstein e dagli scienziati che ne hanno raccolto il testimone. È una storia lunga oltre un secolo, costellata di intuizioni straordinarie e di scoperte sorprendenti, inizia-

ta con Einstein, ma proseguita dopo di lui e certamente non ancora finita. Inizierò con le due formulazioni della relatività, quella ristretta e quella generale, mostrando come esse hanno alterato la nostra visione dello spazio e del tempo. Poi, esploreremo insieme le principali conseguenze della teoria di Einstein: i buchi neri, la struttura e l'evoluzione del cosmo, e l'esistenza delle onde gravitazionali.

La relatività è una teoria solida e straordinariamente ben testata. Tutto ciò di cui parlerò, quindi, per quanto strano o lontano dall'esperienza comune possa sembrare, è stato messo alla prova sperimentalmente, come sempre deve essere quando si fanno affermazioni scientifiche sulla realtà. Ma una parte del fascino della relatività sta anche nella sua capacità di evocare situazioni ipotetiche o paradossali, e nella possibilità di chiedersi «come sarebbe se?». Forse per questo è così amata dagli appassionati di fantascienza. Qua e là, dunque, aprirò delle finestre su argomenti speculativi, se non addirittura fantastici: una specie di pausa lungo il cammino, in cui ci prendiamo la libertà di volare con l'immaginazione.

Dopotutto, come capitò a quell'adolescente tedesco, a volte proprio le domande più fantasiose possono aprire la strada verso intuizioni profonde.