

**GĂURI NEGRE,  
GĂURI DE VIERME  
ȘI CĂLĂTORIA  
ÎN TIMP**

Jim Al-Khalili (n. 1962) este profesor de fizică teoretică la Universitatea din Surrey, Marea Britanie. Pe lângă cariera de cercetare în fizică nucleară, s-a dedicat popularizării științei prin articole, cărți, emisiuni radio și TV, devenind una dintre cele mai cunoscute persoane publice din Marea Britanie care prezintă publicului larg cercetările actuale din fizică și cosmologie. Pentru activitatea de popularizare a științei a fost distins cu Medalia Hawking pentru Comunicare Științifică, Premiul Faraday și Medalia Kelvin. Între cărțile sale amintim: *Nucleus: A Trip into the Heart of Matter*, *Quantum: A Guide for the Perplexed*, *Paradox: The Nine Greatest Enigmas in Science* și *The World According to Physics*. A editat, de asemenea, volumul *Etraterestrii: Ce spune știința despre viața în univers* (Humanitas, 2020).

JIM AL-KHALILI  
GĂURI NEGRE,  
GĂURI DE VIERME  
ȘI CĂLĂTORIA  
ÎN TIMP

Traducere din engleză  
de Vlad Zografi

 HUMANITAS  
BUCUREȘTI

Coperta: Ioana Nedelcu  
Tehnoredactor: Manuela Măxineanu  
Corector: Alina Dincă  
DTP: Andreea Dobreci, Dan Dulgheru

Tipărit la Livco Design

Jim Al-Khalili  
*Black Holes, Wormholes, and Time Machines*  
Copyright © 2012 by Taylor & Francis Group, LLC  
All rights reserved  
Authorised translation from the English language edition published  
by CRC Press, a member of the Taylor & Francis Group LLC

© HUMANITAS, 2021, pentru prezenta versiune românească

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României  
Al-Khalili, Jim  
Găuri negre, găuri de vierme și călătoria în timp / Jim Al-Khalili;  
trad. din engleză de Vlad Zografi. – București: Humanitas, 2021  
Conține bibliografie  
ISBN 978-973-50-7052-6  
I. Zografi, Vlad (trad.)  
52

EDITURA HUMANITAS  
Piața Presei Libere 1, 013701 București, România  
tel. 021.408.83.50, fax 021.408.83.51  
www.humanitas.ro

Comenzi online: [www.libhumanitas.ro](http://www.libhumanitas.ro)  
Comenzi prin e-mail: [vanzari@libhumanitas.ro](mailto:vanzari@libhumanitas.ro)  
Comenzi telefonice: 0723.684.194

Pentru Julie, David și Kate

# Cuprins

Prefață .....	9
Mulțumiri .....	13
Introducere .....	15
PARTEA I. Spațiul	
1. A patra dimensiune .....	27
2. Materia și gravitația .....	46
3. Universul .....	67
4. Găurile negre .....	110
PARTEA A II-A. Timpul	
5. Timpurile se schimbă .....	145
6. Timpul lui Einstein .....	177
7. Paradoxurile călătoriei în timp .....	216
PARTEA A III-A. Mașinile timpului	
8. Găurile de vierme .....	239
9. Cum să construiești o mașină a timpului .....	262
10. Ce știm?.....	287
Sugestii pentru lecturi suplimentare .....	305

## Prefață

În ultimii ani am asistat la o explozie a numărului cărților și programelor de televiziune care popularizează ideile și teoriile științifice actuale, făcându-le accesibile unui public larg. Mai este așadar nevoie de încă o carte despre un subiect care s-a bucurat de mai multă atenție decât majoritatea celorlalte: natura spațiului și timpului și originea universului nostru? Ieri m-am uitat la site-ul unuia dintre cele mai mari cluburi de cărți de pe Internet. La categoria „știință și natură“, am căutat toate cărțile care conțin cuvântul „timp“ în titlu. Am găsit 29. Desigur, *Scurtă istorie a timpului* a lui Stephen Hawking e cea mai cunoscută, dar mai erau multe altele cu titluri precum *Despre timp*, *Nașterea timpului*, *Marginea timpului*, *Fluviul timpului* și așa mai departe. Se pare că întrebările privind natura timpului la nivel fundamental sunt acum principalul subiect de interes. Ce m-a surprins a fost că multe dintre acele 29 de titluri apăruseră *după* ce am început să scriu cartea de față.

Autori celebri precum Paul Davies, John Gribbin și Richard Dawkins au fost figuri emblematice pentru mine, pe când eram student, la mijlocul anilor 1980. Ei se adresau însă celor deja inițiați. În cel mai bun caz, vizau „omul de rând inteligent“, indiferent ce-o fi însemnând asta. Ambiția mea a fost deci să scriu o carte la nivel elementar, care să explice câteva dintre ideile și teoriile din fizica modernă așa încât *oricine* să le înțeleagă, cu condiția, desigur, să fie suficient de interesat

pentru a alege de la bun început să citească o asemenea carte. Am încercat de asemenea s-o fac ceva mai amuzantă, dorindu-mi (pesemne fără prea mult succes) un fel de „Stephen Hawking se întâlnește cu Terry Pratchett“.

Mulți oameni de știință ar spune că subiecte dificile precum teoriile lui Einstein pot fi doar vulgarizate, ajungând la un nivel la care explicațiile nu mai sunt corecte. Nu-mi place termenul „vulgarizare“, îți dă un aer de superioritate. Deși e flautant să fii considerat de societate mai inteligent decât oricine altcineva, savanții nu sunt decât oameni care au petrecut mulți ani antrenându-se să înțeleagă jargonul relevant, noțiuni abstracte și formule matematice. Partea grea e să traduci aceste cuvinte și idei așa încât să le poată înțelege și cineva lipsit de antrenamentul lor.

Am conceput această carte gândindu-mă la un public de adolescenți, dar ea se adresează oricui găsește titlul fascinant sau contrariant. Nu contează dacă n-ai mai citit nici o carte de știință de la vârsta de cincisprezece ani.

Așadar, cum s-a născut această carte? Ei bine, cu vreo trei ani în urmă, Bill Gelletly, șeful departamentului de fizică de la Universitatea din Surrey, mi-a propus să țin o prelegere despre „găurile de vierme“, în cadrul seriei de conferințe despre subiecte de interes din fizica modernă adresate studenților din anul întâi. Desigur, un asemenea subiect nu face parte din programa lor de studiu tradițională. De fapt, fanii serialului *TV Star Trek: Deep Space Nine* știu probabil mai multe despre găurile negre decât un fizician oarecare. În fine, mi s-a părut că ar fi amuzant, și m-am pregătit pentru prelegere prin lecturi legate de context. Am fost surprins să văd în public mulți studenți din alți ani, precum și cercetători postdoctorali și cadre didactice. Părea să fi fost ceva magic în titlu.

An de an, departamentul meu trimite școlilor și colegiilor din oraș o listă de vorbitori dintre cadrele didactice și de titluri de conferințe. Este în primul rând o formă de publicitate, în speranța că aceste conferințe ar atrage noi studenți către depar-



tamentul nostru. M-am oferit să vorbesc despre găurile de vierme. Succesul a fost atât de mare, încât Institutul de Fizică m-a invitat să fiu în 1998 „conferențiarul școlilor“. Asta a presupus să călătoresc prin toată țara și să vorbesc de fiecare dată în fața unui public de sute de elevi între 14 și 16 ani, investind un efort mare în pregătirea conferințelor. Am descoperit că adunam mult mai mult material fascinant decât ar fi încăput într-o prelegere de o oră, așa că m-am hotărât să-i dau forma unei cărți.

M-am străduit să-mi aduc pe cât posibil materialul la zi. De fapt, când am primit manuscrisul înapoi de la editură pentru ultimele corecturi și modificări, a trebuit să revizuiesc complet capitolul despre cosmologie. Descoperiri astronomice recente, din lunile trecute de când începusem să scriu acel capitol, au schimbat ideile noastre privind dimensiunea și forma universului.

Jim Al-Khalili

Portsmouth, Anglia, iulie 1999

## Despre ediția a doua

Au trecut doisprezece ani de la publicarea pentru prima dată a acestei cărți, așa încât, atunci când editura Taylor & Francis m-a întrebat dacă vreau să fac modificări sau adăugiri, am profitat de ocazie. La urma urmei, deși nu s-a ivit un al doilea Einstein care să schimbe fața fizicii în primul deceniu al noului mileniu, au apărut destule idei și descoperiri noi care să îndreptățească augmentarea unor capitole din cartea de față. În cea mai mare parte, cartea rămâne exact așa cum a fost, dar mi-am luat libertatea de a actualiza unele dintre povestiri.

Jim Al-Khalili

Portsmouth, Anglia, mai 2011

# Introducere

## O EPOCĂ PASIONANTĂ

*„De-acum e timpul“, zise Morsa,  
„de lucruri multe ca să discutăm“...*

— LEWIS CARROLL, Alice în Țara din Oglindă\*

*...de-atomi, de stele și de galaxii e vorba,  
ce-nseamnă găurile negre, precum și dacă  
spațiul lui Einstein se poate într-atât curba  
încât mașina timpului posibilă s-o facă.*

Această carte se adresează tuturor oamenilor – cam toți cei pe care-i cunosc – incitați de noțiuni exotice precum găurile negre, deformările spațiului, big bang, călătoria în timp și universurile paralele. Scriind cartea, m-am întrebat dacă cititorul neinițiat poate afla ceva mai mult despre ideile din fizica modernă fără să simtă în prealabil pornirea de a se asigura că inteligența lui este la înălțimea unei asemenea sarcini.

Subiectul cărții a fost tratat la diferite niveluri. La cel mai înalt nivel se află textele de specialitate și monografiile destinate celor care lucrează în domeniu. Sunt cărți de vrăjitorie, descifrabile doar de puținii privilegiați. Apoi vin manualele universitare. Și ele conțin vrăji, dar nu foarte puternice. Urmează

---

\* Traducere de Antoaneta Ralian, Editura Art, București, 2012. (N. t.)

limita superioară a literaturii de popularizare. Asemenea cărți sunt destinate nespecialiștilor, odată ce conțin puțină matematică, sau nu conțin deloc matematică. Ele nu-i atrag însă decât pe aceia care fie aparțin altor domenii ale științei, fie sunt deja amatori de asemenea cărți și au citit despre subiect.

Scriind această carte, am făcut așadar toate eforturile de a elimina pe cât posibil jargonul științific. Autorii de popularizare a științei se pricep tot mai bine să explice noțiuni complexe folosind cuvinte simple. Uneori însă ne va scăpa câte un cuvânt în „jargonează“, care ne e atât de familiar încât uităm că nu are același înțeles pentru toată lumea.

## ZECE MINUTE SCURTE SAU LUNGI?

Într-o vară, pe când aveam zece sau unsprezece ani, m-a fascinat ideea de timp. De unde provine? Am inventat-o noi, sau a existat dintotdeauna? Mai poate fi influențat trecutul? Întrebări profunde pentru un puști. Dar înainte să mă luați drept un copil-minune, dați-mi voie să vă spun care era ideea mea de călătorie în timp. Știam că de cealaltă parte a lumii, undeva în mijlocul Pacificului, exista o linie invizibilă unind Polul Nord cu Polul Sud care împărțea lumea în Azi și Ieri! Dacă un vapor era ancorat chiar pe linia asta, la un capăt al lui putea să fie marți, ora 9:00 dimineața, iar la celălalt capăt luni, ora 10:00 dimineața. Evident, era un exemplu de călătorie în timp, doar plimbându-te pe punte câțiva metri!

Mă rog, știam că era aici ceva dubios, și într-o seară tata mi-a explicat că fusurile orare sunt invenții ale oamenilor. De pildă, dacă se decreta că, atunci când la New York e miezul nopții, la Londra e deja ora 5:00 a.m., nu era decât un mijloc de a face așa încât orele zilei să fie cam aceleași pentru toți, deși nu simultan, odată ce Pământul se rotește, iar diferitele țări

sunt orientate diferit față de Soare. Am înțeles oarecum, însă mă simțeam dezamăgit. „Timpul“ însemna fără îndoială mai mult decât atât, era ceva mai misterios. Îmi închipuiam că timpul curge în ritmuri diferite, în funcție de starea mea sufletească. Ceasurile încetineau cu siguranță spre sfârșitul orelor de la școală, iar pe măsură ce se apropia ziua mea de naștere, săptămânile și zilele aproape că se opreau în loc.

A venit acum rândul copiilor mei să ajungă la aceste concluzii. Când le spun că în zece minute trebuie să-și strângă jucăriile, mă întrebă cu toată seriozitatea dacă sunt zece minute scurte, medii sau lungi. E limpede că pentru un copil timpul se scurge foarte încet. Când ai cinci ani, un an durează foarte mult, odată ce înseamnă o cincime din viața ta, dar pe măsură ce îmbătrânim anii trec tot mai repede: nu-ți vine să crezi că a venit din nou Crăciunul sau că au trecut trei ani de când n-ai mai fost în cutare loc.

Undeva în adânc știm că timpul curge în ritm constant. Dacă îl întrebi pe un om de știință cât de repede se scurge timpul, îți răspunde de regulă că ritmul este de o secundă pe secundă. În cultura noastră credem că, indiferent de senzația subiectivă legată de trecerea timpului, există un ceas cosmic care indică secunde, minutele, orele, zilele și anii, pretutindeni în univers, neîncetat și inexorabil, iar în privința asta nu putem face nimic.

Sau putem? Chiar există un asemenea timp cosmic? Fizica modernă ne-a arătat că nu, iar dovezile sunt de nezdruccinat. De fapt, înainte să merg mai departe, trebuie să vă spun că știm cu certitudine absolută că *e posibilă călătoria în timp spre viitor*. Oamenii de știință au efectuat multe experimente care dovedesc fără dubii că e posibilă. Dacă aveți vreo îndoială privind această informație uimitoare, aflați că nu-i vorba de vreun secret păstrat cu strășnicie, ci doar de faptul că n-ați urmat un curs de relativitate specială. Totul va fi dezvăluit, sper, în cartea de față.

## BUNUL-SIMȚ

Trebuie să recunosc că majoritatea oamenilor nu prea au habar de cele două teorii ale relativității ale lui Einstein (da, sunt două). Așa că nu mă miră răspunsul pe care-l primesc când le spun prietenilor mei nefamiliarizați cu știința că nimic nu poate călători mai repede decât lumina. „De unde știi?” îmi zic ei. „Dacă oamenii de știință n-au găsit ceva care călătorește mai repede decât lumina, asta nu înseamnă că într-o bună zi n-o să fii obligat să-ți iei cuvintele înapoi. Ar trebui să fii mai deschis față de alte posibilități care nu ți-au trecut prin minte. Imaginează-ți că arăți un televizor unui trib izolat din jungla Amazonului care n-a mai văzut niciodată așa ceva” etc. Nu mă deranjează deloc răspunsul ăsta, fiindcă e tocmai atitudinea pe care aș vrea s-o aibă cititorul cărții de față. Vreau să fie deschis și să poată accepta o nouă perspectivă, chiar dacă e în răspăr cu certitudinile lui sau cu ceea ce am numi simplu bunul-simț.

Albert Einstein e citat că ar fi spus odată că bunul-simț nu înseamnă decât prejudecățile pe care le-am dobândit la vârsta de optsprezece ani. Așa încât, pentru tribul amazonian care n-a văzut niciodată un televizor, ar fi împotriva bunului-simț existența unei cutii care le vorbește și le arată imagini din lumea întreagă. (Mă rog, presupunând că au electricitate!) Cred că veți fi totuși de acord că, după ce le vom fi vorbit amazonienilor destul despre unde radio, dispozitive electronice moderne și toate celelalte lucruri care fac ca un televizor să funcționeze, vor accepta în cele din urmă să-și schimbe perspectiva asupra lumii, așa încât această nouă informație să nu le mai contrazică bunul-simț.

La începutul secolului XX au apărut câteva noi teorii științifice care, cel puțin până acum, s-au dovedit a fi corecte. Ele sunt răspunzătoare pentru aproape întreaga știință și tehnologie modernă. Faptul că avem ceasuri digitale, calculatoare, televizoare, cuptoare cu microunde, CD playere și cam toate

celelalte aparate dovedește că aceste teorii, chiar dacă nu ne spun totul, descriu în mare măsură corect lumea din jurul nostru. Teoriile la care mă refer sunt relativitatea și mecanica cuantică. O teorie de succes prezice ce s-ar întâmpla în anumite condiții: dacă fac cutare lucru, atunci, conform teoriei mele, se întâmplă cutare lucru. Dacă efectuez un experiment și găsesc că predicțiile teoriei au fost corecte, e o dovadă în sprijinul teoriei. Dar o teorie nu-i același lucru cu o lege.

Legea gravitației spune că toate corpurile din univers se atrag reciproc cu o forță care depinde de masele lor și de distanțele dintre ele. Nu încapе îndoială, și cu toate că știm că trebuie modificată atunci când avem de-a face cu corpuri de masă foarte mare, cum sunt găurile negre, avem deplină încredere în ea atunci când descriem căderea obiectelor pe Pământ. O teorie e bună însă doar atâta vreme cât nu apare una mai bună care îi demonstrează falsitatea. Nu putem demonstra o teorie, putem doar demonstra că e falsă, iar o teorie de succes e una care rezistă probei timpului. În ciuda a ceea ce își închipuie ceilalți, majoritatea oamenilor de știință își doresc mai presus de orice să demonstreze că o teorie științifică e falsă, și este cu atât mai bine cu cât teoria e mai respectabilă. Așadar, din moment ce mecanica cuantică și relativitatea lui Einstein au rezistat vreme de un secol, în ciuda eforturilor fizicienilor de a demonstra că sunt false, sau măcar au fisuri ori puncte slabe, trebuie să recunoaștem că ele sunt probabil corecte, sau cel puțin ne duc pe drumul cel bun.

## ÎN APOI ÎN VIITOR

Îmi cer scuze, am divagat. Trebuie să mă întorc la problema posibilității călătoriei în timp, am să revin la teoria relativității. Vreau numai să vă stârnesc apetitul cu un *fapt* straniu, dar adevărat: dacă ai călători într-o rachetă la viteze apropiate de