

TEORIA UNIVERSALĂ

Stephen Hawking este una dintre cele mai mari personalități științifice ale epocii noastre. Timp de treizeci de ani a fost profesor la Universitatea Cambridge și a primit numeroase premii și distincții. Recent, i-a fost decernată Medalia Prezidențială a Libertății. În afară de cercetările sale din domeniul cosmologiei și fizicii fundamentale, a publicat cărți adresate publicului larg: *Scurtă istorie a timpului*, *Visul lui Einstein și alte eseuri*, *Universul într-o coajă de nucă* și (împreună cu Leonard Mlodinow) *O mai scurtă istorie a timpului*, toate apărute în traducere românească la Editura Humanitas. Trăiește la Cambridge, în Anglia.

STEPHEN W. HAWKING

TEORIA UNIVERSALĂ

ORIGINEA ȘI SOARTA UNIVERSULUI

Traducere din engleză de
MIRELA BĂBĂLÎC

 HUMANITAS
BUCUREȘTI

Redactor: Vlad Zografi
Coperta: Ioana Nedelcu
Tehnoredactor: Manuela Măxineanu
DTP: Iuliana Constantinescu, Dan Dulgheru
Corector: Cristina Jelescu

Tipărit la Proeditură și Tipografie

Stephen W. Hawking
The Theory of Everything. The Origin and Fate of the Universe
Copyright © Phoenix Books
All rights reserved.

© HUMANITAS, 2014, pentru prezenta versiune românească

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
HAWKING, STEPHEN W.
Teoria universală: originea și soarta universului /
Stephen W. Hawking, trad.: Mirela Băbălic. – București:
Humanitas, 2014
ISBN 978-973-50-4373-5
I. Băbălic, Mirela (trad.)
530.12:524.8

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
Comenzi prin e-mail: vanzari@libhumanitas.ro
Comenzi telefonice: 0372 743 382; 0723 684 194

Introducere

În această serie de prelegeri voi încerca să ofer un rezumat a ceea ce credem că este istoria universului, de la big bang la găurile negre. În prima prelegere voi prezenta pe scurt ideile din trecut despre univers și felul în care s-a ajuns la imaginea actuală. Aceasta s-ar putea numi istoria istoriei universului.

În a doua prelegere voi arăta că teoriile lui Newton și Einstein despre gravitație au dus la concluzia că universul nu poate fi static; el trebuie fie să se dilate, fie să se contracte. De aici rezultă că a existat un moment, cu zece–douăzeci de miliarde de ani în urmă, când densitatea universului era infinită. Acesta poartă numele de big bang. El se presupune a fi începutul universului.

În a treia prelegere voi vorbi despre găurile negre. Ele se formează atunci când o stea masivă sau un corp și mai mare se prăbușește în sine, sub atracția propriei sale gravitații. Conform relativității generale a lui Einstein, cel care ar fi atât de nesăbuit încât să cadă într-o gaură neagră ar fi pierdut pe veci. Nu va mai putea ieși. Din perspectiva lui, istoria se va sfârși într-o

singularitate. Pe de altă parte însă, teoria relativității generale este o teorie clasică – nu ține cont de principiul incertitudinii din mecanica cuantică.

În a patra prelegere voi arăta că mecanica cuantică permite energiei să se scurgă afară din găurile negre. Găurile negre nu sunt chiar atât de negre pe cât se spune.

În a cincea prelegere voi aplica ideile mecanicii cuantice big bang-ului și originii universului. Aceasta conduce la ipoteza că spațiul-timp poate fi finit, fără a avea însă o frontieră sau o margine. Ar semăna cu suprafața Pământului, dar având două dimensiuni în plus.

În prelegerea a șasea voi arăta că această ipoteză privind frontiera ar putea explica de ce trecutul e atât de diferit de viitor, deși legile fizicii sunt simetrice în raport cu timpul.

În fine, în a șaptea prelegere voi prezenta încercările noastre de a găsi o teorie unificată care să includă mecanica cuantică, gravitația și toate celelalte interacțiuni din fizică. Dacă vom reuși acest lucru, vom înțelege cu adevărat universul și locul nostru în el.

PRIMA PRELEGERE
Idei despre univers

Pe la 340 î.Cr., în cartea sa *Despre cer*, Aristotel a prezentat două argumente solide în favoarea ideii că Pământul e o minge rotundă, iar nu un disc întins. Mai întâi, el a înțeles că eclipsele de Lună sunt provocate de trecerea Pământului între Soare și Lună. Umbra Pământului pe Lună e întotdeauna rotundă, ceea ce nu e cu puțință decât dacă Pământul e sferic. Dacă Pământul ar fi un disc plat, umbra lui ar fi alungită și eliptică, cu excepția cazului în care eclipsa s-ar produce de fiecare dată în momentul în care Soarele se află exact deasupra centrului discului.

În al doilea rând, grecii știau din călătoriile lor că Steaua Polară apare mai jos pe cer când e privită din sud decât atunci când e privită din regiunile nordice. Din diferența dintre pozițiile Stelei Polare atunci când e privită din Egipt și atunci când e privită din Grecia, Aristotel a estimat că circumferința Pământului este de patru sute de mii de stadii. Nu știm cu precizie ce lungime avea un stadiu, dar pesemne că era de aproximativ două sute de metri. Aceasta ar face ca estimarea

lui Aristotel să fie de vreo două ori mai mare decât valoarea acceptată în prezent.

Grecii aveau și un al treilea argument în favoarea faptului că Pământul trebuie să fie rotund, altminteri de ce atunci când apare o corabie la orizont mai întâi se văd pânzele și abia apoi carena? Aristotel credea că Pământul rămâne nemișcat, iar Soarele, Luna, planetele și stelele se mișcă pe orbite circulare în jurul Pământului. Credința lui se întemeia pe motive mistice: Pământul este centrul universului, iar mișcarea circulară e cea mai desăvârșită.

Ideea a fost dezvoltată de Ptolomeu, în secolul I d.Cr., într-un model cosmologic complet. Pământul era în centru, înconjurat de opt sfere pe care se aflau Luna, Soarele, stelele și cele cinci planete cunoscute la acel moment: Mercur, Venus, Marte, Jupiter și Saturn. Planetele se mișcau pe cercuri mai mici atașate sferelor respective, explicându-se astfel complicatele lor traiectorii observate pe cer. Pe sfera cea mai îndepărtată se găseau așa-numitele stele fixe, care ocupă mereu aceleași poziții unele în raport cu altele, dar se rotesc împreună pe bolta cerului. Ce se afla dincolo de ultima sferă nu era limpede, însă cu siguranță nu ținea de universul pe care omul îl putea observa.

Modelul lui Ptolomeu oferea un sistem suficient de precis pentru a prezice pozițiile corpurilor cerești. Dar, pentru ca predicțiile să fie corecte, Ptolomeu a trebuit să presupună că Luna urmează o traiectorie care o aduce uneori de două ori mai aproape de Pământ decât în alte dăți. Așadar, Luna trebuia să apară uneori de două ori

mai mare decât de obicei. Ptolomeu era conștient de acest neajuns, și totuși modelul său a fost în general acceptat, chiar dacă nu de toată lumea. El a fost adoptat de Biserică drept imagine a universului în conformitate cu Biblia. Avea marele avantaj că lăsa mult spațiu în afara sferei stelelor fixe pentru rai și iad.

Un model mult mai simplu a fost propus în 1514 de un preot polonez pe nume Nicolaus Copernic. La început, temându-se că va fi acuzat de erezie, Copernic și-a publicat modelul sub protecția anonimatului. Ideea lui era că Soarele stă nemișcat în centrul universului, iar Pământul și planetele se deplasează pe orbite circulare în jurul Soarelui. Din păcate pentru Copernic, a trebuit să treacă aproape un secol pentru ca această idee să fie luată în serios. Apoi, doi astronomi – germanul Johannes Kepler și italianul Galileo Galilei – au început să susțină deschis teoria lui Copernic, în ciuda faptului că orbitele pe care le prezicea nu se potriveau perfect cu cele observate. Decesul teoriei aristotelic-ptolomaice a survenit în 1609. În acel an Galileo a început să observe cerul nopții cu telescopul, instrument care tocmai fusese inventat.

Când a privit planeta Jupiter, Galilei a descoperit că era însoțită de câțiva sateliți mici, sau luni, care se roteau în jurul ei. Acest fapt sugera că nu orice corp ceresc trebuia neapărat să se rotească în jurul Pământului, așa cum crezuseră Aristotel și Ptolomeu. Desigur, încă era cu puțință să crezi că Pământul rămânea nemișcat în centrul universului, și că lunile lui Jupiter se deplasau pe traiectorii extrem de complicate în jurul Pământului,

lăsând impresia că se rotesc în jurul lui Jupiter. Totuși, teoria lui Copernic era mult mai simplă.

Cam în aceeași vreme, Kepler a modificat teoria lui Copernic, arătând că planetele nu se mișcă pe cercuri, ci pe elipse. Acum predicțiile erau în sfârșit conforme cu observațiile. În ceea ce-l privea pe Kepler, orbitele eliptice erau doar o ipoteză ad-hoc – una chiar respingătoare, deoarece elipsele nu aveau perfecțiunea cercurilor. După ce a descoperit aproape din întâmplare că orbitele eliptice se potriveau bine observațiilor, nu reușea să se împace cu ideea lui Copernic că planetele se rotesc în jurul Soarelui sub acțiunea unor forțe magnetice.

O explicație a fost dată abia mult mai târziu, în 1687, când Newton și-a publicat *Principiile matematice ale filozofiei naturale*, pesemne cea mai importantă carte din istoria fizicii. Newton nu numai că a propus aici o teorie privind mișcarea corpurilor în spațiu și timp, ci a și elaborat sistemul matematic necesar pentru analiza acestei mișcări. În plus, Newton a postulat o lege a gravitației universale, conform căreia fiecare corp din univers este atras de toate celelalte corpuri cu o forță care e cu atât mai puternică cu cât masele corpurilor sunt mai mari și cu cât distanța dintre ele e mai mică. Era vorba despre aceeași forță care face ca, pe Pământ, corpurile să cadă. Povestea care spune că lui Newton i-ar fi căzut un măr în cap este aproape sigur apocrifă. Tot ce a spus Newton despre asta a fost că ideea gravitației i-a venit pe când reflecta la căderea unui măr. Newton a continuat arătând că, potrivit legii sale, gravitația face ca Luna să se miște pe o orbită

eliptică în jurul Pământului, și ca Pământul și celelalte planete să urmeze traiectorii eliptice în jurul Soarelui. Modelul lui Copernic a scăpat de sferele cerești ale lui Ptolomeu și, odată cu ele, de ideea că universul ar avea o frontieră naturală. Stelele fixe nu păreau să-și schimbe pozițiile relative pe măsură ce Pământul se rotea în jurul Soarelui. Era așadar firesc să presupunem că stelele fixe erau obiecte la fel ca Soarele nostru, dar mult mai îndepărtate, ceea ce ridica o problemă. Newton și-a dat seama că, în conformitate cu teoria sa despre gravitație, planetele ar trebui să se atragă între ele; se părea deci că nu puteau rămâne nemișcate. Nu vor cădea oare toate una peste alta la un moment dat?

Într-o scrisoare din 1691 către Richard Bentley, un alt gânditor de seamă din epoca sa, Newton susținea că acest fenomen chiar s-ar întâmpla dacă ar exista numai un număr finit de stele. S-a gândit însă că, dacă ar exista un număr infinit de stele, distribuite mai mult sau mai puțin uniform într-un spațiu infinit, fenomenul acesta nu s-ar petrece, deoarece n-ar exista un punct central în care să cadă toate. Acest argument este o dovadă a capcanelor care îți pot ieși în cale atunci când vorbești despre infinit.

Într-un univers infinit, fiecare punct poate fi considerat drept centru, deoarece are un număr infinit de stele oriunde ai privi în jurul lui. Abordarea corectă, după cum s-a înțeles abia mult mai târziu, este să consideri situația finită în care toate stelele cad unele peste celelalte. Ne întrebăm atunci cum s-ar schimba

lucrurile dacă am adăuga mai multe stele, distribuite aproximativ uniform în afara acestei regiuni. Conform legii lui Newton, stelele suplimentare nu ar diferi cu nimic de cele inițiale, și astfel stelele ar cădea toate în același loc la fel de repede. Putem adăuga oricât de multe stele vrem, iar acestea vor continua să cadă întotdeauna unele peste altele. Știm acum că e imposibil să avem un model static infinit al universului în care gravitația să fie întotdeauna atractivă.

Faptul că nimeni nu s-a gândit că universul se extinde sau se contractă reflectă atmosfera intelectuală dinaintea secolului XX. Se credea în genere fie că starea universului a fost dintotdeauna aceeași, fie că a fost creat la un anumit moment din trecut, arătând în linii mari la fel ca azi. În parte, aceasta se datoră probabil atât tendinței oamenilor de a crede în adevăruri eterne, cât și faptului că oamenii se consolau cu gândul că, deși ei îmbătrânesc și mor, universul e neschimbător.

Nici măcar cei care și-au dat seama că teoria newtoniană a gravitației arată că universul nu poate fi static nu s-au gândit că acesta ar putea fi în expansiune. Ei au încercat în schimb să modifice teoria, impunând ca forța gravitațională să fie repulsivă la distanțe foarte mari. Acest lucru nu afecta prea mult predicțiile asupra mișcării planetelor, dar permitea o distribuție infinită a stelelor pentru a rămâne în echilibru, forțele de atracție dintre stelele apropiate fiind echilibrate de forțele repulsive față de cele mai îndepărtate.

Cuprins

<i>Introducere</i>	5
PRIMA PRELEGERE	
Idei despre univers	7
A DOUA PRELEGERE	
Universul în expansiune	19
A TREIA PRELEGERE	
Găurile negre	41
A PATRA PRELEGERE	
Găurile negre nu-s chiar atât de negre	63
A CINCEA PRELEGERE	
Originea și soarta universului	83
A ȘASEA PRELEGERE	
Direcția timpului	109
A ȘAPTEA PRELEGERE	
Teoria universală	123