

ESTE DUMNEZEU MATEMATICIAN?

Mario Livio este astrofizician și lucrează la Space Telescope Science Institute din Baltimore. Munca sa de cercetare îmbrățișează un domeniu vast din astrofizică și cosmologie. A publicat peste patru sute de articole de specialitate, dar ține frecvent conferințe pe teme științifice adresate publicului larg. Este autorul a două cărți de mare succes – *Secțiunea de aur* și *Ecuatia care nu a putut fi rezolvată* –, ambele apărute și în traducere românească la Editura Humanitas.

MARIO LIVIO

ESTE DUMNEZEU MATEMATICIAN?

Traducere din engleză de
ANCA FLORESCU-MITCHELL

 HUMANITAS
BUCUREȘTI

Redactor: Vlad Zografi
Coperta: Angela Rotaru
Tehnoredactor: Manuela Măxineanu
Corectori: Iuliana Pop, Patricia Rădulescu
DTP: Mihaela Biscărean, Dan Dulgheru

Mario Livio
Is God a Mathematician?
Copyright © 2009 by Mario Livio
Originally published by Simon & Schuster, Inc.
All rights reserved.

© HUMANITAS, 2011, pentru prezenta versiune românească

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
LIVIO, MARIO

Este Dumnezeu matematician? / Mario Livio; trad.: Anca Florescu-Mitchell. –

București: Humanitas, 2011

Bibliogr.

ISBN 978-973-50-3352-1

I. Florescu-Mitchell, Anca (trad.)

51

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: 021 311 23 30 / 0372 189 509

Pentru Sofie

Prefață

Dacă lucrezi în cosmologie – studiul cosmosului în întregul lui – se întâmplă să primești săptămânal câte o scrisoare, un e-mail sau un fax din partea cuiva care vrea să-ți prezinte propria *lui* teorie despre univers (ei, da, întotdeauna e vorba de bărbați). Cea mai mare greșală pe care o poți face e să răspunzi politicos că ai vrea să afli mai multe. Consecința imediată e un puhoi de mesaje. Cum poți împiedica asaltul? O tactică pe care am găsit-o eficientă (lăsând la o parte impolitețea de a nu răspunde deloc) e să subliniezi un adevăr simplu: atâta vreme cât o teorie nu e formulată precis în limbaj matematic, e imposibil să-i evaluăm relevanța. Acest răspuns îi descurajează pe cei mai mulți cosmologi amatori. Realitatea este că, fără matematică, cosmologii din zilele noastre n-ar putea face nici cel mai mic pas în încercarea de a înțelege legile naturii. Matematica oferă structura de rezistență care susține orice teorie despre univers. Lucrul e cu atât mai surprinzător dacă ne dăm seama că însăși natura matematicii nu este pe deplin lămurită. După cum spunea filozoful britanic Sir Michael Dummett: „Cele mai abstracte discipline intelectuale, filozofia și matematica, provoacă aceeași perplexitate: *cu ce* se ocupă ele? Perplexitatea nu provine doar din ignoranță: chiar și specialiștilor din aceste domenii le e greu să răspundă la întrebare.“

În această carte încerc cu modestie să lămuresc unele aspecte ale esenței matematicii, precum și natura relației dintre matematică și lumea pe care o observăm. Desigur, cartea nu se vrea o

istorie cuprinzătoare a matematicii, ci urmărește cronologic evoluția unor concepte importante pentru înțelegerea rolului matematicii în imaginea pe care ne-o facem despre cosmos.

Mulți au contribuit, direct și indirect, timp îndelungat, la ideile prezentate în această carte. Aș vrea să mulțumesc lui Sir Michael Atiyah, Gia Dvali, Freeman Dyson, Hillel Gauchman, David Gross, Sir Roger Penrose, Lord Martin Rees, Raman Sundrum, Max Tegmark, Steven Weinberg și Stephen Wolfram, pentru schimburi de idei foarte folositoare. Îi sunt îndatorat lui Dorothy Morgenstern Thomas pentru permisiunea de a folosi textul complet al relatării lui Oscar Morgenstern despre întâlnirea lui Kurt Gödel cu cei de la Serviciul de Imigrație și Naturalizare al Statelor Unite. William Christens-Barry, Keith Knox, Roger Easton și, în special, Will Noel au avut amabilitatea să-mi dea explicații detaliate în legătură cu eforturile depuse în descifrarea Palimpsestului lui Arhimede. Mulțumiri aparte i se cuvin Laurei Garbolino pentru că mi-a oferit materiale esențiale și documente rare privind istoria matematicii. Mulțumesc, de asemenea, departamentelor colecțiilor speciale de la Universitatea John Hopkins, Universitatea din Chicago și Biblioteca Națională a Franței, pentru că mi-au pus la dispoziție câteva manuscrise rare.

Îi sunt recunoscător lui Stefano Casertano pentru ajutorul acordat la traducerile dificile din latină, precum și doamnelor Elizabeth Fraser și Jill Lagerstrom pentru inestimabilul sprijin bibliografic și lingvistic (însoțit întotdeauna de un zâmbet).

Mulțumiri deosebite i se cuvin lui Sharon Toolan pentru contribuția profesionistă la pregătirea manuscrisului pentru tipar și doamnelor Ann Field, Krista Wildt și Stacey Benn pentru întocmirea anumitor figuri.

Orice autor (sau autoare) ar trebui să se considere norocos (sau norocoasă) dacă s-ar bucura din partea soției (sau soțului) de sprijinul și de răbdarea de care am beneficiat eu din partea soției mele, Sofie, în cursul îndelungatei perioade în care am scris această carte.

În fine, aș vrea să-i mulțumesc agentei mele, Susan Rabiner, fără de a cărei încurajare această carte n-ar fi existat. Îi sunt, de

asemenea, profund îndatorat editorului meu, Bob Bender, pentru lectura atentă a manuscrisului și observațiile pătrunzătoare, Johannei Li pentru sprijinul neprețuit la apariția cărții, Lorettei Danner și lui Amy Ryan pentru tehnoredactare, Victoriei Meyer și lui Katie Grinch pentru promovarea cărții, precum și întregii echipe de producție și marketing de la Editura Simon & Schuster pentru munca ei susținută.

CAPITOLUL I

Misterul

Cu câțiva ani în urmă am ținut o conferință la Universitatea Cornell. Pe una dintre imaginile proiectate de mine se putea citi: „Este Dumnezeu matematician?“ Îndată ce a apărut imaginea, l-am auzit pe un student din primul rând rostind nervos: „Oh, Doamne, sper că nu!“

Întrebarea mea retorică nu era o încercare filozofică de a-l defini pe Dumnezeu în fața publicului, nici o stratagemă pentru a-i intimida pe cei ce suferă de fobia matematicii. Eu prezentam pur și simplu un mister cu care s-au luptat vreme de secole cele mai originale minți – vădita omniprezență și omnipotență a matematicii. Acestea sunt genul de atribute asociate de regulă doar cu divinitatea. După cum spunea fizicianul britanic James Jeans (1877–1946): „Universul pare să fi fost conceput de un matematician pur.“ Matematica pare să fie uimitor de eficientă în descrierea și explicarea cosmosului în întregul lui, ba chiar și a unora dintre cele mai haotice acțiuni umane.

Fie că fizicienii încearcă să formuleze teorii ale universului, analiștii bursieri se scarpină în cap pentru a prezice următoarea prăbușire a bursei, neurobiologii construiesc modele de funcționare a creierului sau statisticienii serviciilor secrete militare încearcă să optimizeze alocarea resurselor, cu toții folosesc matematica. Mai mult, deși aplică formalisme provenind din diferite ramuri ale matematicii, ei se referă totuși la aceeași matematică globală și coerentă. Ce anume îi conferă matematicii asemenea puteri

incredibile? Sau, așa cum se mira odată Einstein: „Cum e posibil ca matematica, produs al gândirii omenești *independent de experiență* [s. m.], să se potrivească atât de bine cu obiectele realității fizice?“

Acest sentiment de totală uimire nu e nou. Unii filozofi ai Greciei antice, mai cu seamă Pitagora și Platon, priveau cu venerație capacitatea matematicii de a modela și dirija universul, în timp ea nu poate fi modificată, controlată sau influențată de oameni. Filozoful politic englez Thomas Hobbes (1588–1679) nu-și putea nici el ascunde admirația. În *Leviatan*, impresionantă prezentare a ceea ce Hobbes considera a fi temelia societății și a guvernării, acesta scoate în evidență geometria ca paradigmă a argumentării raționale:

Din moment ce adevărul constă în ordonarea corectă a termenilor în afirmațiile noastre, un om care caută adevărul exact trebuie să-și amintească ce înseamnă fiecare termen pe care îl folosește și să-l așeze la locul lui; altminteri, se va încurca în cuvinte, ca o pasăre prinsă între rămurele lipicioase; cu cât se zbate mai tare, cu atât se lipește mai rău. Prin urmare, în geometrie (singura știință pe care Dumnezeu a binevoit s-o dăruiască omenirii până acum), oamenii încep prin a stabili sensul cuvintelor lor; această stabilire a sensului poartă pentru ei numele de definiții, pe care le așază la începutul calculelor.

Milenii de impresionantă cercetare matematică și de speculație filozofică erudită au adus relativ puțină lumină asupra misterului forței matematicii. Într-un fel, misterul s-a adâncit și mai mult. De pildă, Roger Penrose, renumitul specialist în fizică matematică de la Oxford, percepe acum nu un unic, ci un triplu mister. Penrose identifică trei „lumi“ diferite: *lumea percepțiilor noastre conștiente*, *lumea fizică* și *lumea platoniciană a formelor matematice*. Prima lume este tărâmul tuturor imaginilor noastre mentale – cum percepem chipurile copiilor noștri, cum ne bucurăm de un minut apus de soare sau cum reacționăm la imaginile cumplite ale războiului. Aceasta e totodată lumea care cuprinde dragostea,

gelozia și prejudecățile, precum și perceperea muzicii, a aromei mâncării și a spaimei. Cea de-a doua lume este cea pe care o numim de regulă realitate fizică. Florile, tabletele de aspirină, norii albi și avioanele cu reacție aparțin acestei lumi, la fel și galaxiile, atomii, inimile de babuin și creierile oamenilor. Lumea platoniană a formelor matematice, care, pentru Penrose, are o realitate veritabilă, comparabilă cu cea a lumii fizice și a celei mentale, este patria matematicii. Acolo veți întâlni numerele naturale 1, 2, 3, 4..., toate formele și teoremele geometriei euclidiene, legile newtoniene ale mișcării, teoria corzilor, teoria catastrofelor și modelele matematice pentru comportamentul bursei. Iată și cele trei mistere, după Penrose. Mai întâi, lumea realității fizice pare să asculte de legi care rezidă de fapt în lumea formelor matematice. Asta l-a uimit pe Einstein. Eugen Wigner (1902–1995), laureat al Premiului Nobel pentru fizică, era și el pus în încurcătură:

Miracolul faptului că limbajul matematicii e potrivit pentru a formula legile fizicii este un dar minunat pe care nici nu-l înțelegem, nici nu-l merităm. Ar trebui să fim recunoscători pentru acest dar, să sperăm că el va rămâne valabil în cercetările viitoare și că se va extinde, cu avantajele și dezavantajele sale, spre bucuria, dar și spre nedumerirea noastră, către ramuri vaste ale cunoașterii.

În al doilea rând, înseși mințile care percep – sălașul percepțiilor noastre conștiente – au reușit cumva să apară din lumea fizică. Cum s-a născut *mintea* din *materie*? Vom fi vreodată în stare să formulăm o teorie a activității conștiinței care să fie la fel de coerentă și convingătoare ca, de pildă, actuala teorie a electromagnetismului? În fine, cercul se închide în mod misterios. Acele minți care percep au căpătat în chip miraculos acces la lumea matematică, descoperind sau creând un tezaur de forme și concepte matematice abstracte.

Penrose nu oferă o explicație pentru nici unul dintre cele trei mistere, dar conchide laconic: „Fără îndoială că nu există cu adevărat trei lumi, ci *una*, a cărei adevărată natură încă nici n-am

întrezărit-o.“ Este o mărturisire mult mai smerită decât răspunsul profesorului din piesa *Forty Years On* (scrisă de autorul englez Alan Bennett) la o întrebare oarecum asemănătoare:

Foster: Sunt puțin nelămurit în legătură cu Sfânta Treime, domnule.

Profesorul: Trei în unul, unul în trei, e foarte simplu. Dacă ai vreo îndoială, du-te la profesorul de matematică.

Misterul e însă și mai adânc. Succesul matematicii în explicarea lumii înconjurătoare (succes pe care Wigner l-a numit „imprevizibila eficacitate a matematicii“) are două aspecte, unul mai uimitor decât altul. În primul rând, există un aspect care ar putea fi numit „activ“. Când fizicienii hoinăresc prin labirintul naturii, ei își luminează calea cu ajutorul matematicii – instrumentele pe care le folosesc și le perfecționează, modelele pe care le construiesc și explicațiile pe care le invocă, toate sunt de natură matematică. La prima vedere, acesta e un miracol în sine. Newton a observat căderea unui măr, Luna, marea de pe plaje (nici măcar nu sunt sigur că le-a văzut pe acestea din urmă), nu ecuații matematice. El a reușit însă cumva să extragă din toate aceste fenomene naturale legi matematice ale naturii, clare, concise și incredibil de precise. La fel, atunci când fizicianul scoțian James Clerk Maxwell (1831–1879) a extins cadrul fizicii clasice pentru a include *toate* fenomenele electrice și magnetice cunoscute la 1860, el a făcut-o cu numai patru ecuații matematice. Gândiți-vă o clipă la acest lucru. Explicația pentru un ansamblu de rezultate experimentale în domeniul electromagnetismului și al luminii, care fuseseră înainte prezentate în volume întregi, se reducea la patru ecuații succinte. Relativitatea generală a lui Einstein e și mai uimitoare – este un exemplu perfect de teorie matematică extrem de precisă și coerentă a ceva fundamental precum structura spațiului și timpului.

Dar există și un aspect „pasiv“ al misterioasei eficacități a matematicii, care e atât de surprinzător, încât aspectul „activ“ păleşte prin comparație. Concepte și relații explorate de matematicieni numai din rațiuni pure – neavând nici o aplicație în minte – se

dovedesc decenii (sau uneori secole) mai târziu a fi soluții neașteptate ale unor probleme ce provin din realitatea fizică! Cum e posibil așa ceva? Să luăm exemplul oarecum amuzant al excentricului matematician britanic Godfrey Harold Hardy (1877–1947). Hardy era atât de mândru că se ocupa doar cu matematica pură, încât declara cu emfază: „Nici o cercetare de-a mea nu a adus și nu va aduce, direct sau indirect, cea mai mică contribuție la confortul lumii.“ Ei bine, s-a înșelat. Una dintre cercetările sale s-a reîncarnat în legea Hardy–Weinberg (numită după Hardy și medicul german Wilhelm Weinberg (1862–1937)), un principiu fundamental folosit de geneticieni pentru a studia evoluția populațiilor. Simplu spus, legea Hardy–Weinberg afirmă că, dacă o populație numeroasă se împerechează absolut la întâmplare (iar migrațiile, mutațiile și selecția nu intervin), atunci zestrea genetică rămâne constantă de la o generație la alta. Chiar și aparent abstractele lucrări ale lui Hardy din *teoria numerelor* – studiul proprietăților numerelor naturale – și-au găsit aplicații neașteptate. În 1973, matematicianul britanic Clifford Cocks a folosit teoria numerelor pentru a face o descoperire în criptografie – crearea codurilor. Descoperirea lui Cocks a făcut să devină caducă o altă afirmație a lui Hardy. În faimoasa sa carte *Apologia unui matematician*, publicată în 1940, Hardy afirma: „Nimeni nu a descoperit vreun scop războinic care să fie servit de teoria numerelor.“ E limpede, Hardy se înșela din nou. Codurile au jucat un rol crucial în comunicațiile militare. Așa încât până și Hardy, unul dintre cei mai vehemenți critici ai matematicii aplicate, a fost „târât“ (probabil zbatându-se și urlând, dacă ar fi fost în viață) în crearea unor teorii matematice folositoare.

Dar acesta nu e decât vârful aisbergului. Kepler și Newton au descoperit că planetele sistemului nostru solar urmează orbite în formă de elipsă – acele curbe studiate de matematicianul grec Menaihmos (pe la 350 î. Cr.) cu două milenii mai devreme. Noile tipuri de geometrie schițate de Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826–1866) într-o conferință din 1854 devenită clasică s-au dovedit a fi exact instrumentele de care avea nevoie Einstein pentru a explica structura cosmosului. Un „limbaj“ matematic numit teoria

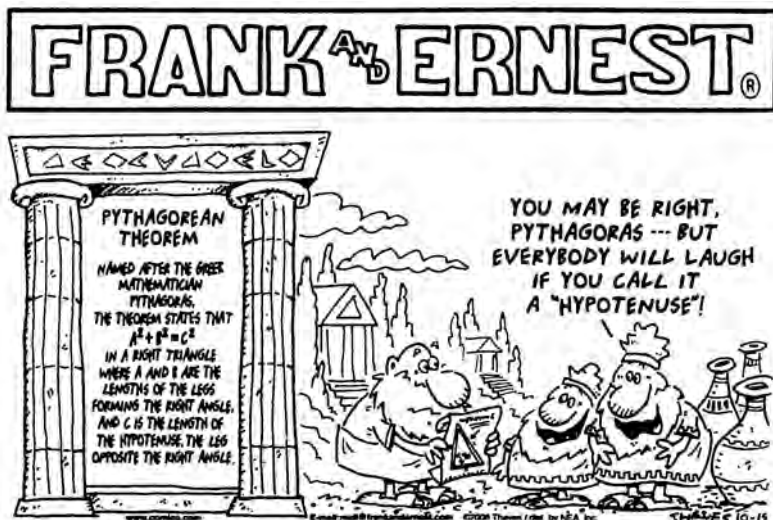


Figura 4

S-ar putea să ai dreptate, Pitagora... dar toată lumea o să râdă de tine dacă o numești "îpoteneză"!

Puține teoreme matematice se bucură de celebritatea teoremei lui Pitagora. În 1971, când Republica Nicaragua a ales „zece ecuații matematice care au schimbat fața lumii“ ca temă a unei serii de timbre, teorema lui Pitagora a apărut pe cel de-al doilea timbru (figura 5; primul timbru reprezenta „ $1 + 1 = 2$ “).

A fost Pitagora cu adevărat primul care a formulat binecunoscuta teoremă ce i se atribuie? Așa credeau, fără îndoială, unii dintre istoricii greci antici. Într-un comentariu la *Elementele* – masivul tratat de geometrie și teoria numerelor scris de Euclid (cca 325–265 î. Cr.) – filozoful grec Proclus (cca 411–485 d. Cr.) scria: „Dacă vrea cineva să dea ascultare celor care au studiat învățăturile din vechime, unii atribuie această teoremă lui Pitagora, spunând că el o descoperise și jertfise un bou pentru a sărbători această descoperire.“ Triplete pitagoreice pot fi însă găsite pe tableta cuneiformă babiloniană cunoscută ca Plimton 322, care datează din vremea dinastiei lui Hammurabi (cca 1900–1600 î. Cr.). Mai mult, construcții geometrice bazate pe teorema lui Pitagora au fost găsite

Cuprins

Prefață	7
Capitolul 1	
Misterul	11
Capitolul 2	
Misticii: Numerologul și filozoful	25
Capitolul 3	
Magicienii: Maestrul și ereticul	53
Capitolul 4	
Magicienii: Scepticul și uriașul	99
Capitolul 5	
Statisticienii și probabiliștii: Știința incertitudinii	134
Capitolul 6	
Geometrii: Șocul viitorului	168
Capitolul 7	
Logicienii: Reflecție asupra raționamentului	191
Capitolul 8	
Eficacitate imprevizibilă?	224
Capitolul 9	
Despre mintea umană, matematică și univers	248
Note	279
Bibliografie	299
Credite fotografice	319