

OMUL CUANTIC

Lawrence M. Krauss, cunoscut cosmolog și autor de cărți de popularizare a științei, este directorul proiectului „Origins“ de la Universitatea de Stat din Arizona. A publicat peste o sută de articole de specialitate, precum și șapte cărți, între care *The Physics of Star Trek*.

LAWRENCE M. KRAUSS
OMUL CUANTIC
BIOGRAFIA ȘTIINȚIFICĂ A LUI
RICHARD FEYNMAN

Traducere din engleză de
ANCA FLORESCU-MITCHELL

 HUMANITAS
BUCUREȘTI

Redactor: Vlad Zografi
Coperta: Ioana Nedelcu
Tehnoredactor: Manuela Măxineanu
Corector: Patricia Rădulescu
DTP: Florina Vasiliu, Dan Dulgheru

Tipărit la EuroBusinessTipar

Lawrence M. Krauss
Quantum Man. Richard's Feynman Life in Science
Copyright © 2011 by Lawrence M. Krauss
All rights reserved.

© HUMANITAS, 2013, pentru prezenta versiune românească

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

KRAUSS, LAWRENCE M.

Omul cuantic: biografia științifică a lui Richard Feynman / Lawrence M. Krauss;

trad.: Anca Florescu-Mitchell. – București: Humanitas, 2013

Bibliogr.

ISBN 978-973-50-4084-0

I. Florescu-Mitchell, Anca (trad.)

53(73) Feynman, R.

929 Feynman, R.

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

Realitatea trebuie să aibă întâietate în fața relațiilor publice,
fiindcă natura nu poate fi păcălită.

Richard P. Feynman, 1918–1988

Introducere

Cred că fizica e un domeniu minunat. Știm atât de mult, iar totul e rezumat apoi în atât de puține ecuații, încât putem spune că știm foarte puțin.

Richard Feynman, 1947

De multe ori realitatea și imaginația sunt greu de separat atunci când e vorba de amintiri din copilărie, dar țin minte foarte bine momentul în care m-am gândit pentru prima oară că meseria de fizician ar putea fi pasionantă. Fusesem pasionat de știință din copilărie, însă știința pe care o învățam era întotdeauna cu cel puțin o jumătate de secol în urmă, ținea deci mai curând de istorie. Faptul că nu toate misterele naturii fuseseră lămurite nu-mi era încă limpede.

Revelația s-a produs în liceu, pe când participam la o școală de vară pe teme științifice. Nu știu dacă păream plictisit, dar, după lecție, profesorul mi-a dat o carte de Richard Feynman intitulată *Natura legilor fizicii* și mi-a spus să citesc capitolul despre diferența dintre trecut și viitor. A fost primul meu contact cu noțiunile de entropie și dezordine, și m-am simțit derutat și frustrat, la fel ca mulți alții înaintea mea, între care celebrii Ludwig Boltzmann și Paul Ehrenfest, care s-au sinucis după ce închinaseră o mare parte din activitatea lor științifică acestei teme. Felul în care se schimbă lumea pe măsură ce trecem de la probleme simple cu două obiecte, cum sunt Pământul și Luna, la un sistem cu multe particule, cum sunt moleculele de gaz din camera în care scriu acum, este deopotrivă subtil și profund – fără îndoială prea subtil și prea profund pentru ca eu să-l fi înțeles la vremea aceea.

A doua zi însă profesorul m-a întrebat dacă auzisem de anti-materie, și mi-a spus că același Feynman primise recent Premiul

Nobel pentru că arătase că o antiparticulă poate fi privită ca o particulă care se deplasează înapoi în timp. Asta m-a fascinat într-adevăr, deși nu înțelegeam detaliile (îmi dau acum seama că nici profesorul meu nu le înțelegea). Dar ideea că aceste descoperiri aveau loc în timpul vieții mele m-a făcut să mă gândesc că rămăseseră încă multe de cercetat. (De fapt, deși concluzia mea era corectă, informația care mă condusese la ea nu era. Feynman își publicase cercetările de electrodinamică cuantică, cele care aveau să-i aducă Premiul Nobel, cu aproape un deceniu înainte să mă nasc, iar ideea că antiparticulele pot fi privite ca particule care se deplasează înapoi în timp nici măcar nu era a lui. Din păcate, atunci când ideile ajung la profesorii de liceu și în manuale, ele sunt deja depășite de douăzeci și cinci-treizeci de ani, și uneori nu mai sunt valabile.)

Când m-am dus să studiez fizică, Feynman a devenit pentru mine, la fel ca pentru o întreagă generație, un erou și o legendă. Am cumpărat *Lecțiile de fizică ale lui Feynman** când am intrat la facultate, așa cum au făcut cei mai mulți tineri care voiau să devină fizicieni, deși nu am urmat niciodată un curs la care să se predea după aceste cărți. Dar, iarăși la fel ca majoritatea colegilor mei, am continuat să mă întorc la ele mult timp după ce depășisem așa-numitele cursuri de introducere în fizică, pe care se bazau cărțile lui Feynman. Pe când le citeam, am descoperit că experiența mea din acea vară amintea în mod straniu de o experiență trăită de Feynman în liceu. Voi vorbi despre ea mai târziu. Deocamdată voi spune doar că mi-aș fi dorit ca, în cazul meu, rezultatele să fi fost la fel de importante.

Cred că abia după primii ani de facultate am început să înțeleg pe deplin consecințele lucrurilor pe care profesorul meu de fizică încercase să mi le arate, dar pasiunea mea pentru lumea

* *Feynman Lectures on Physics* au apărut în traducere românească în 1968 sub titlul *Fizica modernă*. Editura Humanitas a publicat în 2008 o selecție din capitolele celor trei volume ale acestei cărți – *Șase lecții ușoare*. (N. t.)

particulelor fundamentale și pentru lumea acestui atât de interesant Feynman, care scrisese despre ea, s-a născut în acea dimineață de vară din timpul liceului și nu s-a stins nici acum. Scriind aceste rânduri, îmi amintesc că tema lucrării mele de diplomă au fost integralele de drum, domeniu inițiat de Feynman.

Pe când eram încă în primii ani de facultate am avut norocul să-l cunosc pe Feynman și să petrec un timp cu el. Făceam pe atunci parte din Asociația Studenților Fizicieni Canadieni, ce avea ca scop organizarea unei conferințe naționale la care fizicieni celebri să țină prelegeri, iar studenți din primii ani de facultate să-și prezinte rezultatele proiectelor de cercetare din cursul verii. În 1974, Feynman a fost convins (sau sedus, nu știu și n-ar trebui să-mi dau cu părerea) de foarte atrăgătoarea președintă a organizației să fie invitatul principal la conferința din acel an, de la Vancouver. După conferință, am avut curajul să-i pun o întrebare, iar un fotograf de la o revistă a imortalizat momentul, și, lucru încă mai important, fiind împreună cu prietena mea și discutând toți trei ba despre una, ba despre alta, Feynman și-a petrecut o bună parte din weekend cu noi doi în barurile din Vancouver.

Mai târziu, pe când studiam la MIT [Massachusetts Institute of Technology – Institutul Tehnologic din Massachusetts], l-am urmărit de câteva ori pe Feynman ținând cursuri. Peste alți ani, după ce-mi susținusem teza de doctorat și mă mutasem la Harvard, am ținut un seminar științific la Caltech [California Institute of Technology – Institutul Tehnologic din California]. Feynman se afla în sală, ceea ce mă cam stânjenea. A pus, politicos, o întrebare sau două, apoi a venit să continuăm discuția. Cred că nu-și amintea de întâlnirea noastră din Vancouver, și voi regreta mereu că nu mai pot afla adevărul, pentru că, în timp ce aștepta răbdător să vorbească cu mine, un tânăr profesor insistent și enervant a monopolizat discuția până când, în cele din urmă, Feynman a plecat. Nu l-am mai revăzut niciodată, iar câțiva ani mai târziu a murit.

Richard Feynman a fost o legendă pentru o întreagă generație de fizicieni cu mult înainte ca marele public să afle de el. Primirea Premiului Nobel l-a adus pe prima pagină a ziarelor din lumea întreagă, însă a doua zi au apărut alte știri, iar un nume nu dăinuie în memoria publicului mai mult decât ziarul. Feynman a devenit celebru nu prin descoperirile sale științifice, ci printr-o serie de cărți în care își povestește amintirile. Feynman-povestitorul era la fel de inventiv și de fascinant ca Feynman-fizicianul. Toți cei care l-au cunoscut personal au fost imediat frapați de farmecul lui excepțional. Ochii pătrunzători, zâmbetul poznaș și accentul newyorkez se combinau pentru a da antiteza perfectă a clișeului pe care ni-l facem despre oamenii de știință, iar pasiunea lui pentru tobele bongo* și barurile de striptease nu făcea decât să sporească misterioasa atracție pe care o exercita.

Dar, așa cum se întâmplă adesea, catalizatorul care a făcut din Feynman o figură publică a apărut din întâmplare, în acest caz o întâmplare tragică: explozia, la scurt timp după lansare, a navei spațiale Challenger, care transporta primul „civil“, o învățătoare care trebuia să predea câteva lecții din spațiu. În timpul investigației care a urmat dezastrului, i s-a cerut lui Feynman să facă parte din comisia de anchetă NASA, iar printr-o hotărâre cu totul atipică (Feynman evita mereu comitetele și tot ce-l putea ține departe de cercetările sale), a acceptat.

Feynman s-a achitat de sarcină în stilul lui propriu, la fel de atipic. În loc să studieze rapoarte și să se concentreze asupra propunerilor birocratice pentru viitor, Feynman a stat de vorbă direct cu inginerii și oamenii de știință de la NASA și, într-un celebru moment din timpul audierilor, transmis de televiziune, a făcut un experiment punând un mic inel de cauciuc într-un pahar cu apă rece și gheață, demonstrând astfel că inelele folosite pentru etanșeizarea rachetei se puteau distruge la temperaturi scăzute ca acelea din ziua nefastei lansări.

* Instrument de percuție de origine cubaneză. (*N. t.*)

De atunci au apărut cărți cu amintirile și scrisorile lui, casete audio ale „lecțiilor pierdute“, iar după ce a murit, faima lui a continuat să crească. S-au publicat biografii destinate publicului larg, cea mai bună fiind *Genius* de Jim Gleick.

Feynman-omul va rămâne întotdeauna fascinant. Când mi s-a propus să scriu un volum mic și accesibil despre contribuțiile sale științifice, nu am putut rezista ispitei. Exercițiul mă tenta pentru că însemna să recitesc toate lucrările sale. (Cei mai mulți nu-și dau seama că rareori se întâmplă ca oamenii de știință să se întoarcă asupra literaturii originare din domeniul lor, mai ales dacă acele lucrări sunt mai vechi de o generație. Ideile științifice sunt distilate și rafinate, iar majoritatea prezentărilor moderne ale aceleiași fizici seamănă adesea foarte puțin cu formulările inițiale.) Dar, lucru încă mai important, mi-am dat seama că fizica lui Feynman oferea, în microcosmos, o perspectivă asupra evoluțiilor esențiale din fizica celei de-a doua jumătăți a secolului XX, iar multe dintre probleme pe care el le-a lăsat nerezolvate așa au rămas și în ziua de azi.

În cele ce urmează am încercat să respect atât litera, cât și spiritul lucrărilor lui Feynman, într-o manieră cu care el ar fi fost de acord. Poate că acesta e motivul pentru care prezenta carte vorbește mai întâi și mai cu seamă despre impactul lui Feynman asupra felului în care înțelegem acum natura, așa cum se reflectă el în contextul unei biografii științifice personale. Voi acorda mai puțin spațiu fundăturilor obscure și pistelor false cărora le cad victimă chiar și cei mai mari savanți – iar Feynman nu face excepție – când își croiesc drum spre înțelegerea științifică. Este destul de greu pentru un nespecialist, chiar și atunci când nu trebuie să urmeze aceste piste false, să capete o perspectivă corectă asupra lucrurilor pe care fizicienii le-au aflat despre natură. Oricât de elegante sau ingenioase sunt unele dintre aceste piste false, în cele din urmă nu contează decât ideile care au supraviețuit probei timpului, trecând testul experimentului.

Scopul meu modest este așadar acela de a mă concentra asupra moștenirii științifice a lui Feynman, a felului în care a influențat descoperirile revoluționare din fizica secolului XX și a felului în care ar putea contribui la descifrarea misterelor în secolul XXI. Ceea ce vreau de fapt este să le explic celor nefamiliarizați cu fizica de ce Feynman este un erou mitic pentru majoritatea fizicienilor de azi. Dacă voi izbuti, înseamnă că îi voi fi ajutat pe cititori să înțeleagă ceva esențial despre fizica modernă și despre rolul lui Feynman în schimbarea perspectivei noastre asupra lumii. Aceasta este, pentru mine, cea mai bună mărturie pe care o pot depune privind geniul care a fost Richard Feynman.

PARTEA I
DRUMURILE SPRE GLORIE

Știința este un mod de a lămuri felul în care ceva necunoscut devine cunoscut, în ce măsură lucrurile sunt cunoscute (căci nimic nu e cunoscut în mod absolut), cum trebuie operat cu îndoiala și incertitudinea, care sunt regulile demonstrației, cum să concepem lucrurile astfel încât să putem emite judecăți, cum să deosebim adevărul de escrocherie și de spectacol.

Richard Feynman

CAPITOLUL 1

Lumini, atenție, motor!

Pesemne că un lucru e simplu dacă îl poți descrie complet în mai multe feluri, fără să-ți dai seama imediat că descrii același lucru.

Richard Feynman

Pe când era copil, se putea oare bănuși că Richard Feynman avea să devină poate cel mai mare și cel mai îndrăgit fizician din a doua jumătate a secolului XX? Nu e limpede, chiar dacă existau multe semne prevestitoare: era fără îndoială deștept. Avea un tată care se ocupa cu atenție de el, îl distra cu ghicitori și probleme, îi insufla dragostea pentru învățătură, îi stimula curiozitatea înnăscută și îi hrănea mereu mintea. Avea o trusă de chimie și era fascinat de radiouri.

Dar aceste lucruri nu erau neobișnuite pentru copiii isteți din vremea aceea. În fond, Richard Feynman părea un exemplu tipic de copil evreu deștept din Long Island, de după Primul Război Mondial. Poate că asta a determinat locul pe care avea să-l ocupe în istorie. Ce-i drept, mintea lui era excepțională, dar el a rămas ferm ancorat în realitate, chiar dacă explora cele mai ezoterice domenii ale existenței noastre. Respingerea a tot ce e convențional își avea rădăcinile în primii ani ai vieții, când nu cunoscuse formalismul, iar lipsa sa de respect față de autoritate nu se explica doar prin faptul că tatăl îi încurajase independența, ci și printr-o copilărie în care fusese absolut liber să rămână copil, să-și urmeze pasiunile și să greșească pe cont propriu.

Poate că primul semn pentru ce avea să urmeze a fost capacitatea extraordinară a lui Feynman de a se concentra ore în șir asupra unei probleme, ceea ce îi făcea pe părinți să se îngrijoreze. În adolescență, Feynman a pus în practică pasiunea pentru aparatele de radio: a deschis un mic atelier de reparații. Dar,

spre deosebire de depanatorii obișnuiți, pe Feynman îl încânta să rezolve problemele aparatelor de radio gândind, nu meșterind!

El combina capacitatea remarcabilă de a-și concentra toată energia asupra unei probleme cu un talent înnăscut pentru spectacol. De pildă, în cursul celei mai celebre depanări radio, se plimba tacticos încolo și înapoi, iar aparatul hârâia în fața proprietarului de fiecare dată când i se dădea drumul. În cele din urmă, tânărul Feynman a scos două lămpi, le-a înlocuit și a rezolvat astfel problema. Bănuiesc că Feynman a prelungit spectacolul mai mult decât era necesar, numai de dragul efectului.

Mai târziu, povestea avea să se repete aproape întocmai. De data aceasta i s-a cerut unui Feynman sceptic să examineze o stranie fotografie dintr-o cameră cu bule – un dispozitiv în care particulele elementare lasă urme vizibile. După un timp de gândire, Feynman a plasat vârful creionului într-un punct precis și a afirmat că acolo se afla probabil un șurub, ceea ce explica o ciocnire neprevăzută a unei particule, conducând la rezultate care altminteri ar fi fost greșit interpretate. Atunci când experimentatorii implicați în pretinsa descoperire s-au întors la aparat și l-au cercetat, au găsit, evident, șurubul!

Gustul pentru spectacol, care a contribuit la crearea legendelor în jurul lui Feynman, n-a jucat însă vreun rol important în munca sa de cercetare. Și nici pasiunea pentru femei, care a apărut și ea mai târziu. Importantă a fost capacitatea de concentrare, combinată cu o energie aproape supraomenească pe care o putea dedica unei probleme. Dar elementul decisiv, împreună cu aceste din urmă două trăsături, i-a adus în cele din urmă gloria. Acest element decisiv a fost un talent excepțional pentru matematică.

Geniul matematic al lui Feynman a început să se manifeste din timpul liceului. În al doilea an de liceu a învățat singur trigonometrie, algebră superioară, serii infinite, geometrie analitică și calcul diferențial și integral! Iar în această activitate de autodidact a apărut un alt aspect definitoriu pentru Feynman: el

Cuprins

<i>Introducere</i>	7
PARTEA I: DRUMURILE SPRE GLORIE	
1. Lumini, atenție, motor!	15
2. Universul cuantic	28
3. Un nou mod de a gândi	43
4. Alice în Țara Cuantelor	55
5. Sfârșituri și începuturi	62
6. Pierderea inocenței	75
7. Drumurile spre glorie	88
8. De aici, către infinit	101
9. Despicarea atomului	114
10. Ca prin oglindă, în ghicitură	128
PARTEA A II-A: RESTUL UNIVERSULUI	
11. Misterele amorului și misterele materiei	145
12. Rearanjarea universului	158
13. Ascuns în oglindă	169
14. Distracții și plăceri	189
15. Să supui cosmosul la cazne	201
16. De sus în jos	224
17. Adevăr, frumusețe și libertate	243
EPILOG: Caracterul făurește destinul	265
<i>Mulțumiri și surse</i>	271