

Există două feluri de genii: cele „obișnuite“ și „magicienii“. Un geniu obișnuit e un ins cum am putea fi tu sau eu, doar cu condiția să fim mult mai buni. Nu-i nici un mister în felul în care îi funcționează mintea. Odată ce am înțeles ce au realizat, avem certitudinea că și noi am fi putut realiza acel lucru. Cu magicienii e altfel. Chiar și după ce am înțeles ce au realizat întinericul e deplin. —Mark Kac  
*Genius: Feynman and Modern Physics* de James Gleick

## CUPRINS

Introducere: Magia centrală a științei .....	11
1. Harta lumii invizibile .....	17
2. Voci în cer .....	31
3. Oglindă, oglinjoară .....	56
4. Un univers Goldilocks .....	87
5. Vânătorii de fantome .....	111
6. Ziua fără ieri .....	138
7. Găurile din cer .....	159
8. Dumnezeu lucrurilor mărunte .....	184
9. Vocea spațiului .....	216
10. Poezia ideilor logice .....	239
Note .....	249
Bibliografie .....	271
Mulțumiri .....	275

# Introducere

## MAGIA CENTRALĂ A ȘTIINȚEI

Universul e plin de lucruri magice care așteaptă  
cu răbdare ca inteligența noastră să se ascuță.

—Eden Phillpotts<sup>1</sup>

Nimic nu e prea minunat pentru a nu fi adevărat.

—Michael Faraday

Cu vreo 3,6 milioane de ani în urmă, trei hominizi au traversat un peisaj vulcanic și au lăsat urme în cenușa proaspăt căzută. Ampretele acestor urme, vizibile în prezent la Laetoli în Tanzania, au o mare putere de evocare. Biologul Richard Dawkins remarcă: „Cine oare nu se întreabă în ce relație erau acești indivizi, dacă se țineau de mână sau chiar vorbeau între ei, și la ce misiune uitată vor fi luat parte într-o dimineață din Pliocen?”<sup>2</sup>

Bineînțeles, nu vom ști niciodată răspunsurile la aceste întrebări, dar ne putem hazarda să presupunem câteva lucruri pe care cei trei hominizi, probabil *Australopithecus afarensis*, le-au văzut și despre care se vor fi întrebat în ziua aceea îndepărtată, cu mult înainte de apariția speciei noastre. Lumea naturală e în mare parte haotică și imprezvizibilă, dar unele lucruri sunt regulate și sigure: răsăritul și apusul Soarelui, succesiunea anotimpurilor, schimbarea fazelor Lunii, deplasarea treptată a tiparelor de stele pe cerul nopții. Asemenea ritmuri naturale aproape sigur îi vor fi impresionat profund chiar și pe primii noștri strămoși.

Nici un progres în înțelegerea acestor ritmuri n-a avut loc timp de zeci de mii de secole după ce au fost lăuate urmele de la Laetoli. Totul s-a schimbat însă odată cu o invenție decisivă din Orientul Mijlociu în jurul anului 3000 î.Cr.: scrierea a oferit

mijloacele pentru a înregistra evenimentele de pe cer și a identifica tipare tot mai subtile în mișcarea corpurilor cerești. În Babilon, în Irakul de azi, a devenit posibilă prezicerea unor spectacole astronomice precum eclipsele de Lună și de Soare. Iar cei care făceau astfel de predicții și controlau răspândirea unor asemenea informații puteau să-și atragă venerația oamenilor. Chiar dacă n-au fost tentați să treacă ei înșiși drept zei, au dobândit o imensă putere asupra maselor.

Acea putere însă nu a fost nimic în comparație cu puterea științei. Știința, care s-a născut în secolul XVII, a descoperit cauza ultimă pentru tiparele lumii – „legile“ generale care stau la baza ritmurilor naturii. Iar acele legi sunt transferabile. Astfel, deși e bine știut că Newton a dedus legea gravitației din căderea unui măr și din mișcarea Lunii în jurul Pământului, el a fost de asemenea în măsură s-o aplice într-un alt domeniu, complet diferit, pentru a explica de ce în oceane sunt câte două marea la fiecare douăzeci și cinci de ore.<sup>3</sup>

Identificarea unui tipar, de pildă în eclipse, a permis doar prezicerea viitoarelor eclipse. Dar știința, prin exploatarea unor legi cu obiectiv general, a putut prezice existența unor fenomene pe care nimeni nu le bănuise vreodată. Primul exemplu în acest sens, și cel mai frapant, a fost prezicerea existenței unei planete necunoscute de către Urbain Le Verrier. Când Neptun a fost descoperită în 1846 – la un fir de păr de locul de pe cerul nopții unde calculele astronomului francez au arătat că trebuia să se afle –, aceasta a stârnit senzație în întreaga lume, iar Le Verrier a devenit o celebritate. „Știința a făcut din oameni zei“, va scrie mai târziu biologul francez Jean Rostand.<sup>4</sup> Descoperirea lui Neptun a fost o demonstrație impresionantă a magiei centrale a științei: capacitatea ei de a prezice existența unor lucruri nici măcar visate mai înainte și care, atunci când oamenii au pornit în căutarea lor, s-au dovedit a exista cu adevărat în universul real. Capacitatea aceasta e atât de miraculoasă, încât până și exponenților științei li se pare adesea greu

de crezut. Cum bine se știe, Albert Einstein nu a crezut două din predicțiile propriei sale teorii a gravitației: găurile negre și big bang-ul. Iar în ce privește o a treia predicție – undele gravitaționale – a ezitat, prezicându-le existența în 1916 și retractând un an mai târziu, pentru a le prezice apoi din nou în 1936. Ele vor fi în cele din urmă descoperite pe 14 septembrie 2015.

Magia centrală a științei pare miraculoasă fiindcă nimeni nu știe de ce funcționează. Predicțiile fizicienilor decurg din formule matematice, sau „ecuații“, care se constată că descriu aspecte ale universului. Dar nimeni nu știe de ce asemenea ecuații descriu atât de bine lumea fizică sau, pentru a-l parafraza pe Eugene Wigner, fizician austriac din secolul XX, de ce matematica este atât de eficace în științele naturii. Simplu spus, universul are un geamăn matematic care poate fi scris pe o foaie de hârtie sau mâzgălit pe o tablă. Dar de ce are un asemenea geamăn e un enorm mister.

Magia centrală a științei e importantă fiindcă reprezintă cheia întrebării de ce funcționează fizica. Fizicienii vor în mod firesc să înțeleagă de ce principalul instrument pe care-l folosesc în munca lor este atât de eficient, și e de presupus că, dacă înțelegem de ce funcționează, vom afla ceva profund despre universul nostru și de ce e construit așa cum este.

În această carte voi spune povestea câtorva dintre oamenii care au dezvăluit magia centrală a științei. Un aspect frapant e deosebirea dintre abordările lor. Scoțianul James Clerk Maxwell a fost poate cel mai mare fizician între Newton și Einstein. Procesele sale de gândire au fost în esență aceleași cu ale unei ființe umane obișnuite, deși firește într-o versiune mai eficientă; în mintea lui, el a conceput modele mecanice ale unor fenomene ca electricitatea și magnetismul folosind obiecte uzuale cum sunt roțile și roțile dințate. Doar atunci când a fost satisfăcut că a captat esența realității, și-a exprimat modelul în termeni matematici. În cazul electricității și al magnetismului,

aceasta a produs faimoasele sale „ecuații ale electromagnetismului“, care au dezvăluit că lumina este o „undă electromagnetică“ și au prezis existența undelor radio, făcând posibilă lumea ultraconectată a secolului XXI. Abordarea fizicianului englez Paul Dirac a fost însă complet diferită: acel veritabil „Mr Spock\* al fizicii“ a făcut să apară ca prin farmec formula care descrie un electron deplasându-se cu o viteză apropiată de cea a luminii. „Ecuția Dirac“, care a prezis universul nebănuț până atunci al „antimateriei“, una din cele doar două ecuații gravitate în pardoseala de piatră de la Westminster Abbey\*\*, a rezultat din joaca lui Dirac cu ecuații pe o foaie de hârtie și obsesia lui pentru coerența matematică.

Povestirile relatate aici despre Maxwell, Dirac și mulți alții care au dezvăluit magia centrală a științei sunt, pe cât mi-a stat în putință, factuale. Dacă oamenii de știință sunt în viață și i-am putut intervieva, am făcut-o; pentru cei morți, am folosit faptele aflate la dispoziția mea și am dramatizat evenimentele din jurul lor. De pildă, descrierea zilei în care Maxwell a ajuns la concluzia uimitoare că lumina este o undă de electricitate și magnetism e încropită din faptele disponibile. La întoarcerea dintr-o vacanță de vară petrecută pe proprietatea sa din Glenlair, în Scoția, el s-a dus într-adevăr la biblioteca de la King's College din Londra pentru a căuta într-o carte de referință valorile măsurate ale permitivității și permeabilității aerului, care fuseseră obținute de Wilhelm Weber și Rudolf Kohlrausch. În fiecare zi mergea pe jos sau lua poștalionul de la locuința lui din Kensington până la Strand\*\*\* și înapoi, tra-seu care-l ducea de-a lungul bulevardului Piccadilly, apoi pe

---

\* Personaj din serialul TV *Star Trek* (n. tr.).

\*\* Cealaltă este ecuația lui Hawking, care exprimă temperatura unei găuri negre în funcție de masa ei și de constante fundamentale ale naturii (n. tr.).

\*\*\* Arteră principală în centrul Londrei, de-a lungul malului nordic al Tamisei (n. tr.).

strada Albemarle, până la Institutul Regal, unde se oprea uneori. Iar el și soția sa obișnuiau să călărească prin Hyde Park și Kensington Gardens, Charlie, poneiul lui Katherine, fiind adus la Londra cu trenul de la Glenlair.

Speranța mea este că, dramatizând asemenea povestiri despre predicții și descoperiri științifice, nu doar voi aduce la viață evenimentele, ci voi oferi și o idee despre senzația din momentul descoperirii, euforia care te cuprinde când înțelegi un adevăr profund despre lume pe care nimeni până atunci nu-l știuse. Pentru cei interesați de istoria științei am oferit o bibliografie bogată.

Aceasta e povestea magicienilor care, cu creionul și hârtia, au prezis nu doar existența unor lumi necunoscute, a găurilor negre și a particulelor subatomice, ci și antimateria, undele invizibile care străbat spațiul, unduțațiile în țesătura spațiu-timp, pe lângă multe altele. Aceasta e povestea magiei centrale a științei și a felului în care a făcut din oameni zei.

# 1. HARTA LUMII INVIZIBILE

Ipotezele pe care le acceptăm s-ar cuveni să explice fenomenele pe care le-am observat. Dar s-ar cuveni ca ele să facă mai mult de atât: ipotezele noastre s-ar cuveni să prezică fenomene care încă n-au fost observate. —William Whewell<sup>1</sup>

Am crescut crezând că sora mea era de pe planeta Neptun și că fusese trimisă pe Pământ ca să măucidă. —Zoëy Deschanel

## Berlin, 23 septembrie 1846

Căutau de aproape o oră și intraseră deja într-un ritm automat. Johann Galle s-a uitat cu coada ochiului prin enormul refractor de alamă la cerul senin al nopții, a ajustat reglajele telescopului până când în firele reticulare a apărut o stea, apoi i-a strigat coordonatele. Tânărul său asistent Heinrich d'Arrest stătea la o masă de lemn așezată de-a curmezișul pardoselei de piatră din domul observatorului. Și-a trecut degetul peste o hartă stelară la lumina unei lămpi cu petrol și a strigat: „Stea cunoscută!“ Galle a răsucit din nou butoanele de alamă, vizând altă stea. Pe urmă alta. În aerul rece al nopții simțea deja un junghi în gât și începea să se întrebe dacă nu cumva pierdeau vremea.

Johann Franz-Encke, directorul Observatorului din Berlin, cu siguranță așa se gândise în după-amiaza în care Galle apăruse la ușa biroului său cu cererea lui neobișnuită. Dar cum Encke plănuia ca în acea seară să sărbătorească împlinirea a cincizeci și cinci de ani acasă, iar nu la refractorul de 22 de centimetri, îi dăduse lui Galle permisiunea să folosească instrumentul.

Discuția dintre Galle și Encke fusese surprinsă de d'Arrest, un student la astronomie care locuia într-una dintre clădirile anexă ale observatorului pentru a câștiga mai multă experiență practică; el l-a rugat imediat pe Galle să-i permită să-l ajute. Astfel că în noaptea senină din 23 septembrie 1846 cei doi scrutau cerul cu marele telescop Fraunhofer cu mecanism de ceasornic, unul dintre cele mai avansate instrumente de acest tip din lume.

Își începuseră căutarea când felinarele cu gaz ale Berlinului se stingeau sfârșind, cufundând orașul în beznă, iar acum se apropia miezul nopții. Galle a îndreptat firele reticulare către următoarea stea și i-a strigat coordonatele. Minte-i zbură la patul cald pe care-l va împărți curând cu soția lui, și-și închipui cât de ridicol va părea dimineața când îi va mărturisi lui Encke eșecul lor. A așteptat răspunsul lui d'Arrest. Și a așteptat. Ce naiba făcea asistentul său?

Trosnetul unui scaun izbind podeaua l-a trezit pe Galle la realitate. Sărind din dreptul ocularului, văzu silueta asistentului său proiectată de lampa cu petrol năpustindu-se către el și agitând harta stelară ca ieșit din minți. Era prea întuneric ca să distingă expresia de pe chipul lui d'Arrest, dar Galle își va aminti cuvintele sale tot restul vieții: „Steaua nu-i pe hartă! Nu-i pe hartă!“

## Paris, 18 septembrie 1846

Omul care sugerase căutarea unui astru care nu se afla pe nici o hartă cerească, într-o scrisoare ajunsă la Observatorul din Berlin pe 23 septembrie, a fost Urbain Le Verrier. Astronom la École Polytechnique din Paris, Le Verrier nu era interesat să observe corpurile cerești din domurile friguroase ale observatoarelor, preferând să stea la biroul său și, folosind legea newtoniană a gravitației, să calculeze orbitele unor astfel de corpuri și să le compare cu observațiile existente. În cursul muncii lui

devenise obsedat de o planetă ce părea să încalce toate regulile: Uranus.

Uranus fusese descoperită de un muzician original din Hanovra. În 1757, William Herschel, în vârstă de doar nouăsprezece ani, se mutase împreună cu sora sa Caroline la Bath, în vestul Angliei, un frumos oraș balnear fondat de romani datorită izvoarelor sale termale. A găsit de lucru ca organist la o biserică, dar adevărata lui pasiune era astronomia, iar în grădina casei sale a construit unul dintre cele mai bune telescoape din acea vreme. Pe 13 martie 1785, în timp ce scruta cerul nopții cu acest instrument, un astru difuz apărură pe neașteptate în ocularul său. La început Herschel a crezut că era o cometă, dar, spre deosebire de comete, acesta nu avea o coadă diafană. Mai mult, în nopțile următoare, în timp ce traversa încet constelația Gemini, nu a urmat orbita foarte alungită a unei comete, ci orbita aproape circulară a unei planete.

Herschel descoperise prima nouă planetă din era telescopului, prima lume complet necunoscută astronomilor antici. În toată istoria consemnată, numărul planetelor fusese șase. Acum erau șapte. Descoperirea lui Herschel a stârnit senzație în lumea întreagă și l-a ridicat la rang de superstar științific.

Cea mai fierbinte dorință a lui Herschel, ca emigrant, era să fie acceptat de țara de adopție, drept care a botezat noua planetă „George“, după regele George III (de fapt, a numit-o „steaua lui George“). Deloc surprinzător, astronomii francezi au refuzat ca o planetă să fie numită după un rege englez, numind-o în schimb „Herschel“. Împăciuitor, astronomul Johann Bode a sugerat ca ea să fie numită după Uranus, tatăl zeului roman Saturn, iar numele a prins. (În caz contrar, planetele, în ordinea crescătoare a distanței față de Soare, ar fi fost Mercur, Venus, Pământul, Marte, Jupiter, Saturn... și George.)

Uranus fusese de fapt văzută cu aproape un secol mai devreme, în 1690, de astronomul englez John Flamsteed, dar el a crezut în mod greșit că e o stea și a catalogat-o ca 34 Tauri,

a treizeci și patra stea din constelația Taurus. Înregistrări istorice ale poziției planetei au fost în măsură să completeze noile observații; prin urmare, la începutul secolului XIX orbita sa era cunoscută suficient de precis pentru a fi comparată cu cea prezisă de legea newtoniană a gravitației. Dar comparația punea în evidență o anomalie.

De fiecare dată când era prezisă o orbită pentru Uranus, planeta se abătea de la ea în lunile următoare. Nimeni nu credea în mod serios că era ceva în neregulă cu legea newtoniană a gravitației. Succesele sale fuseseră atât de mari și de vaste, încât aproape că era considerată cuvântul lui Dumnezeu. A apărut în schimb bănuiala că Uranus se abătea constant de la orbita calculată fiindcă era atrasă de gravitația unei alte planete încă și mai îndepărtată de Soare. Era o posibilitate tentantă, și Le Verrier n-a rezistat ispitei de a o explora. Așezat la biroul său de la École Polytechnique din Paris, s-a apucat să deducă, din efectul observat al ipoteticei planete asupra lui Uranus, locul exact de pe cerul nopții unde trebuia să se afle.

Masa Soarelui reprezintă 99,8% din masa sistemului solar, așa încât, cu foarte bună aproximație, se poate presupune că o planetă se mișcă doar sub influența Soarelui. Legea newtoniană a gravitației e însă o lege „universală“, ceea ce înseamnă că există o forță de atracție între orice bucată de materie și oricare altă bucată de materie; prin urmare, o planetă e influențată nu numai de atracția gravitațională a Soarelui, ci și de toate celelalte planete. Pentru a fi sigur că observa efectul unei planete necunoscute din sistemul solar exterior asupra lui Uranus, Le Verrier a trebuit în prealabil să elimine efectul planetelor cunoscute, îndeosebi al celor mai masive, Jupiter și Saturn.

Calcululele au fost complexe și de durată. Fiecare în parte trebuia verificat și răsverificat, fiindcă o singură mică eroare se putea amplifica, ducând la prăbușirea întregului edificiu matematic. Dar aceasta nu era singura problemă cu care s-a