

Imperfecțiune

O ISTORIE NATURALĂ

Traducere din italiană de
Andreea Călin

Telmo Pievani

CO-LECTIA
DE ȘTIINȚĂ

■ PUBLICA

CUPRINS

Prefață	9
1. O imperfecțiune subtilă: și așa a început totul.....	15
2. Evoluție imperfectă	33
3. Imperfecțiuni care funcționează	59
4. Pecetea inutilității în ADN.....	87
5. Un amestec proverbial: creierul uman.....	109
6. Înțeleptul imperfect	131
7. Ai cumpăra o mașină la mâna a doua de la un <i>Homo sapiens?</i>	151
În concluzie, legile imperfecțiunii.....	177
Referințe și lecturi suplimentare	187

IP



O imperfecțiune subtilă: și așa a început totul

E demonstrat că lucrurile nu pot fi altfel: pentru că, totul fiind făcut în vederea unui scop, totul este în chip necesar făcut pentru scopul cel mai bun. Nasurile au fost făcute ca să poarte ochelari; de aceea avem ochelari. Picioarele sunt în chip evident alcătuite ca să poarte ciorapi și de aceea avem ciorapi. Pietrele au fost formate ca să fie cioplite și să se facă din ele castele, de asta monseniorul are un castel foarte frumos: cel mai mare baron al ținutului trebuie să aibă casa cea mai frumoasă; și porcii fiindcă au fost făcuți ca să fie mâncați, mâncăm carne de porc toată vremea; prin urmare, cei care au spus că toate-s bune au spus o prostie; trebuiau să spună că toate sunt cum nu se poate mai bine.

*Voltaire, Candid sau Optimismul**

La început a fost imperfecțiunea. O revoltă împotriva ordinii prestabilite, fără martori, în miezul celei mai întunecate nopți. Ceva din simetrie s-a defectat în urmă cu 13,82 milioane de ani. A început să bată o briză ușoară și marele creion al universului s-a prăbușit dezastruos pe o parte și nu pe cealaltă. Și astfel, o anomalie infinit de mărunță a devenit sursa tuturor lucrurilor.

* Traducere de Alexandru Philippide, Editura Seneca, 2025, p. 214 (n.t.).

Un vid care conține totul

Studiile excepționale de fizică derulate în ultimii ani pe toate cele infinit de vaste și infinit de mărunte, produsul previziunilor curajoase făcute în ultimul secol, au convers spre ipoteza că universul nostru nu e altceva decât neobosita metamorfoză a unui vid perfect. Da, un vid. O absență totală a materiei, câmpurilor, particulelor. Cu toate acestea, vidul din care au început toate nu a fost un nimic absolut. Din contră, a fost totul. Iar acest tot a continuat să existe într-o stare de echilibru energetic. Dar acest vid primordial nu era nemișcat; energia lui varia. Era un vid cuantic, vibrând de oscilații aleatorii, coliziuni simetrice și anihilări reciproce între particule și antiparticule. Perfect în echilibrul său energetic total, dar neliniștit și mustind. Conținea totul și opusul totului. Acest vid în vibrație a fost matricea primordială a tuturor deznodămintelor și poveștilor posibile. Deși în sine complet și ca atare perfect, era instabil.

Apoi s-a întâmplat ceva pe care marele poet latin Lucretius, urmându-și mentorul, pe Epicur, l-a numit *clinamen* în a sa *De rerum natura*. Primii atomiști greci și-au imaginat starea primordială a lumii ca pe o ploaie eternă de particule care, în toată eternitatea, căzuseră constant una lângă alta, în paralel. Dar apoi această armonie a fost stricată, și o dereglare minusculă a modificat traiectoria unui atom, care apoi l-a lovit pe altul și pe altul, într-o reacție în lanț care a dereglat imaginea deterministă inițială, declanșând istoria cosmosului în toată imperfecțiunea ei uimitoare. Și așa a început totul, printr-o mică deviație sau un derapaj accidental. Ceva asemănător s-ar fi putut petrece, la fel de accidental, într-una dintre infinitele fluctuații care se petreceau în vidul cuantic original. A fost, ca multe altele, doar o fluctuație minusculă. Poate că, în prezența

unei particule evanescente înrudite cu bozonul Higgs, inflatonul, simetria primordială s-a stricat. Totuși, de data aceasta, starea perfectă de vid nu a fost restabilită. Echilibrul a fost zdruncinat și o bulă inflatonică, împinsă nebunește de energia vidului, a explodat în spațiu-timp cu o viteză imposibil de calculat.

Acea imperfecțiune primordială, provocată de revolta inflatonului, ne-a dus spre istoria a tot ceea ce cunoaștem – dacă „istorie” e un termen pe care să-l putem folosi, având în vedere că toate s-au petrecut în câteva nanosecunde. După un alt astfel de moment imperceptibil, inflatonurile s-au hrănit din ele însele și explozia s-a extins exponențial, generând un spațiu-timp macroscopic, incandescent, plin de particule fără masă, cu viteza fulgerului, care se supuneau unei singure forțe unificate. Apoi această expansiune s-a potolit deodată, aproape ca un regret. O picosecundă, simetria universală a părut să restabilească o stare de aparentă perfecțiune; dar de fapt această stare s-a terminat aproape înainte să înceapă. După etapa de umflare paroxistică, a început să acționeze forța gravitațională, scăderea de temperatură a făcut bozonii Higgs să se condenseze, forța electromagnetică s-a desprins din forța nucleară slabă, iar cele două s-au separat la rândul lor de forța gravitațională. Particulele au început să interacționeze cu câmpul scalar Higgs ubicuu, lovindu-se de diverse rezistențe și astfel diversificându-se. Aceste particule, odată ce fuseseră încetinite de câmp, au căpătat diverse mase: quarci, leptoni și bozoni mediatori de forță.

Și astfel, o altă anomalie și-a lăsat amprenta asupra lumii, ca o semnătură ireversibilă. Rezultatul a fost o biodiversitate exotica de particule elementare, inclusiv cele care au supraviețuit până în ziua de azi și cele care au dispărut. Această a doua asimetrie a produs materia vizibilă sau poate chiar

materia întunecată, lumina și cele patru forțe fundamentale. Cu alte cuvinte, a prins formă structura universului așa cum îl cunoaștem. Și trecuse doar o secundă imaculată.

Anizotropie

În același timp, o a treia imperfecțiune mărunță, dar fundamentală, a influențat cursul evenimentelor pentru eternitate. Din motive încă necunoscute, dar care ar putea să fie și ele legate de proprietățile câmpului Higgs, materia a reușit efectiv să aibă câștig de cauză în fața omologului său în oglindă, antimateria, ducând la excesul arbitrar al primei în fața ultimei, pe care încă îl mai observăm și azi. Acest dezechilibru infinit de mic a dat naștere naturii materiale și nu „antimateriale” a realității.

Ce a urmat apoi a fost o cascadă rapidă de alte asimetrii, ramificații și agregări: o plasmă de quarci și gluoni, apoi protoni, electroni, neutroni și primele nuclee încărcate cu electricitate, urmate de atomi și molecule, hidrogen și heliu. Acea frântură de secundă a dus la o perioadă de 380 000 de ani de la *început* – dacă „început” poate fi considerat termenul corect când nu a existat niciun *înainte* – în care lumina a putut în sfârșit să se separe de materie, iar într-o fracțiune de secundă fotonii au început să se propage liberi peste tot. Radiația cosmică de fond în microunde, pe care încă o înregistrăm în ziua de azi, este semnalul fosilizat al primei scânteii a universului nostru care a devenit transparentă. Întotdeauna a umplut cosmosul și ajunge la noi din cer în toate direcțiile. La prima vedere pare omogenă deoarece s-a răspândit din același punct și în toate direcțiile, dar asta nu e în totalitate adevărat. De

fapt, dacă îi analizăm undele minuscule și diferențele dintre diversele regiuni ale cosmosului, putem percepe o altă imperfecțiune importantă. Radiația de fond dezvăluie o structură de tip rețea.

Când norii de hidrogen și de heliu s-au unit prima oară, forța gravitațională nu a acționat uniform. Poate din cauza prezenței unei rețele cosmice de materie întunecată, primele stele și galaxii s-au format în zone mai dense, care erau separate de zone imense, mai rarefiate și goale. Neomogenitățile inițiale minuscule au devenit centre de atracție în jurul cărora s-au format primele roiuri de stele și apoi galaxiile. Asta explică de ce structura de azi a Universului nu este uniformă și de ce nu se poate petrece totul pretutindeni. Dacă ne gândim puțin la asta, mecanismul fundamental este clinamenul lui Lucretius, o dereglare a simetriei. Dacă materia ar fi fost distribuită perfect uniform (adică, izotrop), forța gravitațională ar fi acționat uniform peste tot, iar materia ar fi rămas blocată în izotropia sa în timp ce spațiul-timp s-ar fi extins. Dacă însă introducem o ușoară anomalie, o deviație, o perturbare a izotropiei, atracția forței gravitaționale ar fi puțin mai intensă într-o zonă decât în alta. Această anizotropie, deși infinitezimală la început, ca în clinamen, se adâncește și se extinde din ce în ce mai mult deoarece, pe măsură ce materia devine mai densă, atrage altă materie, dezechilibrul forței gravitaționale crește și este creată o structură diversificată, cu asimetrii profunde de la o zonă la alta. Asta e ce s-a petrecut de fapt – toate ca urmare a unor imperfecțiuni mărunte, care probabil erau deja prezente la momentul expansiunii inițiale, iar apoi au fost amplificate.

Anizotropia este o altă minunată imperfecțiune a universului care este vizibilă și în ziua de azi sub forma diferențelor extrem de mici de temperatură (de ordinul a două sute