

ALBERT EINSTEIN

CUM VĂD EU LUMEA
O ANTOLOGIE

Selecția textelor
M. FLONTA, I. PÂRVU

Traducere
M. FLONTA, I. PÂRVU, D. STOIANOVICI

Note
M. FLONTA



HUMANITAS
BUCUREȘTI

CUPRINS

<i>Nota traducătorilor</i>	5
Autoportret	9

I. CUNOAȘTEREA NATURII: PRINCIPII ȘI EVOLUȚIE ISTORICĂ

Discurs de recepție la Academia Prusacă de Științe	13
Ernst Mach	18
Principiile cercetării	29
Geometrie și experiență	34
Mecanica lui Newton și influența ei asupra evoluției fizicii teoretice	43
Johannes Kepler	52
Influența lui Maxwell asupra evoluției concepției despre realitatea fizică	57
Epilog: Un dialog socratic	63
Despre metoda fizicii teoretice	74
Observații asupra teoriei cunoașterii a lui Bertrand Russell	83

II. FUNDAMENTELE FIZICII TEORETICE: TEORIA RELATIVITĂȚII ȘI MECANICA CUANTICĂ

Ce este teoria relativității?	93
Fizica și realitatea	101
Fundamentele fizicii teoretice	130
Mecanica cuantică și realitatea	153

Note autobiografice	159
Observații asupra articolelor reunite în acest volum	209
Observații preliminare cu privire la conceptele fundamentale	241

III. ȘTIINȚĂ ȘI ÎNTELEPCIUNE: CE TREBUIE SĂ FACEM ȘI CE PUTEM SPERA

Cum văd eu lumea?	249
Religie și știință	253
Scrisoare către Academia Prusacă de Științe din 28 martie 1933	259
Scrisoare către Academia Prusacă de Științe din 5 aprilie 1933	260
Scrisoare către Academia Prusacă de Științe din 12 aprilie 1933	262
Știință și civilizație	263
Religiozitatea cercetării	268
Știință și societate	270
Despre educație	274
Despre libertate	280
Știință și religie (I-II)	282
Limbajul comun al științei	293
De ce socialism?	296
Legile științei și legile eticii	304

Autoportret

Noi nu știm ce e esențial în propria noastră existență personală, iar altcuiva nu trebuie să-i pese de ea. Ce știe un pește despre apa în care înoată întreaga lui viață?

Ce a fost amar și dulce a venit din afară, ce a fost greu dinăuntru, din străduința proprie. Am făcut, în principal, ceea ce firea m-a îndemnat să fac. A fost penibil să primesc pentru asta atât de multă prețuire și dragoste. Și săgeți ale urii au fost țintite spre mine: ele nu m-au atins însă nicicând, deoarece veneau oarecum dintr-o altă lume, iar cu aceasta nu am nici o legătură.

Trăiesc într-o singurătate care e dureroasă în tinerețe, dar minunată în anii maturității.

I

**CUNOAȘTEREA NATURII:
PRINCIPII ȘI EVOLUȚIE ISTORICĂ**

DISCURS DE RECEPȚIE LA ACADEMIA PRUSACĂ DE ȘTIINȚE

Mult stimați colegi,

Primiți mai întâi mulțumirile mele profunde pentru fapta dumneavoastră bună, cea mai mare binefacere de care se poate bucura un om ca mine. Invitându-mă în Academia dumneavoastră, mi-ați oferit posibilitatea să mă dedic cu totul cercetărilor științifice, eliberat de agitația și grijile unei profesii practice. Vă rog să rămâneți convinși de sentimentele mele de recunoștință și de sârguința strădaniilor mele, chiar și atunci când roadele eforturilor mele vi se vor părea sărăcicioase.

Îngăduiți-mi să adaug la toate acestea câteva observații generale cu privire la locul pe care îl ocupă domeniul meu de activitate, fizica teoretică, în raport cu fizica experimentală. Un prieten matematician îmi spunea deunăzi jumătate în glumă, jumătate în serios: „Matematicianul știe desigur ceva, dar, fără îndoială, nu știe tocmai ceea ce i se cere în momentul respectiv.” Exact la fel stau lucrurile cu fizicianul teoretician atunci când este solicitat de fizicianul experimentator. De unde vine această curioasă lipsă a capacității de adaptare?

Metoda teoreticianului e legată de faptul că el are nevoie de presupuneri generale, numite *principii*, din care sunt deduse consecințe. Așadar, activitatea sa are două aspecte. În primul rând, el trebuie să caute aceste principii și, în al doilea rând, să deducă consecințele ce decurg din principii. Pentru îndeplinirea celei de-a doua dintre sarcinile numite, el primește în școală un echipament potrivit. Dacă prima dintre sarcinile sale este deja îndeplinită într-un anumit domeniu, adică pentru un complex de corelații, succesul nu-l va

ocoli de câte ori silința și rațiunea vor fi îndestulătoare. Prima dintre sarcinile numite, anume aceea de a căuta principiile ce urmează să servească drept bază a deducției, este de cu totul alt fel. Aici nu mai există o metodă ce poate fi învățată și aplicată sistematic, o metodă care conduce la țel. Cercetătorul trebuie mai degrabă să fure oarecum naturii acele principii generale ce pot fi stabilite în mod precis, în măsura în care el deslușește anumite trăsături generale în complexe mai mari de fapte ale experienței.

Odată ce această formulare a fost înfăptuită, începe dezvoltarea consecințelor care furnizează adesea corelații nebanuite, ce depășesc cu mult domeniul de fapte luat în considerare când au fost formulate principiile. Dar atâta timp cât principiile ce servesc drept bază a deducției nu au fost încă găsite, teoreticianului nu-i folosește faptul experimental singular; el nu poate să facă nimic nici măcar cu regularități mai generale descoperite empiric. El trebuie mai degrabă să rămână într-o stare de neputință în fața rezultatelor cercetării empirice până când ajunge în posesia principiilor care pot forma baza unor dezvoltări deductive.¹

Aceasta este situația în care se află astăzi teoria în raport cu legile radiației termice și ale mișcării moleculare la temperaturi joase. Până acum vreo cincisprezece ani nu se punea încă la îndoială posibilitatea unei reprezentări corecte a proprietăților electrice, optice și termice ale corpurilor pe baza mecanicii galileo-newtoniene aplicate mișcărilor moleculare și a teoriei maxwelliene a câmpului electromagnetic. Atunci Planck a arătat că, pentru formularea unei legi a radiației termice care să fie în acord cu experiența, trebuie să ne folosim de o metodă de calcul a cărei incompatibilitate cu principiile mecanicii clasice a devenit tot mai clară. Cu această metodă de calcul, Planck a introdus așa-numita ipoteză a cuantelor în fizică, ce a cunoscut de atunci confirmări strălucite. Cu această ipoteză a cuantelor el a răsturnat mecanica clasică pentru cazul în care masele sunt de mici, cu viteze destul de mici, sunt mișcate cu accelerații destul de mari, astfel încât astăzi putem considera legile de mișcare formulate de Galilei și Newton drept valabile numai ca legi limită (*Grenzesetze*).² Dar, în ciuda străduințelor pline de zel ale

teoreticienilor, nu s-a izbutit până acum să se înlocuiască principiile mecanicii prin principii ce sunt în acord cu legea radiației termice a lui Planck, adică cu ipoteza cuantelor. Deși reducerea căldurii la mișcarea moleculară a fost dovedită în mod neîndoielnic, trebuie și astăzi să mărturisim că ne aflăm în fața legilor fundamentale ale acestei mișcări într-un mod asemănător cu felul în care se aflau astronomii dinaintea lui Newton în fața mișcărilor planetelor.³

M-am referit la un complex de fapte pentru a căror tratare teoretică lipsesc principiile. Se poate însă ala fel de bine ca principii clar formulate să ducă la consecințe ce ies cu totul sau aproape cu totul din cadrul domeniului de fapte accesibil astăzi experienței noastre. În aceste cazuri se poate să fie necesară o muncă de cercetare empirică îndelungată pentru a afla dacă principiile teoriei corespund sau nu realității.⁴ Teoria relativității ne oferă un asemenea caz.⁵

O analiză a conceptelor fundamentale de timp și spațiu ne-a arătat că enunțul constanței vitezei luminii în vid, ce rezultă din optica corpurilor în mișcare, nu ne constrânge câtuși de puțin să acceptăm teoria unui eter luminos imobil. Mai degrabă se poate formula o teorie generală ce ține seama de împrejurarea că noi nu înregistrăm câtuși de puțin mișcarea de translație a Pământului în experimentele realizate pe Pământ. În acest caz aplicăm principiul relativității care sună astfel: forma legilor naturii nu se schimbă când se trece de la sistemul de coordonate inițial (recunoscut ca legitim) la unul nou, ce se află într-o mișcare de translație uniformă față de primul. Această teorie a primit confirmări empirice ce merită amintite și a condus la o simplificare a descrierii teoretice a complexului de fapte care erau puse deja în relație.

Pe de altă parte, această teorie nu oferă din punct de vedere teoretic o satisfacție deplină, deoarece principiul relativității formulat mai înainte privilegiază mișcarea uniformă. Dacă este adevărat că nu suntem îndreptățiți să acordăm mișcării *uniforme* o semnificație absolută din punct de vedere fizic, atunci se pune în mod firesc întrebarea dacă acest enunț nu ar trebui extins asupra mișcărilor neuniforme. S-a arătat că, dacă se pune la bază un principiu al relativității în acest sens extins, se ajunge la o extindere bine determinată

a teoriei relativității. În felul acesta suntem conduși la o teorie generală a gravitației care include dinamica. Deocamdată însă lipsește materialul faptic cu ajutorul căruia am putea verifica justetea introducerii acestui principiu de bază.

Am constatat că fizica inductivă pune întrebări celei deductive, iar cea deductivă celei inductive și că răspunsul la ele cere încordarea tuturor forțelor. Fie ca, prin muncă unită, să izbutim cât mai repede să înaintăm spre progrese definitive.

NOTE

1. În acest text este formulată clar, poate pentru prima dată, ideea de bază pe care se sprijină modelul ipotetic-deductiv al științei teoretice. Activitatea omului de știință teoretică cuprinde două părți principale: formularea principiilor teoriei și deducerea unor consecințe empirice din aceste principii. Prima dintre ele este caracterizată drept o activitate pur imaginativă: principiile teoretice sunt o creație liberă a închipuirii omului de știință. Valoarea și utilitatea lor pot fi determinate însă numai prin compararea consecințelor derivate din ele cu datele experienței. Deducerea consecințelor empirice din principiile teoretice este, spre deosebire de formularea principiilor, o activitate sistematică în care cercetătorul aplică metode ce pot fi învățate. Logicienii ai științei ca R. Carnap, C. G. Hempel sau K. R. Popper, care au elaborat modelul ipotetic-deductiv al structurii științei teoretice, se sprijină pe distincția formulată aici de Einstein. Activitatea omului de știință teoretică, afirmă Popper, are două părți: formularea teoriilor și supunerea lor controlului experienței. „O analiză logică a primei părți a acestei activități, inventarea teoriilor, nu mi se pare nici posibilă, nici necesară. Întrebarea cum se întâmplă ca să-i vină cuiva o idee nouă — fie o temă muzicală, fie un conflict dramatic sau o teorie științifică — interesează psihologia empirică și nu logica cunoașterii.” (K. R. Popper, *Logica cercetării*, Editura Științifică și Enciclopedică, 1981, p. 76.) Iată și exprimările foarte semnificative ale lui Carnap dintr-o lucrare bazată pe seminarul său de filozofie a științelor naturii de la Universitatea din Chicago, din 1946: „Cum putem să descoperim legi teoretice? Nu putem să spunem: «Vom aduna tot mai multe date și vom generaliza dincolo de legile empirice, până vom ajunge la legi teoretice.» Niciodată nu a fost găsită o lege teoretică pe o asemenea cale... o teorie trebuie să ia naștere pe o altă cale. Ea este formulată nu ca generalizare a faptelor, ci ca ipoteză. Ipoteza este