

Cuprins

Prefață	9
Introducere	19
PARTEA I. Greutatea: Eliminarea timpului	
1. Căderea	35
2. Dispariția timpului	46
3. Un joc cu mingea	61
4. A face fizică într-o cutie	73
5. Eliminarea noului și a surprizei	83
6. Relativitate și atemporalitate	92
7. Cosmologia cuantică și sfârșitul timpului	117
PARTEA A II-A. Lumina: Timpul renăscut	
<i>Interludiu: Nemulțumirea lui Einstein</i>	
<i>133</i>	
8. Eroarea cosmologică	138
9. Provocarea cosmologică	148
10. Principii pentru o cosmologie nouă	161
11. Evoluția legilor	171
12. Mecanica cuantică și eliberarea atomului	190
13. Bătălia dintre relativitate și cuante	206
14. Timpul renăscut din relativitate	217
15. Emergența spațiului	226
16. Viața și moartea universului	250
17. Timpul renăscut din căldură și lumină	274

18. Spațiu infinit, sau timp infinit?	290
19. Viitorul timpului.	304
Epilog: Gândind în timp	319
Note.....	343
Bibliografie.....	373
Mulțumiri	377

Prefață

Ce este timpul?

Întrebarea aceasta de o simplitate înșelătoare este cea mai importantă problemă cu care se confruntă știința atunci când examinăm mai în profunzime aspectele fundamentale ale universului. Toate misterele cu care se confruntă fizicienii și cosmologii – de la big bang la viitorul universului, de la enigmele fizicii cuantice la unificarea forțelor și particulelor – se reduc în ultimă instanță la natura timpului.*

Progresul științei a fost marcat de înlăturarea iluziilor. Materia pare continuă, dar se dovedește a fi alcătuită din atomi. Atomii par indivizibili, dar se dovedesc a fi construiți din protoni, neutroni și electroni, dintre care primii doi sunt alcătuiți din particule și mai simple numite cuarci. Soarele pare că se rotește în jurul Pământului, dar de fapt e invers – iar la o analiză atentă se constată că orice lucru se mișcă în raport cu oricare altul.

Timpul este aspectul cel mai universal al experienței noastre de zi cu zi. Tot ce gândim, simțim sau facem ne reamintește de existența lui. Percepem lumea ca pe o curgere de momente

* Pentru alte perspective decât cea a lui Lee Smolin privind natura timpului, vezi Richard Muller, *Acum: Fizica timpului* (Humanitas, București, 2019), Carlo Rovelli, *Și dacă timpul n-ar exista?* (Humanitas, București, 2022) și *Ordinea timpului* (Humanitas, București, 2018) (n. red.).

ce alcătuiesc viața noastră. Dar deopotrivă fizicienii și filozofii ne spun de mult (și mulți oameni cred) că timpul este suprema iluzie.

Când îi întreb pe prietenii mei care nu sunt oameni de știință ce cred ei că este timpul, deseori îmi răspund că trecerea lui este înșelătoare și că tot ce este într-adevăr real – adevărul, dreptatea, divinul, legile științifice – se situează în afara sa. Ideea că timpul este o iluzie e o platitudine filozofică și religioasă. Vreme de milenii, oamenii s-au împăcat cu greutatea vieții și cu faptul că sunt muritori, crezând în posibilitatea unei evadări finale către o lume atemporală mai reală.

Unii dintre gânditorii cei mai iluștri afirmă irealitatea timpului. Atât Platon, cel mai mare filozof al lumii antice, cât și Einstein, cel mai mare fizician al lumii moderne, au susținut o perspectivă asupra naturii în care realul e atemporal. Ei au văzut în experiența timpului un accident al condiției noastre de ființe umane – un accident care ne ascunde adevărul. Amândoi au crezut că iluzia timpului trebuie depășită pentru a percepe ce este real și adevărat.

Cândva și eu am crezut în irealitatea esențială a timpului. Într-adevăr, m-am apucat de fizică deoarece în adolescență năzuiam să schimb lumea oamenilor, supusă timpului, care mi se părea urâtă și neprimitoare, cu o lume pură a adevărului etern. Mai târziu, am descoperit că e destul de plăcut să fii om, iar nevoia evadării în transcendent s-a atenuat.

Mai concret, nu mai cred că timpul este ireal. De fapt, am adoptat perspectiva opusă: nu doar că timpul este real, dar nimic din ce știm sau percepem nu se apropie mai mult de esența naturii decât realitatea timpului.

Motivele mele pentru această *volte-face** se află în știință – și, în particular, în progresele moderne din fizică și cosmologie.

* Schimbare radicală, întoarcere cu 180 de grade; în limba franceză în original (n. tr.).

Am ajuns să cred că timpul este cheia pentru semnificația teoriei cuantice și unificarea ei finală cu spațiul, timpul, gravitația și cosmologia. Cel mai important, cred că pentru a înțelege imaginea universului pe care ne-o aduc observațiile cosmologice, trebuie să acceptăm realitatea timpului într-un mod nou. Este ceea ce înțeleg eu prin renașterea timpului.

O mare parte din cartea aceasta prezintă argumente științifice pentru a crede în realitatea timpului. Dacă sunteți printre cei mulți care cred că timpul e o iluzie, îmi propun să vă schimb părerea. Dacă deja credeți că timpul este real, sper să vă ofer motive mai bune pentru credința voastră.

Aceasta este o carte pentru toți, fiindcă nu există nimeni a cărui perspectivă asupra lumii să nu fie modelată de felul cum înțelege timpul. Chiar dacă nu ai reflectat niciodată asupra semnificației sale, gândirea ta – însuși limbajul cu care îți exprimi gândurile – este colorată de vechi idei metafizice despre timp.

Când adoptăm viziunea revoluționară că timpul este real, felul în care concepem toate celelalte lucruri se va schimba. Vom tinde să vedem viitorul într-un mod nou, care evidențiază cu claritate atât ocaziile favorabile, cât și pericolele cu care se confruntă specia umană.

O mică parte din povestea acestei cărți este călătoria personală care m-a condus la redescoperirea timpului. Motivația mea inițială poate fi cel mai bine descrisă nu în limbajul științei, ci al paternității, prin conversațiile pe care le-am avut cu tânărul meu fiu, mai ales atunci când îl duceam seara la culcare. „Tăticule“, m-a întrebat el odată în timp ce-i citeam, „aveai numele meu când erai de vârsta mea?“ Era un copil care începea să înțeleagă că a existat un timp înaintea lui și încerca să asocieze scurta poveste a vieții sale de până atunci cu o epică mult mai lungă.

Orice călătorie te învață o lecție, iar a mea a fost să-mi dau seama ce idee radicală e conținută în simpla afirmație că timpul

este real. Mi-am început viața în știință căutând ecuația care transcende timpul, dar acum cred că secretul cel mai profund al universului este că esența sa constă în felul cum evoluează în timp clipă de clipă.

*

Există un paradox inerent în modul cum concepem timpul. Ne percepem trăind în timp, și totuși deseori ne imaginăm că cele mai bune aspecte ale lumii și noi înșine îl transcendem. Ceea ce face ca un lucru să fie realmente adevărat, credem noi, nu este că el e adevărat acum, ci că întotdeauna a fost și întotdeauna va fi adevărat. Ceea ce face ca un principiu moral să fie absolut este că el e valabil oricând și în orice împrejurare. Se pare că avem ideea adânc înrădăcinată că dacă ceva are valoare, atunci acel ceva există în afara timpului. Tânjim după „iubirea eternă“. Vorbim despre „adevăr“ și „dreptate“ ca și cum ar fi atemporale. Tot ce admirăm și venerăm cel mai mult – Dumnezeu, adevărurile matematicii, legile naturii – este înzestrat cu o existență care transcende timpul. Acționăm în timp, dar ne judecăm acțiunile după standarde atemporale.

Ca rezultat al acestui paradox, trăim într-o stare de alienare față de lucrurile pe care le prețuim cel mai mult. Alienarea aceasta ne afectează toate aspirațiile. În știință, experimentele și analizele lor sunt supuse timpului, la fel ca toate observațiile noastre asupra naturii, și totuși ne imaginăm că descoperim dovada unor legi ale naturii atemporale. Paradoxul afectează și acțiunile noastre ca indivizi, membri de familie și cetățeni, fiindcă modul cum înțelegem timpul determină felul în care gândim despre viitor.

În cartea aceasta sper să rezolv într-un mod nou paradoxul de a trăi în timp și a crede în atemporal. Voi propune ideea că timpul și trecerea lui sunt fundamentale și reale, iar speranțele și credințele despre adevăruri eterne și tărâmurii eterne sunt mitologie.

Acceptarea timpului înseamnă a crede că realitatea constă doar în ceea ce este real în fiecare moment. Aceasta e o idee radicală, întrucât neagă orice tip de existență sau adevăr etern – fie în domeniul științei, al moralei, al matematicii sau al guvernării. Toate acestea trebuie reconceptualizate, pentru a încadra adevărurile lor în timp.

Acceptarea timpului înseamnă de asemenea că presupunerile noastre esențiale privind modul cum funcționează universul la nivel fundamental sunt incomplete. Atunci când, în paginile care urmează, afirm că timpul este real, ceea ce spun este că:

- Tot ce este real în universul nostru este real la un moment de timp, care este unul dintr-o succesiune de momente.
- Trecutul a fost real, dar nu mai este real. Putem totuși să interpretăm și să analizăm trecutul, deoarece găsim în prezent dovezi ale unor procese din trecut.
- Viitorul nu există încă, și prin urmare e deschis. Putem face în mod rezonabil unele predicții, dar nu putem prezice complet viitorul. Într-adevăr, viitorul poate să producă fenomene autentice noi, în sensul că nici o cunoaștere a trecutului nu le-ar putea anticipa.
- Nimic nu transcende timpul, nici măcar legile naturii. Legile nu sunt atemporale. La fel ca orice altceva, ele sunt trăsături ale prezentului și pot să evolueze în timp.

Pe parcursul acestei cărți, vom vedea că aceste ipoteze indică o direcție nouă pentru fizica fundamentală – despre care eu susțin că e singura cale de ieșire din actualele dificultăți ale fizicii teoretice și cosmologiei. Ele au de asemenea implicații pentru felul cum înțelegem propriile noastre vieți și cum abordăm provocările cu care se confruntă omenirea.

Pentru a explica de ce realitatea timpului este atât de bogată în consecințe, atât pentru știință, cât și pentru chestiuni din

afara sa, îmi place să compar gândirea în timp cu gândirea în afara timpului. Ideea că adevărul este etern și cumva exterior universului e atât de larg răspândită, încât filozoful brazilian Roberto Mangabeira Unger o numește „filozofia perenă“. Ea a fost esența gândirii lui Platon, exemplificată în parabola din dialogul *Menon* despre băiatul sclav și geometria pătratului, în care Socrate arată că orice descoperire este doar reamintire.

Gândim în afara timpului atunci când ne imaginăm că răspunsul la orice întrebare asupra căreia reflectăm există undeva într-un domeniu etern al adevărului atemporal. Fie că problema este cum să fim părinți, soți sau cetățeni mai buni, sau care ar fi modul optim de organizare a societății, credem că undeva există ceva invariabil adevărat pe care noi trebuie să-l descoperim.

Oamenii de știință gândesc în timp atunci când cred că sarcina lor este de a inventa idei noi care să descrie fenomenele nou descoperite, și structuri matematice noi pentru a le exprima. Dacă gândim în afara timpului, credem că într-un fel sau altul ideile acestea au existat și înainte ca noi să le fi inventat. Dacă gândim în timp, nu vedem nici un motiv să presupunem asta.

Contrastul dintre a gândi în timp și în afara timpului este vizibil în multe domenii ale gândirii și acțiunii umane. Gândim în afara timpului atunci când, confrunțați cu o problemă tehnologică sau socială, presupunem că abordările posibile sunt deja determinate, ca un set de categorii absolute, pre-existente. Oricine crede că teoria corectă a economiei sau a politicii a fost scrisă în secolul penultim gândește în afara timpului. Dimpotrivă, dacă considerăm că scopul politicii este să inventeze soluții noi la problemele noi care apar pe măsură ce societatea evoluează, gândim în timp. Tot în timp gândim și atunci când înțelegem că progresul în tehnologie, societate și știință constă în a inventa idei, strategii și forme de organizare socială cu adevărat noi – și avem încredere în capacitatea noastră de a face lucrul acesta.

Când acceptăm fără să crâcnim constrângerile, obiceiurile și birocratiile diverselor noastre comunități și organizații ca și cum existența lor ar avea o motivație absolută, suntem captivi în afara timpului. Reintrăm în timp atunci când ne dăm seama că orice trăsătură a unei organizații umane este rezultatul unei istorii, așa încât totul în privința ei este negociabil și supus ameliorării prin inventarea unor noi moduri de acțiune.

Dacă credem că sarcina fizicii este descoperirea unei ecuații matematice atemporale care să capteze toate aspectele universului, atunci credem că adevărul despre univers se află în afara lui. Aceasta e o obișnuință de gândire atât de familiară, încât nu-i vedem absurditatea: dacă universul este tot ceea ce există, atunci cum poate exista ceva în afara lui prin care să fie descris? Dar dacă considerăm realitatea timpului ca evidentă, atunci nici o ecuație matematică nu poate capta perfect toate aspectele lumii, fiindcă o proprietate a lumii reale pe care nici o ecuație matematică nu o împărtășește este că întotdeauna este un anumit moment.

Biologia evoluționistă darwinistă este prototipul gândirii în timp, fiindcă în centrul ei se află conștientizarea faptului că procesele naturale care evoluează în timp pot duce la crearea unor structuri cu adevărat noi. Pot apărea chiar și legi noi, atunci când iau ființă structurile cărora li se aplică. Principiile selecției sexuale, de exemplu, nu puteau exista înainte de apariția sexelor. Dinamica evoluționistă nu are nevoie de spații abstracte vaste, ca de pildă toate animalele viabile, secvențele ADN, seturile de proteine sau legile biologice posibile. E de preferat, așa cum propune biologul Stuart A. Kauffman, să ne gândim la dinamica evoluționistă ca la explorarea în timp de către biosferă a ceea ce se poate întâmpla în continuare: „posibilul adiacent“. Același lucru este valabil pentru evoluția tehnologiilor, a economiilor și a societăților.

Gândirea în timp nu e relativism, ci o formă de *relaționism* – o filozofie care afirmă că descrierea cea mai adevărată a ceva

constă în specificarea relațiilor sale cu celelalte părți ale sistemului din care face parte. Adevărul poate fi deopotrivă supus timpului și obiectiv atunci când se referă la obiecte care există odată ce au fost inventate de evoluție sau de gândirea omenească.

La nivel personal, a gândi în timp înseamnă a accepta incertitudinea vieții ca preț necesar pentru a fi viu. A te răzvrăti împotriva caracterului precar al vieții, a respinge incertitudinea, a adopta o toleranță zero față de risc, a-ți imagina că viața poate fi organizată așa încât pericolul să fie complet eliminat înseamnă a gândi în afara timpului. A fi om înseamnă a trăi suspendat între pericol și oportunitate.

Ne dăm toată silința să prosperăm într-o lume nesigură, să avem grijă de ceea ce și de cei pe care îi iubim, iar între timp din când în când ne simțim bine. Facem planuri, dar niciodată nu putem anticipa în întregime pericolele sau oportunitățile care ne așteaptă. Budiștii spun că locuim într-o casă care arde, dar noi încă nu am observat. Pericolul poate să apară oricând, iar în societățile de vânători-culegători era omniprezent, dar în viața modernă am organizat lucrurile așa încât, prin comparație, e rar. Dificultatea în viață este să alegi cu înțelepciune, din numărul enorm de pericole posibile, pe cele pentru care merită să-ți faci griji; și de asemenea să alegi, dintre toate oportunitățile pe care le aduce fiecare moment, ce să faci în continuare. Alegem unde să ne investim energia și atenția – întotdeauna în condițiile unei cunoașteri incomplete a consecințelor.

Am putea proceda mai bine? Am putea depăși capriciile vieții și atinge o stare în care să știm, dacă nu totul, suficient pentru a vedea toate consecințele opțiunilor noastre – atât pericolele, cât și oportunitățile? Altfel spus, am putea trăi o viață cu adevărat rațională, fără surprize? Dacă timpul ar fi o iluzie, ne-am putea imagina că acest lucru e posibil, fiindcă într-o lume în care timpul e neesențial nu ar exista nici o deosebire fundamentală între cunoașterea prezentului și cunoașterea viitorului. Niște calcule în plus ar fi de ajuns. Un număr, o

formulă ar putea fi calculate și decodate pentru a ne spune tot ce avem nevoie să știm.

Dar dacă timpul este real, viitorul nu poate fi determinat din cunoașterea prezentului. Nu există nici o scăpare din situația noastră, nici o eliberare de surprizele datorate faptului că ignorăm majoritatea consecințelor acțiunilor noastre. Surpriza e inerentă în structura lumii. Natura ne poate rezerva surprize pentru care nici o cunoaștere, oricât de vastă, nu ne-a pregătit. Noutatea este reală. Putem crea cu ajutorul imaginației rezultate imposibil de dedus din cunoașterea prezentului. De aceea contează pentru fiecare dintre noi dacă timpul este real sau nu: răspunsul poate schimba felul cum percepem situația noastră de căutători ai fericirii și semnificației într-un univers în mare măsură necunoscut. Voi reveni asupra acestor teme în epilog, unde sugerez că realitatea timpului ne poate ajuta să reflectăm asupra unor provocări precum schimbările climatice și criza economică.

Înainte să abordăm principala temă a cărții, iată câteva recomandări.

Am încercat să fac argumentele din această carte accesibile cititorului obișnuit, fără o pregătire în fizică sau matematică. Nu sunt ecuații și tot ce trebuie știut pentru a-mi urmări argumentele este explicat. Chestiunile esențiale sunt ilustrate cu cele mai simple exemple posibile. Când abordăm subiecte mai sofisticate, cititorii sunt sfătuiți, dacă nu înțeleg, să facă ceea ce învață oamenii de știință să facă, adică să parcurgă în grabă sau să sară înainte până într-un punct unde textul devine mai clar pentru ei. Cititorii care doresc mai multe informații pot consulta cele câteva anexe disponibile on-line la www.time.reborn.com. Cititorul poate găsi de asemenea util să consulte notele, care conțin citate, observații utile pentru profani sau pentru experți și discuții suplimentare în măsură să-i intereseze pe unii cititori.

Propria mea călătorie de întoarcere la timp a durat mai bine de douăzeci de ani, de la recunoașterea faptului că legile