

# LUMEA EXPLICATĂ

STEVEN WEINBERG s-a născut la New York în 1933. Înclinația sa timpurie pentru știință a fost încurajată de familie, iar de la 15–16 ani preocupările sale s-au concentrat asupra fizicii teoretice. A studiat la Universitatea Cornell, apoi la Institutul de Fizică Teoretică din Copenhaga (care poartă acum numele lui Niels Bohr) și a obținut doctoratul la Universitatea Princeton. În îndelungata sa carieră didactică, a predat între altele la universitățile Columbia, Berkeley, Harvard și Texas. Cercetările sale s-au concentrat de la început cu precădere asupra teoriilor de câmp, domeniul „fierbinte“ al fizicii de la jumătatea secolului, iar spre sfârșitul anilor '60 și începutul anilor '70 a contribuit decisiv la elaborarea teoriei câmpului electroslab, teorie ce unifică interacția electromagnetică cu cea nucleară slabă. Acest pas imens în direcția unificării tuturor interacțiilor din natură, visul de aur al fizicienilor, i-a adus în 1979 Premiul Nobel (primit în același an și de Sheldon Glashow și Abdus Salam pentru contribuții la aceeași teorie a câmpului electroslab). Din anii '60, cercetările lui Steven Weinberg încep să se orienteze și spre astrofizică, iar în 1972 publică *Gravitation and Cosmology*, care devine un tratat de referință în domeniu. Este de asemenea autorul unor cărți care se adresează publicului larg: *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe* (1977), *The Discovery of Subatomic Particles* (1983, apărută într-o ediție revăzută în 2003), *Elementary Particles and the Laws of Physics* (1987, împreună cu Richard Feynman), *Dreams of a Final Theory* (1993), *Facing Up: Science and its Cultural Adversaries* (2001), *Glory and Terror: The Coming Nuclear Danger* (2004), *Lake Views: This World and the Universe* (2010), *To Explain the World: The Discovery of Modern Science* (2015).

STEVEN WEINBERG  
LUMEA EXPLICATĂ

DESCOPERIREA ȘTIINȚEI MODERNE

Traducere din engleză de  
DAN NICOLAE POPESCU

 HUMANITAS  
BUCUREȘTI

Redactor: Vlad Zografi  
Coperta:  
Tehnoredactor: Manuela Măxineanu  
Corector:  
DTP: Andreea Dobreci

Tipărit la

Steven Weinberg  
*To Explain the World: The Discovery of Modern Science*  
Copyright © 2015 by Steven Weinberg  
All rights reserved.

© HUMANITAS, 2017, pentru prezenta versiune românească

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României  
Weinberg, Steven  
Lumea explicată: descoperirea științei moderne / Steven Weinberg;  
trad.: Nicolae Dan Popescu. – București: Humanitas, 2017  
Conține bibliografie  
ISBN 978-973-50-5697-1  
I. Popescu, Nicolae Dan (trad.)  
53

EDITURA HUMANITAS  
Piața Presei Libere 1, 013701 București, România  
tel. 021/408 83 50, fax 021/408 83 51  
[www.humanitas.ro](http://www.humanitas.ro)

Comenzi online: [www.libhumanitas.ro](http://www.libhumanitas.ro)  
Comenzi prin e-mail: [vanzari@libhumanitas.ro](mailto:vanzari@libhumanitas.ro)  
Comenzi telefonice: 021 311 23 30 / 0372 189 509

# Cuprins

Prefață . . . . .	7
-------------------	---

## PARTEA I: FIZICA ÎN GRECIA ANTICĂ

1. Materie și poezie . . . . .	17
2. Muzică și matematică . . . . .	30
3. Mișcare și filozofie . . . . .	37
4. Fizica și tehnologia în epoca elenistică. . . . .	46
5. Știința și religia în Antichitate . . . . .	59

## PARTEA a II-a: ASTRONOMIA ÎN GRECIA ANTICĂ

6. Utilitatea astronomiei . . . . .	69
7. Măsurători ale Soarelui, Lunii și Pământului . . . . .	77
8. Problema planetelor . . . . .	91

## PARTEA a III-a: EVUL MEDIU

9. Arabii . . . . .	117
10. Europa medievală . . . . .	137

## PARTEA a IV-a: REVOLUȚIA ȘTIINȚIFICĂ

11. Sistemul solar explicat . . . . .	159
12. Începutul experimentelor . . . . .	199
13. Reconsiderarea metodei . . . . .	211
14. Sinteza newtoniană . . . . .	225
15. Epilog: Marea reducere . . . . .	265

<i>Mulțumiri</i> . . . . .	279
----------------------------	-----

<i>Note tehnice</i> . . . . .	281
-------------------------------	-----

<i>Note de final</i> . . . . .	377
--------------------------------	-----

<i>Bibliografie</i> . . . . .	395
-------------------------------	-----

*Pentru Louise, Elizabeth și Gabrielle*

*These three hours that we have spent,  
Walking here, two shadows went  
Along with us, which we ourselves produced;  
But, now the sun is just above our head,  
We do those shadows tread;  
And to brave clearness all things are reduced.\**

John Donne, "A Lecture upon the Shadow"

---

\* Elemente prozodice specifice poeziei lui John Donne (rimele masculine și enjambamentul) fac acest fragment poetic greu de tradus pentru un poet de ocazie. Ca atare, vom încerca doar o parafrază în proză ritmată:  
„Trei ore cât am petrecut pe drumul/ Pân-aici, se perindară umbre, două,  
Cu noi, și chiar de noi lăsate;/ Dar soarele-i acum deasupra-ne./ Călcăm  
pe umbre pas cu pas;/ Și-n limpezime pură totul se preschimbă“. (N. t.)

## Prefață

Sunt fizician, nu istoric, însă de-a lungul timpului istoria științei a ajuns mă fascineze tot mai mult. Este o poveste extraordinară, una dintre cele mai interesante din istoria omenirii. Este, de asemenea, o poveste care, pentru oamenii de știință ca mine, are o miză personală. Cercetarea actuală poate fi ajutată și limpezită de cunoașterea trecutului ei, iar pe unii savanți cunoașterea istoriei științei îi stimulează în activitatea lor. Sperăm ca demersul nostru să aducă o contribuție, fie cât de mică, la măreața tradiție istorică a științelor naturii.

Dacă scrierile mele precedente au avut de-a face cu istoria, ele s-au referit mai ales la istoria modernă a fizicii și astronomiei, de pe la sfârșitul secolului XIX până în prezent. Deși în această perioadă am aflat multe lucruri noi, obiectivele și normele științei fizicii nu s-au schimbat semnificativ. Dacă fizicienii de la 1900 ar ajunge cumva să cunoască modelul standard din cosmologie sau din fizica particulelor elementare, ar avea destule motive de uimire, dar ideea de a căuta principii abstracte, formulate matematic și validate experimental, care să explice o mare diversitate de fenomene li s-ar părea cât se poate de familiară.

Cu ceva timp în urmă am hotărât că aveam nevoie să forez mai profund, să aflu mai multe despre o epocă mai îndepărtată din istoria științei, când obiectivele și normele științifice nu capătaseră încă forma actuală. Cum e firesc pentru un universitar, atunci când vreau să aflu mai multe despre ceva, mă ofer să predau un curs pe acea temă. În ultimul deceniu petrecut la Universitatea din Texas, am predat ocazional cursuri de istoria fizicii și astronomiei unor studenți care nu se ocupaseră în mod



special de științele naturii, matematică sau istorie. Cartea de față s-a născut din notițele pe care le-am pregătit pentru acele cursuri.

Dar pe măsură ce cartea prindea contur, am reușit pesemne să ofer cititorului ceva ce trecea dincolo de o simplă istorisire: perspectiva unui cercetător modern asupra științei din trecut. Am folosit acest prilej pentru a-mi explica opiniile privind natura fizicii și relațiile ei întotdeauna complicate cu religia, tehnologia, filozofia, matematica și estetica.

Într-un fel, știința precede istoria. În orice moment natura ne pune înaintea ochilor o diversitate de fenomene uimitoare: focul, tunetele, epidemiile, mișcarea planetară, lumina, marea etc. Observarea lumii a condus la generalizări utile: focul e fierbinte; tunetele prevestesc ploaia; marea sunt cele mai înalte când e lună plină sau nouă – toate acestea au ajuns realități de bun-simț. Unii și-au dorit totuși mai mult decât o simplă colecție de fapte, au vrut să explice lumea.

N-a fost ușor. Și nu doar pentru că înaintașii noștri nu știau ce știm noi astăzi despre lume, ci mai cu seamă pentru că nu aveau aceleași idei ca noi privind ce și cum se poate cunoaște despre lume. Pregătindu-mi cursurile, am fost tot mereu impresionat de diferențele dintre activitatea științifică din secolele trecute și cea din zilele noastre. După cum se spune într-un fragment deseori citat dintr-un roman\* de L.P. Hartley, „Trecutul este o țară străină; acolo, lucrurile se fac altfel“. Sper că în această carte am reușit nu numai să dau cititorului o idee despre ce s-a întâmplat în istoria științelor exacte, dar și să-i arăt cât de greu a fost.

Cartea de față nu tratează deci doar felul în care am ajuns să cunoaștem diverse lucruri despre lume. Evident, de asta se ocupă orice istorie a științei. Eu mă concentrez asupra unui aspect ușor diferit – cum am ajuns să înțelegem ce trebuie făcut pentru a înțelege lumea.

---

\* Romanul este *The Go-Between*, publicat de L.P. Hartley în 1953. (N. t.)

Îmi dau seama că verbul „a explica“ din titlul cărții pune probleme filozofilor științei. Ei au subliniat dificultatea de a face o distincție netă între explicație și descriere. (Voi reveni în capitolul 8 asupra acestei idei.) Dar cartea de față se ocupă mai curând de istoria științei decât de filozofia ei. Recunosc că prin explicație înțeleg un lucru vag, la fel ca în viața de zi cu zi când încercăm să explicăm de ce un cal a câștigat o cursă sau de ce s-a prăbușit un avion.

Cuvântul „descoperire“ din subtitlu este și el problematic. M-am gândit inițial să pun *Inventarea științei moderne* ca subtitlu. La urma urmei, știința n-ar putea exista fără cei care o practică. Am ales „descoperire“ în loc de „inventare“ pentru a sugera că știința este ceea ce este astăzi nu neapărat datorită diverselor invenții istorice întâmplătoare, cât datorită felului în care e natura. Cu toate imperfecțiunile ei, știința modernă e o tehnică suficient de bine adaptată naturii pentru a funcționa – este un demers care ne permite să aflăm lucruri demne de încredere despre lume. În acest sens, e o tehnică ce aștepta ca oamenii s-o descopere.

Astfel, putem vorbi despre descoperirea științei la fel cum un istoric poate vorbi despre descoperirea agriculturii. În pofida diversității și imperfecțiunilor ei, agricultura este ceea ce este deoarece practicile ei sunt suficient de bine adaptate realităților biologiei pentru a funcționa – ne permite să ne cultivăm hrana.

Prin acest subtitlu am vrut și să mă distanțez de puținii adepți ai constructivismului social, acei sociologi, filozofi și istorici care încearcă să explice nu doar procesul științific, ci chiar și rezultatele acestuia ca produse ale unui anumit mediu cultural.

Dintre ramurile științei, această carte va pune accentul pe fizică și pe astronomie. Fizica a fost într-adevăr primul domeniu, mai ales prin aplicațiile ei în astronomie, în care știința a îmbrăcat o formă modernă. Desigur, există limite între care științe precum biologia, ale cărei principii depind atât de mult de accidente istorice, pot fi sau ar trebui să fie modelate după chipul fizicii.

Totuși, dezvoltarea biologiei științifice și a chimiei în secolele XIX și XX a urmat în oarecare măsură modelul revoluției în fizică din secolul XVII.

Astăzi știința e internațională, poate cel mai internațional aspect al civilizației noastre, însă descoperirea științei moderne a avut loc în ceea ce numim generic Occident. Știința modernă și-a deprins metodele din cercetările efectuate în Europa în timpul revoluției științifice, care, la rândul lor, s-au bazat pe contribuțiile europenilor și arabilor din Evul Mediu, și în ultimă instanță pe știința vechilor greci. Occidentul a împrumutat o mulțime de cunoștințe științifice din alte părți ale lumii – geometria din Egipt, calculul astronomic din Babilon, tehnicile aritmeticii din Babilon și India, busola din China etc. – dar nu a importat de nicăieri *metodele* științei moderne. Această carte se va concentra deci asupra Occidentului (incluzând și Islamul medieval) tocmai în felul care a fost criticat de Oswald Spengler și Arnold Toynbee: foarte puține voi spune despre știința din afara Occidentului, și absolut nimic despre progresele interesante, dar complet izolate, din America precolumbiană.

În istorisirea mea, mă voi apropia periculos de mult de nisipurile mișcătoare evitate cu prudență maximă de istoricii contemporani – judecarea trecutului după standardele prezentului. Aceasta e o istorie ireverențioasă; nu mă sfiesc să critic metodele și teoriile trecutului dintr-o perspectivă modernă. Ba chiar am găsit o satisfacție scoțând la iveală o serie de erori comise de mari figuri ale științei, erori trecute cu vederea de istorici.

Un istoric care își dedică ani din viață pentru a studia operele unei personalități din trecut poate sfârși prin a-i exagera meritele. Am constatat asta mai ales în scrieri dedicate lui Platon, Aristotel, Avicenna, Grosseteste și Descartes. Dar scopul meu nu este de a-i acuza de stupiditate pe filozofii naturii din trecut. Arătând cât de departe de ideea noastră modernă de știință au fost asemenea oameni extrem de inteligenți, vreau să arăt ce dificilă a fost descoperirea științei moderne și cât de departe de dome-

niul evidenței sunt practicile și standardele ei. E aici și un avertisment: poate că știința n-a căpătat încă forma finală. În mai multe locuri din cartea de față arăt că, în ciuda marilor progrese ale metodelor științifice, nu-i exclus să repetăm astăzi erori ale trecutului.

Unii istorici ai științei își fac un titlu de glorie din a nu se referi la cunoștințele actuale atunci când studiază știința trecutului, dar eu voi folosi cunoștințele actuale pentru a lămurii știința din trecut. De pildă, deși ar putea fi un interesant exercițiu intelectual să încercăm să înțelegem felul în care astronomii elenistici Apoloniu și Hiparh au elaborat teoria conform căreia planetele se rotesc în jurul Pământului pe orbite epicycloidale, apelând doar la datele de care dispuneau, așa ceva nu e cu putință, pentru că majoritatea acestor date s-au pierdut. Dar noi știm negreșit că în Antichitate Pământul și planetele se roteau în jurul Soarelui pe orbite aproape circulare, la fel ca astăzi, și folosind aceste cunoștințe vom putea înțelege cum a fost posibil ca datele aflate la dispoziția astronomilor din Antichitate să le sugereze teoria epicyclurilor. La urma urmei, cum ar putea cineva astăzi, citind despre astronomia din Antichitate, să uite cunoștințele moderne despre cine se învâрте în jurul cui în sistemul solar?

Pentru cititorii care vor să înțeleagă în detaliu felul în care rezultatele savanților din trecut se potrivesc cu ceea ce există în natură, la sfârșitul volumului se găsesc o serie de „note tehnice“. Pentru a urmări textul principal al cărții nu e neapărată nevoie să parcurgi aceste note, dar cititorul ar putea afla de acolo anumite lucruri stranii privind fizica și astronomia, așa cum mi s-a întâmplat și mie la redactarea notelor.

Știința nu mai e astăzi ceea ce era la începuturile ei. Rezultatele ei sunt impersonale. Inspirația și judecata estetică sunt importante în elaborarea teoriilor științifice, dar verificarea acestor teorii se bazează în ultimă instanță pe testarea experimentală imparțială a predicțiilor lor. Deși matematica e folosită în formularea teoriilor fizicii și în calculul consecințelor lor, știința nu e o ramură a matematicii, iar teoriile științifice nu pot fi deduse

prin raționamente pur matematice. Știința și tehnologia au de câștigat una de pe urma celeilalte, dar la nivel ei cel mai profund activitatea științifică n-are un scop practic. Chiar dacă știința nu are nimic de spus în privința existenței lui Dumnezeu sau a vieții de apoi, scopul ei este de a găsi explicații ale fenomenelor din natură pe baze pur naturale. Știința e cumulativă; fiecare nouă teorie încorporează teorii de succes anterioare ca aproximații ale ei, și chiar explică de ce aceste aproximații funcționează atunci când într-adevăr funcționează.

Nimic din toate acestea nu era evident pentru oamenii de știință din Antichitate și din Evul Mediu, iar la toate acestea s-a ajuns cu mari eforturi în timpul revoluției științifice din secolele XVI și XVII. Începuturile științei n-au avut drept scop ceva care să semene cu știința modernă. Cum s-a întâmplat așadar să ajungem la revoluția științifică și, dincolo de ea, la ceea ce avem astăzi? Iată ce trebuie să încercăm să aflăm, pe măsură ce explorăm descoperirea științei moderne.

## PARTEA I

# FIZICA ÎN GRECIA ANTICĂ

În timpul sau înaintea înfloririi științei grecești, importante contribuții în tehnologie, matematică și astronomie au fost aduse de babilonieni, chinezi, egipteni, indieni și alte popoare. Grecia a reprezentat totuși modelul și sursa de inspirație pentru Europa, locul unde s-a născut știința modernă, astfel că grecii au jucat un rol aparte în descoperirea științei.

Putem discuta la nesfârșit despre motivele pentru care grecii, și nu alt popor, au avut realizări atât de însemnate. Poate fi semnificativ faptul că știința Greciei antice a început pe când grecii trăiau în mici orașe-stat independente, multe dintre ele fiind democrații. Dar după cum vom vedea, marile împliniri științifice ale grecilor au apărut după ce aceste stătuțe au fost absorbite de mari puteri: mai întâi regatele elenistice, apoi Imperiul Roman. Contribuțiile grecilor din perioada elenistică și din cea romană în științele naturii și în matematică n-au fost semnificativ depășire decât de revoluția științifică europeană din secolele XVI și XVII.

Această secțiune din prezentarea științei grecilor se ocupă de fizică, urmând ca astronomia să fie discutată în Partea a II-a. Am împărțit Partea I în cinci capitole, abordând într-o ordine mai mult sau mai puțin cronologică cinci moduri de gândire cu care știința a trebuit să se pună de acord: poezia, matematica, filozofia, tehnologia și religia. Tema relației dintre știință și aceste cinci domenii intelectuale învecinate va reveni mereu în cartea de față.

## Materie și poezie

Să începem prin a privi cadrul. La începutul secolului VI î.Cr., coasta de vest a ceea ce este astăzi Turcia fusese de ceva timp colonizată de greci, care vorbeau în general dialectul ionian. Cel mai bogat și mai puternic dintre orașele ioniene era Miletul, întemeiat într-un port natural lângă vărsarea râului Meandru în Marea Egee. În Milet, cu mai bine de un secol înainte de Socrate, grecii au început să se gândească la substanța fundamentală din care e alcătuită lumea.

Pe când eram student la Cornell, la cursurile de istorie și filozofie a științei am aflat despre milesieni, iar ei erau numiți „fizicieni“. În paralel urmăream cursuri de fizică, și studiam, între altele, teoria atomică modernă a materiei. Mi s-a părut că fizica milesienilor și cea modernă au foarte puține lucruri în comun. Și nu atât pentru că milesienii se înșelau în privința naturii materiei, cât mai ales pentru că pricepeam cum au ajuns la concluziile lor. Sursele istorice privind gândirea grecilor dinainte de Platon sunt fragmentare, dar eram convins că în perioadele arhaică și clasică (aproximativ 600–450 î.Cr. și 450–300 î.Cr.) nici milesienii și nici alți cercetători greci ai naturii nu gândeau aidoma savanților din zilele noastre.

Primul milesian despre care știm câte ceva a fost Thales, care a trăit cu vreo două secole înaintea lui Platon. Se spune că ar fi prezis o eclipsă de soare, despre care știm că s-a produs în 585 î.Cr. și a fost vizibilă din Milet. Chiar și cu ajutorul evidenței eclipselor ținute de babilonieni, este improbabil ca Thales să fi făcut această predicție, fiindcă orice eclipsă solară e vizibilă doar într-o zonă geografică limitată, dar faptul că Thales a fost creditat

cu această predicție ne arată că a trăit pesemne pe la începutul secolului VI î.Cr. Nu știm dacă Thales a lăsat vreuna dintre ideile sale în scris. În orice caz, nimic scris de Thales n-a supraviețuit, nici măcar vreun citat la autorii ulteriori. E o figură legendară, iar în epoca lui Platon era trecut în rândul „celor șapte înțelepți“ ai grecilor (la fel ca Solon, contemporanul său care se presupune că a pus bazele constituției ateniene). Se spunea, de pildă, că ar fi demonstrat sau ar fi adus din Egipt o faimoasă teoremă de geometrie (vezi nota tehnică 1). Ceea ce contează pentru noi aici este că lui Thales i se atribuia ideea că întreaga materie e alcătuită dintr-o singură substanță fundamentală. În *Metafizica* sa, Aristotel scria: „Dintre primii care s-au îndeletnicit cu filozofia, cei mai mulți au socotit drept principii ale tuturor lucrurilor doar pe acelea de tipul materiei [...] Thales, începătorul acestei filozofii, susținea că apa este principiul“.<sup>1</sup> Mult mai târziu, Diogenes Laertios (pe la 230 d.Cr.), biograf al filozofilor greci, spune: „Doctrina lui era că apa este începutul tuturor lucrurilor și că lumea e însuflețită și plină de zei“.<sup>2</sup>

Prin „începutul tuturor lucrurilor“ înțelegea oare Thales că întreaga materie e compusă din apă? Dacă așa stau lucrurile, nu putem ști cum a ajuns la concluzia asta, dar dacă cineva este convins că întreaga materie e compusă dintr-o substanță comună unică, atunci apa nu-i un candidat rău. Apa nu apare numai ca lichid, ci poate fi cu ușurință transformată într-un solid prin înghețare, sau în vapori prin fierbere. De asemenea, apa este neîndoios indispensabilă vieții. Dar nu știm dacă Thales credea că pietrele, de exemplu, sunt într-adevăr alcătuite din apă obișnuită, sau doar că există un lucru profund pe care piatra și toate celelalte solide îl au în comun cu apa înghețată.

Thales l-a avut ca discipol pe Anaximandros, care a ajuns la o concluzie diferită. Și el credea că există o singură substanță fundamentală, dar n-a asociat-o cu vreun material obișnuit, ci a identificat-o cu o substanță misterioasă numită nelimitatul sau infinitul [*apeiron*]. Găsim la Simplicius, un neoplatonician care a trăit aproximativ o mie de ani mai târziu, o prezentare



a acestei idei. Simplicius inserează în textul său ceva ce pare a fi un citat direct din Anaximandros, pus aici între gilimele:

Din numărul învățaților care afirmau că principiul lucrurilor este unul, aflat în mișcare și nedeterminat, Anaximandros din Milet, fiul lui Praxiades, care este urmașul și discipolul lui Thales, a afirmat că principiul și elementul constitutiv al lucrurilor este *apeiron*-ul și el a fost primul care a folosit acest termen pentru *arché* (principiu). Această *arché*, afirmă el, nu este nici apa, nici vreunul din așa-numitele elemente, ci o altă substanță, *apeiron*, din care-și trag obârșia toate cerurile și lumile cuprinse în ele. „De acolo de unde se produce nașterea lucrurilor, tot de acolo le și vine pierirea, potrivit cu necesitatea, căci ele trebuie să dea socoteală unele altora, pentru nedreptatea făcută, potrivit cu rânduiala timpului“, exprimându-se în termeni mai poetici. Este cert că Anaximadros, în urma observației făcute că cele patru elemente se preschimbă unele în altele, a refuzat să admită pe vreunul dintre ele ca substrat material, acceptând altceva, dincolo de ele.<sup>3</sup>

Ceva mai târziu, alt milesian, Anaximenes, a revenit la ideea că toate sunt alcătuite dintr-o substanță mai obișnuită, care însă pentru Anaximenes era aerul, nu apa. A scris o carte din care ni s-a păstrat o singură frază întreagă: „Precum sufletul nostru, care este aer, ne stăpânește pe noi, tot astfel și întregul univers este cuprins de suflare și aer.“<sup>4</sup>

Odată cu Anaximenes au luat sfârșit și contribuțiile științifice ale milesienilor. Miletul și celelalte orașe ioniene din Asia Mică au fost ocupate de Imperiul Persan pe la 550 î.Cr. Miletul s-a răsculat în 499 î.Cr. și a fost trecut prin foc și sabie de perși. A reînviat mai târziu ca oraș grecesc de seamă, dar n-a mai devenit niciodată un centru al științei grecești.

Preocupările privind natura materiei au continuat și în afara Miletului printre grecii ionieni. Există un indiciu că pământul a fost substanța fundamentală pentru Xenofan, care s-a născut pe la 570 î.Cr. la Colofon, în Ionia, și a emigrat în sudul Italiei. Într-unul din poemele sale apare versul: „Căci toate [se trag] din pământ și toate sfârșesc în pământ.“<sup>5</sup> Dar poate că aici e doar o versiune a aceluși sentiment funerar exprimat prin „Ne naștem

din țărână, și în țărână ne întoarcem“. Cu Xenofan ne vom mai întâlni în capitolul 5, când vom ajunge la religie.

La Efes, nu departe de Milet, pe la 500 î.Cr., Heraclit le spunea învățăceilor că substanța fundamentală e focul. A scris o carte, din care au supraviețuit doar câteva fragmente. Într-unul dintre ele se spune: „Această lume [*kosmos\**], aceeași pentru toți, n-a făurit-o nici vreunul din zei, nici vreunul din oameni. Ea a fost întotdeauna, este și va fi un foc veșnic viu, care după măsură se aprinde și după măsură se stinge.“<sup>6</sup> În alt loc Heraclit vorbește despre nesfârșitele schimbări din natură, așa încât i părea mai firesc să considere elementul fundamental focul pâl-pâitor, un agent al schimbării, decât mai stabilele elemente pământ, aer sau apă.

Ideea clasică potrivit căreia întreaga materie e alcătuită nu dintr-unul, ci din patru elemente – apă, aer, pământ și foc – i se datorează pesemne lui Empedocle. El a trăit în Acragas, în Sicilia (orașul modern Agrigento), pe la mijlocul secolului V î.Cr., fiind primul și aproape singurul grec cu rădăcini doriene, și nu ioniene, din această parte de început a istorisirii mele. A scris două poeme în hexametri, din care s-au păstrat mai multe fragmente. În *Despre natură*, aflăm „cum s-au născut culori și aspecte / De muritoare ființe create-n amestec de apă, / Soare [foc], pământ și Eter“<sup>7</sup> și de asemenea cum coexistă „Focul și apa și glia și aer-n imensa-nălțime / Ca și Neikos [dezbinarea] funest, la fel de intens pretutindeni / Ce le desparte, și printre ele Philotes [iubirea] ce este / Deoptrivă-n lungime și în lățime egală“.<sup>8</sup>

Este posibil ca Empedocle și Anaximandros să fi folosit termeni ca „iubire“ și „dezbinare“, sau „dreptate“ și „nedreptate“

---

\* După cum semnaleză Gregory Vlastos în *Plato's Universe* (University of Washington Press, Seattle, 1975), o formă adverbială a cuvântului *kosmos* a fost utilizată de Homer cu înțelesul de „decent social“ și „corect moral“. Această utilizare supraviețuiește în cuvântul „cosmetic“. Folosirea lui de către Heraclit reflectă perspectiva greacă după care lumea e alcătuită în mare măsură așa cum se cuvine. Cuvântul mai apare în formele înrudite „cosmos“ și „cosmologie“. (N. a.)

doar ca metafore pentru ordine și dezordine, cam la fel cum Einstein îl pomenea uneori pe „Dumnezeu“ ca metaforă pentru legile fundamentale necunoscute ale naturii. N-ar trebui totuși să forțăm o interpretare modernă a cuvintelor presocraticilor. Cred că amestecul emoțiilor umane, cum sunt iubirea și dezbinarea lui Empedocle, sau a valorilor morale, precum dreptatea și despăgubirea la Anaximandros, în speculații privind natura materiei este probabil o expresia a marii distanțe dintre gândirea presocraticilor și spiritul fizicii moderne.

Acești presocratici, de la Thales la Empedocle, par să fi conceput elementele ca niște substanțe omogene, nediferențiate. O perspectivă filozofică diferită, mai apropiată de cea modernă, a apărut ceva mai târziu în Abdera, un oraș de pe coasta Traciei întemeiat de refugiații de pe urma revoltei orașelor ioniene împotriva Persiei, începută în 499 î.Cr. Primul filozof cunoscut din Abdera este Leucip, de la care ni s-a păstrat o singură propoziție, ce sugerează o viziune deterministă asupra lumii: „Nici un lucru nu se petrece la întâmplare, ci toate se nasc ca efect al unei cauze raționale și sub imperiul unei necesități.“<sup>9</sup> Mult mai multe se cunosc despre urmașul lui Leucip, Democrit. S-a născut în Milet și a călătorit în Babilon, Egipt și Atena, înainte de a se stabili în Abdera, la sfârșitul secolului V î.Cr. Democrit a scris cărți de etică, științele naturii, matematică și muzică, din care s-au păstrat o sumedenie de fragmente. Unul dintre fragmente exprimă ideea că întreaga materie e constituită din particule minuscule invizibile numite atomi („de netăiat“ în greacă) mișcându-se în spațiul gol: „Prin opinie recunoaștem dulcele, prin opinie amarul, prin opinie caldul, prin opinie culoarea; în realitate există numai atomii și vidul.“<sup>10</sup>

Asemenea savanților moderni, acești greci voiau să privească dincolo de aparența exterioară a lumii, încercând să cunoască un nivel mai profund al realității. Materia lumii nu se dezvăluie de la prima privire ca fiind alcătuită în întregime din apă, aer, pământ, foc ori toate patru laolaltă, sau chiar din atomi.