

Carl Sagan

MILIARDE
ȘI MILIARDE

*Gânduri despre viață și moarte
în pragul mileniului*

Traducere din limba engleză de
WALTER FOTESCU

EDITURA  HERALD

București

CUPRINS

Partea întâi	
PUTEREA ȘI FRUMUSEȚEA CUANTIFICĂRII	9
1. MILIARDE ȘI MILIARDE	11
2. TABLA DE ȘAH PERSANĂ	20
3. VÂNĂTORII DE LUNI SEARA	32
4. PRIVIREA LUI DUMNEZEU ȘI ROBINETUL CARE PICURĂ	43
5. PATRU ÎNTREBĂRI COSMICE	58
6. CÂȚI SORI, ATÂTEA LUMI	67
Partea a doua	
CE CONSERVĂ CONSERVATORII?	75
7. LUMEA CARE A VENIT PRIN POȘTĂ	77
8. MEDIUL: UNDE ESTE PRUDENȚA?	83
9. CRESUS ȘI CASANDRA	93
10. LIPSEȘTE O BUCATĂ DE CER	100
11. AMBUSCADĂ: ÎNCĂLZIREA LUMII	118
12. IEȘIRE DIN AMBUSCADĂ	139
13. RELIGIA ȘI ȘTIINȚA: O ALIANȚĂ	161
Partea a treia	
UNDE MINȚILE ȘI INIMILE SE CIOCNESC	173
14. DUȘMANUL COMUN	175
15. AVORTUL: ESTE POSIBIL SĂ FII ATÂT ÎN FAVOAREA VIEȚII, CÂT ȘI A LIBERTĂȚII DE OPȚIUNE?	191
16. REGULILE JOCULUI	211
17. GETTYSBURG ȘI ACUM	225
18. SECOLUL XX	239
19. ÎN VALEA UMBRELOR	250
EPILOG	260
Mulțumiri	267
Referințe	269

CAPITOLUL 1

MILIARDE ȘI MILIARDE

Sunt unii... care cred că numărul [firelor de] nisip este infinit... Sunt apoi alții care, fără să-l considere infinit, cred totuși că niciun număr din cele numite nu este destul de mare... Dar eu voi încerca să vă arăt [numere] care depășesc nu numai numărul masei de nisip egal cu cel al masei Pământului plin..., ci și pe cel al unei mase egale în mărime cu Universul.

Arhimede (cca 287-212 î.Hr.), *Numărătorul firelor de nisip*

Eu nu am spus-o niciodată. Sincer. Oh, am spus că există poate o sută de miliarde de galaxii și zece miliarde de trilioane de stele. Este greu să vorbești despre Cosmos fără să folosești numere mari. Am rostit de multe ori cuvântul „miliard” în serialul de televiziune Cosmos, care a fost vizionat de un număr mare de oameni. Dar niciodată nu am spus „miliarde și miliarde”. În primul rând, fiindcă este prea imprecis. Câte miliarde sunt „miliarde și miliarde”? Câteva miliarde? Douăzeci de miliarde? O sută de miliarde? „Miliarde și miliarde” este foarte vag. Când am restructurat și actualizat serialul, am verificat – și, cu siguranță, nu am rostit niciodată expresia aceasta.

Dar a rostit-o Johnny Carson – în a cărei emisiune, *Tonight Show*, am apărut de aproape treizeci de ori în decursul anilor. Își puna o jachetă reiată, un jersey pe gât și un fel de pământuf ca

perucă. Crease o imitație grosieră a mea, un soi de *Doppelgänger*¹, care umbla de colo-colo spunând „miliarde și miliarde” noaptea târziu la televiziune. M-a deranjat puțin existența unui simulacru al persoanei mele care rătăcea pe cont propriu, spunând lucruri pe care prietenii și colegii mi le relatau în dimineața următoare. (În pofida deghizării, Carson – un astronom amator serios – făcea adesea ca imitația mea să discute știință adevărată.)

Surprinzător, „miliarde și miliarde” a prins. Oamenilor le-a plăcut cum sună. Chiar și acum sunt oprit pe stradă, în avion sau la o petrecere și rugat, cu o oarecare sfială, dacă nu aș vrea – numai pentru ei – să spun „miliarde și miliarde”.

„Știți, de fapt, eu nu am spus așa ceva”, le zic eu.

„Nu face nimic”, răspund ei. „Spuneți oricum.”

Aflu că Sherlock Holmes nu a spus niciodată „Elementar, dragul meu Watson” (cel puțin nu în cărțile lui Arthur Conan Doyle); că Jimmy Cagney² nu a spus niciodată „Tu, șobolan murdar”; și că Humphrey Bogart nu a spus niciodată „Mai cântă o dată, Sam”. Dar puteau foarte bine să le fi spus, căci apocrifele acestea s-au insinuat ferm în cultura populară.

Încă mai sunt citat ca rostind această expresie naivă în revistele de informatică („După cum ar spune Carl Sagan, e nevoie de miliarde și miliarde de biți.”), în rubricile economice din ziare, în discuțiile despre salariile sportivilor profesioniști, și altele asemenea.

O vreme, dintr-o ciudă copilărească, nu am vrut să rostesc sau să scriu expresia aceasta, nici dacă eram rugat. Dar am trecut peste asta. Așadar, oficial, iată:

„Miliarde și miliarde”.

Ce face expresia „miliarde și miliarde” să fie atât de populară? Cândva „milioane” era sinonim cu „număr mare”. Cei enorm de

¹ Alter ego, sosie (în germană). (N. tr.)

² James Francis Cagney Jr. (1899–1986), actor și dansator american; replica în cauză i-a fost atribuită în filmul *Taxi!* (1932). (N. tr.)

bogați erau milionari. Populația globului pe vremea lui Iisus era de vreo 250 de milioane de oameni. La data Convenției Constituționale din 1787, erau aproape 4 milioane de americani; la începutul celui de-al Doilea Război Mondial, numărul lor era de 132 de milioane. Sunt 150 de milioane de kilometri de la Pământ la Soare. Aproximativ 40 de milioane de oameni au fost uciși în Primul Război Mondial; 60 de milioane în al Doilea Război Mondial. Într-un an sunt 31,7 milioane de secunde (cum se poate verifica destul de ușor). La sfârșitul anilor 1980, arsenalele nucleare globale conțineau o putere explozivă suficientă să distrugă un milion de Hiroshime. În multe scopuri și vreme îndelungată, „milion” a fost numărul mare prin excelență.

Dar timpurile s-au schimbat. Acum lumea are o droaie de milionari – și nu numai din cauza inflației. Vârsta Pământului este bine stabilită la 4,6 miliarde de ani. Numărul oamenilor se apropie de 6 miliarde. Fiecare zi de naștere reprezintă încă un miliard de kilometri în jurul Soarelui. (Pământul se rotește în jurul Soarelui mult mai repede decât se îndepărtează sonda spațială Voyager de Pământ.) Patru bombardiere B-2 costă un miliard de dolari (unii spun că două sau chiar patru miliarde). Bugetul apărării Statelor Unite, dacă se ține seama și de costurile ascunse, depășește 300 de miliarde de dolari anual. Se estimează că, într-un război nuclear total între Statele Unite și Rusia, numărul victimelor imediate ar fi de un miliard de oameni. Pe o distanță de câțiva centimetri se pot înșirui un miliard de atomi. Și mai sunt toate acele miliarde de stele și galaxii.

În 1980, când s-a transmis pentru prima oară serialul de televiziune *Cosmos*, oamenii erau pregătiți pentru miliarde. Milioanele deveniseră cam miniaturale, demodate, meschine. De fapt, cele două cuvinte sună într-atât de asemănător, încât este nevoie de un efort serios pentru a le distinge. De aceea, în serialul *Cosmos*, am pronunțat „billions” (miliarde sau bilioane) cu un „b” destul de oclisiv, pe care unii oameni l-au luat drept un accent idiosincronic,

sau o deficiență de vorbire. Alternativa, inaugurată de unii comentatori TV – de a spune „sunt bilioane cu b” – a părut mai greoaie.

Este o veche glumă despre conferențiarul de la un planetariu care povestește audienței că peste 5 bilioane de ani Soarele se va dilata devenind o gigantă roșie care va înghiți planetele Mercur și Venus și, în cele din urmă, va înfuleca poate și Pământul. La sfârșit, un ascultător îngrijorat îl trage de mânecă:

„Scuzați-mă, doctore, ați spus că Soarele va pârloli Pământul peste 5 bilioane de ani?”

„Da, cu aproximație.”

„Slavă Domnului. O clipă mi s-a părut că ați spus 5 milioane.”

Că sunt 5 milioane sau 5 miliarde de ani, pentru viețile noastre personale contează prea puțin, oricât de interesant ar fi destiul final al Pământului. Dar distincția dintre milioane și miliarde este cu mult mai vitală în probleme precum bugetele naționale, populația globului și victimele războiului nuclear.

Deși popularitatea lui „miliarde și miliarde” nu a pălit cu totul, numerele acestea încep și ele să devină oarecum mărunte, lipsite de orizont, învechite. Un număr mult mai elegant se profilează la orizont, sau chiar mai aproape. *Trilionul* ne pândește.

Cheltuielile militare globale sunt acum de aproape 1 trilion de dolari pe an. Datoria totală a țărilor în curs de dezvoltare față de băncile occidentale se apropie de 2 trilioane de dolari (de la 60 de miliarde în 1970). Bugetul anual al guvernului SUA se apropie și el de 2 trilioane de dolari. Datoria internă este în jur de 5 trilioane. S-a estimat că programul Războiul Stelelor, propus în timpul erei Reagan și dubios din punct de vedere tehnic, va costa între 1 și 2 trilioane de dolari. Greutatea tuturor plantelor de pe Pământ este de un trilion de tone. Între stele și trilioane există o afinitate naturală: distanța de la sistemul nostru solar la cea mai apropiată stea, Alpha Centauri, este de circa 40 de trilioane de kilometri.

Confuzia dintre milioane, miliarde și trilioane este încă endemică în viața de zi cu zi și rareori trece săptămâna fără astfel de

încurcături la știrile TV (unde, în general, se confundă milioanele cu miliardele). De aceea, voi fi poate scuzat dacă zăbovesc un moment asupra distincției: un milion este de o mie de ori o mie, sau unu urmat de șase zerouri; un miliard este o mie de milioane, sau unu urmat de nouă zerouri; iar un trilion este o mie de miliarde (sau echivalent, un milion de milioane), ceea ce înseamnă unu urmat de douăsprezece zerouri.

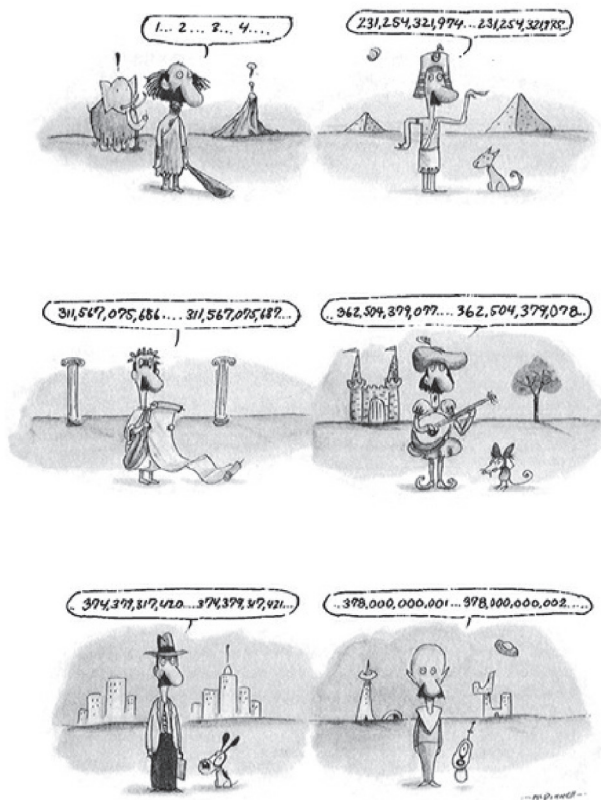
Aceasta este convenția americană. Mult timp, cuvântul britanic *billion* a corespuns celui american *trillion*, britanicii folosind – cu destulă îndreptățire – „o mie de milioane” pentru un miliard (*billion*). În Europa, echivalentul pentru *billion* era „miliard”. Fiind colecționar de timbre încă din copilărie, posed o marcă poștală germană din 1923, anul de apogeu al inflației, pe care scrie „50 milliarden”. Era nevoie de 50 de trilioane de mărci pentru a pune la poștă o scrisoare. (Pe atunci, oamenii mergeau cu o roabă de bancnote la brutărie sau la băcănie.) Dar, datorită actualei influențe mondiale a Statelor Unite, convențiile alternative pierd teren și „bilionul” aproape că a dispărut.

O metodă neambiguă de a determina despre ce număr mare este vorba, este să numărăm câte zerouri sunt după unu. Dar dacă sunt multe zerouri, poate să ne ia mult timp. De aceea punem virgulă sau lăsăm un spațiu după fiecare grup de trei zerouri. Astfel, un trilion se scrie 1,000,000,000,000 sau 1 000 000 000 000. (În Europa se pun puncte în loc de virgule.) Pentru numere mai mari de un trilion trebuie să numărăm câte triplete de 0 sunt. Ar fi mult mai simplu dacă atunci când desemnăm un număr mare, am putea spune direct câte zerouri sunt după unu.

Savanții și matematicienii, fiind oameni practici, exact asta au și făcut. Este ceea ce se numește notație exponențială. Scrii numărul 10, după care un număr mic scris mai sus și în dreapta lui 10 ca indice superior arată câte zerouri sunt după unu. Astfel, $10^6 = 1.000.000$; $10^9 = 1.000.000.000$; $10^{12} = 1.000.000.000.000$; și așa mai departe. Acești mici indici superiori se numesc exponenți sau

puteri; de exemplu, 10^9 se citește „10 la puterea 9” sau, echivalent, „10 la a noua” (cu excepția lui 10^2 și 10^3 , care se numesc „10 la pătrat” și, respectiv, „10 la cub”). Expresia „la puterea” – la fel ca „parametru” și ca o serie de alți termeni științifici și matematici – se strecoară în limbajul cotidian, dar cu o semnificație care treptat se estompează și se distorsionează.

Pe lângă claritate, notația exponențială mai are un avantaj minunat: poți înmulți oricare două numere doar adunând exponenții corespunzători. Astfel, $1.000 \times 1.000.000.000$ este $10^3 \times 10^9 = 10^{12}$. Sau să luăm niște numere mai mari: dacă într-o galaxie tipică sunt 10^{11} stele și există 10^{11} galaxii, înseamnă că în Cosmos sunt 10^{22} stele.



Dar mai există încă rezistență la notația exponențială din partea celor puțin alergici la matematică (deși ea nu ne complică înțelegerea, ci o simplifică), precum și a unor tipografi, ce par să simtă nevoia împătimită de a culege 109 în loc de 10^9 (tipografii de la Random House fiind o excepție îmbucurătoare, după cum puteți vedea).

Primele șase numere mari care au denumiri proprii sunt prezentate în caseta de mai jos. Fiecare este de o mie de ori mai mare decât precedentul. Peste un trilion, denumirile numerelor nu se folosesc aproape niciodată. Numărând câte o unitate pe secundă, zi și noapte, ai nevoie de mai mult de o săptămână pentru a număra de la unu la un milion. Ca să numeri până la un miliard ai nevoie de o jumătate de viață. Iar până la un cvintilion nu ai putea să numeri nici dacă ai avea la dispoziție vârsta universului.

NUMERE MARI

Numărul		Notația exponențială	Timpul necesar pentru a număra de la zero la acel număr (câte o unitate pe secundă, zi și noapte)
unu	1	10^0	1 secundă
o mie	1.000	10^3	17 minute
milion	1.000.000	10^6	12 zile
miliard	1.000.000.000	10^9	32 de ani
trilion	1.000.000.000.000	10^{12}	32.000 de ani (timp superior celui de când există civilizație pe Pământ)
cvadrilion	1.000.000.000.000.000	10^{15}	32 de milioane de ani (timp superior celui de când există ființe umane pe Pământ)
cvintilion	1.000.000.000.000.000.000	10^{18}	32 de miliarde de ani (mai mult decât vârsta universului)

CAPITOLUL 2

TABLA DE ȘAH PERSANĂ

Nu poate exista un limbaj mai universal și mai simplu, mai ferit de erori și de obscurități, altfel spus, mai demn să exprime relațiile invariabile dintre lucrurile naturale... [Matematica] pare să fie o facultate a minții omenești destinată a suplini scurtimea vieții și imperfecțiunea simțurilor.

JOSEPH FOURIER, *Teoria analitică a căldurii, Discurs preliminar* (1822)

Așa cum am auzit eu prima oară povestea, ea s-a întâmplat în vechea Persie. Dar putea să fi fost și în India sau în China. Oricum, s-a întâmplat cu mult timp în urmă. Marele vizir, principala sfetnic al regelui, inventase un joc nou. El se juca cu piese mobile pe o tablă pătrată alcătuită din 64 de pătrățele roșii și negre. Piesa cea mai importantă era regele. Următoarea piesă ca importanță era marele vizir – exact ce ne-am putea aștepta de la un joc inventat de un Mare Vizir. Scopul jocului era capturarea Regelui inamic, astfel că în persană jocul a fost numit *shah-mat* – shah pentru „rege”, mat pentru „moarte”. Moarte regelui. În rusă, el încă mai este numit shakhmat, poate ca vestigiu al unui sentiment revoluționar. Chiar și în engleză [și în română] există un ecou al acestui nume – mișcarea finală se numește „șah mat”. Este vorba, bineînțeles, de jocul de șah. Cu trecerea timpului, piesele, mișcările lor și regulile jocului au evoluat; de exemplu, nu mai există un mare vizir, el s-a transformat într-o regină cu puteri încă și mai formidabile.

De ce s-ar delecta un rege cu un joc numit „Moarte regelui” rămâne un mister. Dar, așa spune povestea, el a fost atât de încântat, încât l-a întreat pe marele vizir ce răsplată își dorește pentru o invenție atât de minunată. Marele Vizir avea răspunsul pregătit: el este un om modest, i-a spus șahului, și nu dorește decât o răsplată modestă. Arătând spre cele opt coloane și opt linii de pătrățele de pe tabla pe care o născocise, a cerut să i se dea un singur bob de grâu pentru primul pătrățel, de două ori pe atât pentru al doilea pătrățel, încă de două ori pe atât pentru al treilea, și așa mai departe, până când fiecare pătrățel va avea porția sa de grâu. Nu, a protestat Regele, aceasta este o răsplată prea neînsemnată pentru o invenție atât de importantă. El i-a oferit bijuterii, dansatoare, palate. Dar Marele Vizir, coborând privirea, le-a refuzat pe toate. Nu râvnea decât la acele grămăjoare de grâu. Astfel că, mirându-se pe ascuns de umilința și de cumpătarea sfetnicului său, regele a consimțit.



Dar când șeful grânarelor regale a început să numere boabele, regele a avut o surpriză neplăcută. La început, numărul boabelor este destul de mic: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024..., dar pe măsură ce se apropie al 64-lea pătrățel, numărul lor devine colosal, uluitor. De fapt, este vorba de aproape 18,5 cvintilioane (vezi caseta de la pagina 30). Poate că Marele Vizir urma o dietă pe bază de fibre.

CAPITOLUL 4

PRIVIREA LUI DUMNEZEU ȘI ROBINETUL CARE PICURĂ

Când te ridici la orizontul răsăritean,
umpli toate ținuturile cu frumusețea ta...
Deși ești departe, razele tale sunt pe Pământ.

AKHENATON, Imn către Soare (c. 1370 î.Hr.)

În Egiptul faraonic de pe vremea lui Akhenaton, într-o religie monoteistă acum dispărută care venera Soarele, se credea că lumina este privirea Zeului. Pe vremea aceea, văzul era conceput ca un fel de emanație care pornea din ochi, ceva asemănător unui radar. El se întinde și atinge obiectul văzut. Soarele – fără de care nu se prea mai vede nimic în afară de stele – mângâia, lumina și încălzea Valea Nilului. Având în vedere fizica timpului și o generație care adora Soarele, nu era lipsit de sens să descrii lumina drept privirea Zeului. Treizeci și trei de secole mai târziu, o metaforă mai profundă, deși mult mai prozaică, oferă o mai bună înțelegere a luminii:

Stăm în cada de baie și robinetul picură. O dată la fiecare secundă, să zicem, o picătură cade în cadă. Ea produce o mică undă care se răspândește într-un cerc perfect și frumos. Când ajunge la marginea căzii, ea se reflectă. Unda reflectată este mai slabă, iar după încă una sau două reflexii, nu o mai putem distinge.

Noi unde ajung la marginea căzii, fiecare dintre ele generată de o altă picătură din robinet. O rață de gumă se ridică și coboară la trecerea fiecărui front de undă. Evident, nivelul apei este puțin mai ridicat pe creasta valului și mai coborât în mica adâncitură dintre valuri, albia.

„Frecvența” undelor înseamnă de câte ori pe secundă trec crestele prin punctul de observație – în cazul acesta, una pe secundă. Deoarece fiecare picătură produce câte o undă, frecvența coincide cu rata picăturilor. „Lungimea de undă” a undelor este distanța dintre două creste succesive – în cazul de față, poate 10 centimetri. Dar dacă la fiecare secundă trece câte o undă, viteza undelor este de zece centimetri pe secundă. Putem conchide după un moment de gândire că viteza undei este frecvența înmulțită cu lungimea de undă.

Undele din cada de baie și valurile de pe ocean sunt bidimensionale; ele se răspândesc dintr-un punct-sursă precum cercurile pe suprafața apei. Undele sonore, pe de altă parte, sunt tridimensionale și se răspândesc în aer în toate direcțiile pornind din sursa sunetului. În creasta undei, aerul este puțin comprimat; în intervalul dintre creste el este mai rarefiat. Urechea noastră detectează aceste unde. Cu cât sosesc mai des (cu cât frecvența este mai mare), cu atât sunetul pe care îl auzim este mai înalt.

Tonurile muzicale depind exclusiv de frecvența undelor sonore. Nota *do* major este felul nostru de a spune că în fiecare secundă ne parvin 263 de unde sonore; frecvența este de 263 de hertzi. O octavă mai sus de *do* major înseamnă 526 de hertzi; două octave, 1.052 de hertzi, etc. Care este lungimea de undă a lui *do* major? Dacă undele sonore ar fi direct vizibile, care ar fi distanța dintre două creste? La nivelul mării, viteza sunetului este de aproximativ 340 de metri pe secundă (1.224 de kilometri pe oră). La fel ca în cada de baie, lungimea de undă este viteza undei împărțită la frecvență, în jur de 1,3 metri pentru nota *do* major – aproximativ înălțimea unei ființe umane în vârstă de nouă ani.

CAPITOLUL 16

REGULILE JOCULUI

Tot ce este corect moral derivă din una din următoarele patru surse: percepția deplină sau dezvoltarea inteligentă a ceea ce este adevărat; sau menținerea societății organizate, în care fiecare om primește ce i se cuvine și toate obligațiile sunt îndeplinite cu loialitate; sau măreția și forța unui spirit nobil, invincibil; sau ordinea și moderația în tot ce se spune și se face, din care decurg cumpătarea și stăpânirea de sine.

CICERO, *De Officiis*, I, 5 (45-44 î.Hr.)

Îmi aduc aminte de sfârșitul unei zile perfecte de demult, din 1939 – o zi care mi-a influențat puternic gândirea, o zi în care părinții mei m-au dus să văd minunățiile de la Expoziția Mondială din New York. Era târziu, mult după ora mea de culcare. Cocoțat în siguranță pe umerii tatălui meu, ținându-mă de urechile lui, cu prezența liniștitoare a mamei alături, m-am întors să văd mărețul Trylon și Perisphere, emblemele arhitectonice ale Expoziției, luminate în nuanțe albastre pâlpâitoare. Părăseam viitorul, „Lumea de Mâine”, și ne îndreptam spre stația de metrou. În timp ce ne-am oprit ca să ne aranjăm lucrurile, tatăl meu a intrat în vorbă cu un om mic și obosit care purta o tavă agățată de gât. Vindea creioane. Tatăl meu a băgat mâna în punga de hârtie boțită cu resturile prânzului, a scos de acolo un măr și l-a dat vânzătorului de creioane. Am scos un geamăt sonor. Pe-atunci nu-mi plăceau merele, iar pe acela

îl refuzasem și la prânz, și la cină. Și cu toate acestea aveam un interes de proprietar asupra lui. Era măruțul meu și tatăl meu tocmai îl dăduse unui străin cu înfățișare ciudată care, ca să mă irite și mai tare, îmi arunca acum priviri neprietenoase.

Deși tatăl meu era o persoană cu o răbdare și o blândețe aproape fără margini, mi-am dat seama că-l dezamăgisem. M-a ridicat și m-a îmbrățișat strâns.

„E un biet amărât, fără serviciu”, mi-a spus el, prea încet ca omul să-l audă. „Nu a mâncat toată ziua. Noi avem destul. Putem să-i dăm un măr.”

Am reflectat, mi-am înăbușit suspinele, m-am mai uitat o dată nostalgic spre Lumea de Măine și am adormit recunoscător în brațele sale.

*

Codurile morale care încearcă să reglementeze comportamentul uman ne-au însoțit nu doar de la începuturile civilizației, dar au existat și la strămoșii noștri culegători și vânători, pre-civilizați și extrem de sociali. Și chiar mai devreme. Societăți diferite au coduri diferite. Multe culturi spun una și fac alta. În câteva societăți favorizate de soartă, un legislator inspirat așterne în scris un set de reguli de conviețuire (și cel mai adesea pretinde că a fost instruit de un zeu – căci altminteri puțini i-ar urma prescripțiile). De exemplu, codurile lui Așoka (India), Hammurabi (Babilon), Lycurg (Sparta) și Solon (Atena), care cândva au dominat civilizații puternice, sunt în prezent în mare parte defuncte. Poate că ei au judecat greșit natura umană și ne-au cerut prea mult. Poate că experiența unei epoci sau culturi nu poate fi aplicată integral alteia.

În mod surprinzător, există în prezent eforturi – de tatonare, dar emergente – de a aborda chestiunea în mod științific; adică experimental.