

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

SAGAN, CARL *Miliarde și miliarde: gânduri despre viață și moarte în pragul mileniului* / Carl Sagan; trad. din lb. engleză de

Walter Fotescu. – Ed. a 2-a – București: Herald, 2025

ISBN 978-630-336-127-7

I. Fotescu, Walter-Radu (trad.)

0

Pentru noutăți și comenzi:

www.edituraherald.ro

office@edituraherald.ro

Tel: 021.319.40.60, 021.319.40.61

Fax: 021.319.40.59, 021.319.40.60

Mob: 0744.888.388, 0771.664.320

CARL SAGAN

*Billions & Billions: Thoughts on Life and Death
at the Brink of the Millennium*

© Copyright 1997 by Carl Sagan with permission from
Democritus Properties, LLC. All rights reserved including the
rights of reproduction in whole or in part in any form.

Carl Sagan

MILIARDE
ȘI MILIARDE

*Gânduri despre viață și moarte
în pragul mileniului*

Traducere din limba engleză de

WALTER FOTESCU

EDITURA  HERALD

București

1. Fotografie a lui Carl Sagan împreună cu Johnny Carson la Tonight Show, 30 mai 1980
2. Numerele mari — șase schițe de Patrick McDonnell
3. Răsplata Marelui Vizir — trei schițe de Patrick McDonnell
4. Creștere exponențială la populația de bacterii
5. Creștere exponențială la populația de oameni
6. Ondulații ale apei de la suprafața unui lac
7. Spectrul electromagnetic — a se observa porțiunea mică pe care noi o experimentăm ca lumină vizibilă
8. Proprietăți reflexive la suprafața ale pigmentilor obișnuiți în lumina vizibilă
9. Concentrații de dioxid de carbon din atmosfera Pământului în decursul timpului
10. Cronologie a temperaturilor globale
11. Încălzire globală — schiță de Patrick McDonnell
12. Energie nucleară — schiță de Patrick McDonnell
13. Energie solară — schiță de Patrick McDonnell
14. Dezvoltare fetală umană — desene ce înfățișează fetusul la concepție și la trei săptămâni
15. Dezvoltare fetală umană — desene ce înfățișează fetusul la cinci săptămâni și la șaisprezece săptămâni
16. Dezvoltare fetală umană — desene ce înfățișează, în succesiune, asemănarea dintre un fetus uman și un vierme, un amfibian, o reptilă și un primat

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

LIBRIS

We know
books

PARTEA ÎNTÂI

PUTEREA ȘI FRUMUSEȚEA CUANTIFICĂRII



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 cărui emisiune, *Tonight Show*, am apărut de aproape treizeci de ori în decursul anilor. Își punea o jachetă reiată, un jersu pe gât și un fel de pământuf ca

peruță. 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 idiosincratic,

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 pârjoli 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 destinația finală a 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.

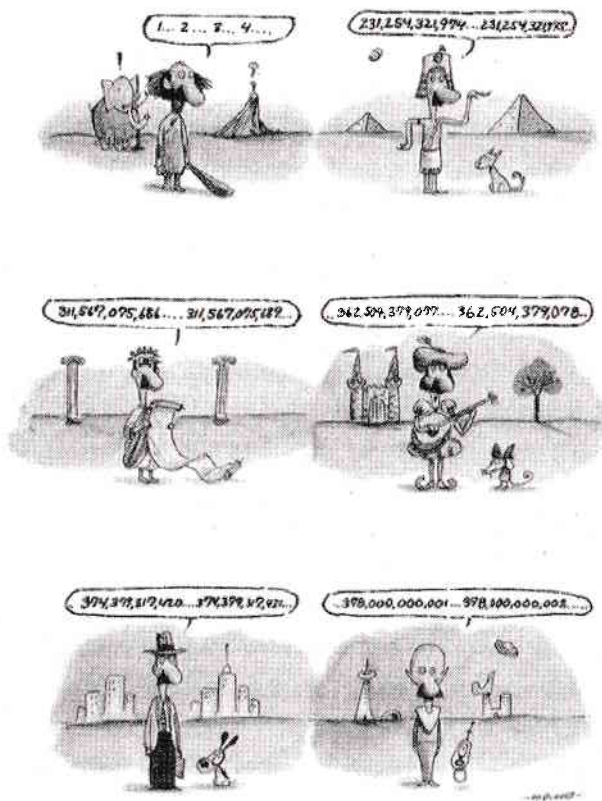
Aceasta este convenția americană. Mult timp, cuvântul britanic *billion* a corespuns celui american *trillion*, britanicii folosind – cu destulă îndreptățire – „o mie de milioane” pentru un miliard (*billion*). În Europa, echivalentul pentru *billion* era „miliard”. Fiind colecționar de timbre încă din 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 (tipografia 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	Timpu 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)

Numerele și mai mari se numesc sextilion (10^{21}), septilion (10^{24}), octilion (10^{27}), nonilion (10^{30}) și decilion (10^{33}). Masa Pământului este de 6 octilioane de grame.

Notăția aceasta științifică sau exponențială este descrisă și prin cuvinte. Astfel, un electron are diametrul de un femtomtru (10^{-15} m); lumina galbenă are o lungime de undă de o jumătate de micrometru (0,5 μ m); ochiul uman distinge cu greu o gănganie de o zecime de milimetru (10^{-4} m); raza Pământului este de 6.300 de kilometri (6,3 Mm); iar un munte ar putea cântări 100 de petagramme (10^{17} g). Iată o listă completă a prefixelor:

atto-	a	10^{-18}	deca-	-	10^1
femto-	f	10^{-15}	hecto-	-	10^2
pico-	p	10^{-12}	kilo-	k	10^3
nano-	n	10^{-9}	mega-	M	10^6
micro-	μ	10^{-6}	giga-	G	10^9
mili-	m	10^{-3}	tera-	T	10^{12}
centi-	c	10^{-2}	peta-	P	10^{15}
deci-	d	10^{-1}	exa-	E	10^{18}

Odată ce ai ajuns să stăpânești notația exponențială, poți lucra fără efort cu numere enorme, precum numărul aproximativ al microbilor dintr-o linguriță de sol (10^8); al firelor de nisip de pe toate plajele Pământului (poate 10^{20}); al ființelor vii de pe Pământ (10^{29}); al atomilor din toate formele de viață de pe Pământ (10^{41}); al nucleelor atomice din Soare (10^{57}); sau numărul particulelor elementare (electroni, protoni, neutroni) din întregul Cosmos (10^{80}). Asta nu înseamnă că poți să-ți reprezinți în minte un miliard sau un cvintilion de obiecte – nimeni nu poate. Dar, cu notația exponențială, putem să ne gândim la asemenea numere și să facem calcule cu ele. Ceea ce nu e rău pentru niște ființe care au pornit de la nimic și care-și puteau număra semenii pe degetele de la mâini și de la picioare.

Numerele cu adevărat mari fac parte integrantă din știința modernă; dar n-aș vrea să las impresia că ele au fost inventate în vremea noastră.

Aritmetica indiană este familiarizată de mult cu numerele mari. În ziarele indiene de azi găsești cu ușurință referiri la amenzi sau la cheltuieli de un *lakh* sau o *crore* de rupii. Cheia este următoarea: *das* = 10; *san* = 100; *hazar* = 1.000; *lakh* = 10^5 ; *crore* = 10^7 ; *arahb* = 10^9 ; *carahb* = 10^{11} ; *nie* = 10^{13} ; *padham* = 10^{15} și *sankh* = 10^{17} . Înainte ca europenii să le fi anihilat cultura, mayașii din vechiul Mexic inventaseră o scară temporală a lumii care surclasa cele câteva milenii amărâte cât credeau europenii că trecuseră de la facearea lumii. Printre monumentele ruinate de la Coba, în Quintana Roo, există inscripții care dovedesc că mayașii aveau în vedere un Univers cu vârsta de aproximativ 10^{29} ani. Hindușii au susținut că actuala încarnare a Universului are $8,6 \times 10^9$ ani – foarte aproape de valoarea admisă în prezent. Iar în secolul al III-lea î.Hr., în cartea sa *Numărătorul firelor de nisip*, matematicianul sicilian Arhimede a estimat că ar fi necesare 10^{63} fire de nisip pentru a umple Cosmosul. În privința problemelor cu adevărat mari, miliarde și miliarde erau chiar și pe atunci mărunțiș.