

MARCUS CHOWN

Singurul lucru pe care trebuie să-l știi

O manieră simplă pentru a înțelege
cele mai importante idei științifice

Traducere: Sabina Ușurelu



NICULESCU

CUPRINS

PREFAȚĂ	11
1 GRAVITAȚIA	13
Fiecare particulă de materie exercită o forță de atracție asupra oricărei alte părți de materie	
2 ELECTRICITATEA	26
Exploatând o forță de 10.000 de miliarde de miliarde de miliarde de miliarde de ori mai puternică decât gravitația, dăm energie lumii	
3 ÎNCĂLZIREA GLOBALĂ	37
Molecule ca dioxidul de carbon absorb căldura radiată de suprafața Pământului și o rețin în atmosferă	
4 DE CE ESTE SOARELE FIERBINTE	46
Are o masă foarte mare	
5 A DOUA LEGE A TERMODINAMICII	56
Există mult mai multe moduri în care lucrurile pot fi dezordonate decât ordonate, astfel încât ordinea se va metamorfoza treptat în dezordine, dacă oricare dintre ele este la fel de probabilă	

6	PLĂCILE TECTONICE	65
	Scoarța Pământului este fracturată ca un pavaj neregulat în plăci pe care magma ce se ridică le face să se ciocnească una de cealaltă	
7	TEORIA CUANTICĂ	74
	Particulele se pot comporta ca niște unde și undele se pot comporta ca niște particule	
8	ATOMII	88
	Reprezintă alfabetul naturii și, aranjându-i în moduri diferite, este posibilă crearea unui trandafir sau a unei galaxii sau a unui nou-născut	
9	EVOLUȚIA.....	98
	Trăsăturile ce permit organismelor să concureze cu succes pentru resursele limitate de hrană și astfel să supraviețuiască pentru a se reproduce devin din ce în ce mai răspândite cu fiecare generație succesivă	
10	RELATIVITATEA SPECIALĂ	108
	Lumina nu poate fi prinsă	
11	CREIERUL.....	116
	Principalele activități ale creierului constau în a efectua schimbări asupra lui însuși	
12	RELATIVITATEA GENERALĂ	126
	Gravitația este accelerație	

13	EVOLUȚIA UMANĂ	135
	Trei cuvinte îi caracterizează pe oameni și pe strămoșii lor: migrația, migrația, migrația	
14	GĂURILE NEGRE	144
	O masă îndeajuns de concentrată creează un abis fără fund din care nimic, nici măcar lumina, nu poate scăpa	
15	MODELUL STANDARD	154
	Complexitatea lumii izvorăște din permutările a doar trei elemente fundamentale constitutive lipite laolaltă cu trei forțe fundamentale	
16	COMPUTERELE CUANTICE	163
	Fie exploatează copii ale lor din universuri paralele, fie se comportă ca și cum ar face-o	
17	UNDELE GRAVITAȚIONALE	172
	Sunt vibrații ale membranei spațiu-timpului – vocea spațiului	
18	CÂMPUL HIGGS	182
	Elementele constitutive de bază ale materiei nu au mase intrinseci, ci și le dobândesc prin interacțiunea cu Higgs	
19	ANTIMATERIA	191
	Un foton are sarcină zero, astfel încât, atunci când se transformă într-un electron, sarcina electronului trebuie anulată de o particulă cu sarcină opusă: o antiparticulă	

20 NEUTRINO.....	200
Deși sunt niște fantome efemere ce de-abia băntuie lumea fizică, reprezintă a doua cea mai răspândită particulă din Univers	
21 BIȚ BANȚ	208
Universul a început într-o stare fierbinte și densă și, de atunci, se extinde și se răcește	
MULȚUMIRI.....	217
ȚLOSAR.....	219
NOTE	237

EVOLUȚIA UMANĂ

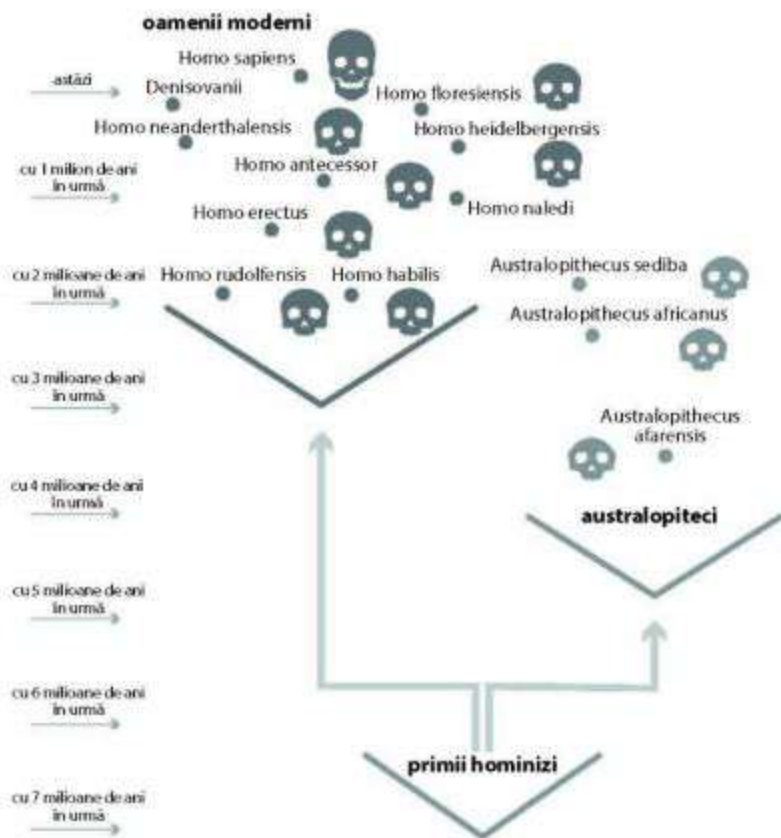
.....
 Trei cuvinte îi caracterizează pe oameni și pe strămoșii lor: migrația, migrația, migrația.

„Oare genomul predecesorilor noștri care trăiau în peșteri cuprindea un set sau niște seturi de gene care i-au permis omului modern să compună muzică de o complexitate infinită și să scrie romane cu semnificații profunde? Se pare că Homo timpuriu era deja dotat cu un potențial intelectual care depășea cu mult ceea ce-i era necesar ca să facă față mediului din epoca sa.”

SUSUMU OHNO⁵¹

În urmă cu aproximativ 7 milioane de ani, în Africa, linia evoluționistă care avea să ducă la ființele umane s-a despărțit de cea care a dus la cimpanzei și la maimuțele bonobo. În decursul următoarelor milioane de ani, câteva specii ale strămoșilor noștri hominizi și-au părăsit leagănul și s-au răspândit în întreaga lume în mai multe valuri de migrații. În urmă cu vreo 300.000 de ani, când a apărut specia noastră, *Homo sapiens*, ea s-a trezit împărțind planeta cu alte câteva tipuri de oameni. În mod misterios, toate celelalte

specii de hominizi au dispărut, lăsându-ne pe noi ca ultimi supraviețuitori.



Ultima specie umană supraviețuitoare:
Deși astăzi nu mai trăiește decât o singură specie de hominizi,
în cea mai mare parte a ultimilor milioane de ani planeta a fost împărțită
de vreo jumătate de duzină de specii.

Este posibil ca ruptura de linia cimpanzeilor să fi fost provocată de schimbările climatice din Valea Riftului din Africa de Est. O secetă generalizată a redus suprafața împădurită și i-a împins pe hominizi spre pajiștile din savană. S-ar putea ca și atracția vastelor turme de rumegetoare care se adaptaseră deja la noul habitat să fi jucat un rol.

În urmă cu aproximativ 4,5 milioane de ani, strămoșii noștri începuseră să meargă pe două picioare cel puțin o parte din timp, diferențiindu-se de aproape toate celelalte animale de pe planetă. Cea mai sugestivă dovadă în acest sens provine dintr-o perioadă puțin mai târzie din Laetoli, Tanzania. Acum 3,6 milioane de ani, trei indivizi *Australopithecus afarensis* au pășit pe un strat de praf vulcanic proaspăt căzut și și-au lăsat urmele tălpilor pentru ca noi să le vedem astăzi. „Cine oare nu se întreabă ce erau acești indivizi unii pentru ceilalți, dacă se țineau de mână sau vorbeau, care era însărcinarea uitată de care se ocupau împreună la începuturile Pliocenului?”, spune Richard Dawkins.⁵²

Postura bipedă le-a permis strămoșilor noștri să străbată distanțe mai mari în căutarea mâncării și să observe de la mare depărtare amenințarea animalelor de pradă. De asemenea, le-a eliberat mâinile pentru a putea să care hrană, să fabrice unelte și să mânuiască arme. *Dar inovația a venit cu un preț.* A necesitat schimbări majore în structura oaselor picioarelor. Nu doar că oasele coapselor a trebuit să se alungească, iar pelvisul să se scurteze și să se lățească, dar a mai fost nevoie să și dezvolte un mușchi puternic al fundului, adică *gluteus maximus*, pentru a menține verticale oasele respective și pentru a susține pasul de alergare.

A fost nevoie ca toate aceste schimbări să se producă înainte ca mersul pe două picioare să confere vreun avantaj din perspectiva supraviețuirii, așa că nu este în totalitate clar cum a evoluat natura bipedă. Cu toate acestea, o posibilitate

interesantă este ca primii pași – cât se poate de literal – să fi fost făcuți în copaci. Gibonii și urangutanii se plimbă adesea pe două picioare de-a lungul crengilor pentru a ajunge la frunzele și fructele mai zemoase de la capătul lor, așa că se poate ca și strămoșii noștri să fi făcut același lucru. Când s-au aventurat în savană, s-ar putea să-și fi continuat pur și simplu obiceiul de a se plimba, țopăind probabil sub protecția copacilor.

Dar, deși strămoșii noștri *australopithecini* mergeau în poziție verticală, creierele lor rămăseseră mici – un pic mai mari decât cele ale altor maimuțe, însă tot de mărimea unui grepfrut. Totuși, tendința speciilor de hominizi care au evoluat ulterior a fost să dezvolte creiere din ce în ce mai mari. Unul dintre motive a fost îmblânzirea focului și inventarea gătitului, lucru care se petrecuse deja acum aproximativ 400.000 de ani, posibil chiar în urmă cu 2 milioane de ani. În comparație cu masa lor corporală, maimuțele de tipul gorilelor au stomacuri uriașe pentru a-și digera hrana. Acest lucru necesită o grămadă de energie. Dar gătitul alimentelor descompune proteinele cu lanț lung în aminoacizi utili. Funcționează asemenea unui stomac extern și, prin urmare, reduce necesitatea unui stomac intern. Iar atunci când a fost nevoie de mai puțină energie pentru digestie, a fost disponibilă mai multă pentru dezvoltarea creierelor, binecunoscute ca fiind averse de energie, monopolizând în jur de 20 la sută din energia totală a corpului. Un alt factor în creșterea dimensiunilor creierului a fost trecerea către o dietă ce conținea carne, o sursă mult mai concentrată de energie decât plantele.

Având creiere mai mari, strămoșii noștri au fost capabili să se implice în activități din ce în ce mai complexe, precum vânătoarea de animale mari și periculoase în savană, care necesită o colaborare sofisticată între mai mulți indivizi. Dovezile pentru o cooperare mai strânsă provin din diferența

din ce în ce mai redusă a masei corporale dintre masculi și femele. În cazul speciilor în care există o concurență aprigă pentru femele, masculii sunt mult mai mari decât ele pentru a putea să se lupte cu ceilalți masculi. Un asemenea dimorfism sexual nu este necesar când competiția este mai puțin intensă, ba chiar este posibilă practicarea monogamiei. Iar rivalitatea mai mică dintre masculi este esențială dacă trebuie să conlucreze ca membri ai unui grup de vânătoare.

Faptul că au avut creiere mari le-a permis totodată strămoșilor noștri să dezvolte uneltele. Cu toate acestea, unul dintre detaliile frapante constă în numărul redus de schimbări pe care le-a suferit aspectul lor de-a lungul colosalelor perioade de timp. Primele unelte, apărute acum vreo 2,6 milioane de ani în vremurile de final ale *australopithecinilor*, au fost pietrele sparte în așa fel încât aveau o muchie tăioasă. Aspectul lor a rămas neschimbat vreme de aproximativ 1 milion de ani. În urmă cu vreo 1,7 milioane de ani, au apărut topoare de mână mai sofisticate, cu tăișuri mai lungi și mai finisate decât predecesoarele lor. Chiar și așa, au rămas neschimbate până acum 300.000 de ani, o perioadă pe care paleoantropologii o numesc „cei 1,4 milioane de ani de plictiseală”.

Firește, s-ar putea ca uneltele să fi fost fabricate din lemn și prin urmare să nu fi supraviețuit. Dar absența modificărilor poate să reflecte faptul că, în cea mai mare parte a istoriei umane, strămoșii noștri au trăit în cete restrânse de vreo cincizeci de indivizi, astfel că au existat puține șanse ca inovațiile să se răspândească. S-ar putea ca progresele majore precum apariția focului să fi fost descoperite, pierdute și redescoperite de mai multe ori la rând. De-abia după sfârșitul ultimei epoci glaciare, acum 13.000 de ani, inventarea agriculturii și surplusul de hrană care a însoțit-o a făcut posibilă

aparitia așezărilor mari, stimulând interacțiunile și permițând inovațiilor să se răspândească cu rapiditate.

Prima specie de hominizi cu o formă recunoscutibilă a trupului uman a fost *Homo erectus*, în urmă cu aproximativ 1,8 și 1,9 milioane de ani. Mersul în poziție verticală reprezenta un avantaj în zonele expuse de câmpie, deoarece reducea la minimum suprafața corporală expusă la soare. Probabil că aceasta a fost perioada în care strămoșii noștri și-au pierdut blana și, în mod unic, au devenit maimuțe dezbrăcate. Acoperit doar de piele, *Homo erectus* a putut să-și elimine eficient căldura corporală prin transpirație. *Homo erectus*, având picioare lungi susținute de un *gluteus maximus* puternic, era născut pentru alergare. Este posibil să-și fi urmărit prada pe distanțe mari, alergând fără oprire până când prada lor se prăbușea pur și simplu la pământ din cauza epuizării. Deși multe animale pot alerga mult mai iute decât *Homo erectus*, niciun alt prădător, nici măcar lupul, nu poate fugi atât de multă vreme.

Prima specie de hominizi care au părăsit Africa, îndrăgite poate de schimbările climatice, a fost *Homo erectus* în urmă cu aproximativ 1,8 milioane de ani, răspândindu-se mai întâi în Asia de Vest și apoi în Asia de Est și în sudul Europei. Este posibil să fi existat o a doua migrație din Africa acum vreo 600.000 de ani cu *Homo heidelbergensis*, strămoșul neandertalienilor și al oamenilor moderni. Cu toate acestea, deși Africa este considerată pe scară largă leagănul evoluției umane, este destul de posibil ca o parte din evoluție să se fi petrecut în afara Africii, printre hominizii care s-au întors apoi acolo. În prezent, dovezile fosile sunt prea răzlețe ca să scoată la iveală asemenea evenimente.

Homo sapiens, care a apărut acum vreo 300.000 de ani în Africa, s-a remarcat printr-o creștere semnificativă a dimensiunii creierului în comparație cu strămoșii lui, dominată

printr-o dilatare a cortexului cerebral, asociat cu cele mai înalte abilități mentale. A părăsit continentul acum vreo 100.000 de ani și apoi încă o dată acum vreo 60.000 de ani, înlocuind treptat alte specii umane care plecaseră din Africa mai devreme.

În Europa, oamenii moderni au intrat în contact cu neanderthalienii. Au trăit cot la cot cu acești hominizi voinici și cu sprâncene proeminente vreme de zeci de mii de ani, înainte ca neanderthalienii să dispară în urmă cu aproximativ 40.000 de ani. În realitate, nu este pe deplin adevărat că au dispărut, căci s-au încrucișat cu specia noastră. Știm acest lucru pentru că vreo 2 la sută din ADN-ul europenilor de astăzi este neanderthalian. Iar pentru că cele 2 procente pe care le posedă o persoană nu sunt aceleași cu cele 2 procente posedate de alta, dar și pentru că astăzi există pe Pământ în jur de 8 miliarde de oameni, este remarcabil faptul că în zilele noastre găsim mai mult ADN neanderthalian decât în vremea când neanderthalienii cutreierau Pământul!

Se poate ca neanderthalienii să fi fost ultima specie umană care a împărțit planeta cu noi, dar cursa a fost strânsă. Până acum vreo 50.000 de ani, când oamenii moderni au ajuns pe insula indoneziană Flores (cu posibile consecințe catastrofice), aceasta a fost căminul lui *Homo floresiensis*. Descoperiți de-abia în 2004, au fost porecliți „hobbiți”, pentru că, în mod incredibil, n-aveau decât un metru înălțime. Nanismul insular apare de regulă în cazul speciilor izolate într-o suprafață redusă ca reacție la resursele limitate de hrană. Dar *Homo floresiensis* este singura specie umană despre care se știe că ar fi suferit o asemenea soartă.

Una dintre posibilități este ca *Homo floresiensis* să fi fost un descendent al lui *Homo erectus*. Alta este să fi fost un descendent al unui hominid necunoscut care a părăsit Africa încă dinaintea lui *Homo erectus*. În perioada respectivă, cu

aproximativ 1,8 milioane de ani în urmă, o cantitate masivă de apă de mare era prinsă în calotele de gheață, astfel că Asia de Sud-Est era o peninsulă mult mai întinsă decât este astăzi, existând posibilitatea să se fi ajuns pe insule din zilele noastre cum este Flores fără bărci.

Pe măsură ce oamenii moderni s-au răspândit pe întregul glob, au dat nu doar peste *Homo floresiensis* și peste neanderthalieni, ci și peste denisovani. Cunoscut doar de pe urma unui os de deget descoperit în Peștera Denisova din Munții Altai ai Siberiei în 2008, se pare că majoritatea oamenilor din Asia de Est posedă ADN denisovan. De aici apare întrebarea: câte alte specii de hominizi ne-au scăpat? Deoarece majoritatea speciilor de hominizi n-au numărat niciodată peste 100.000 de indivizi – poate cel mult un milion –, oasele fosilizate sunt extrem de rare. Se prea poate ca specii întregi să nu ne fi lăsat nicio carte de vizită, cu excepția ADN-ului care le este martor în cazul în care s-au împerecheat cu *Homo sapiens* sau cu orice strămoș al lui *Homo sapiens*.

Întrebarea de ce *Homo sapiens* este ultima specie umană supraviețuitoare rămâne o enigmă profundă. Totuși, una dintre posibilități este că ar avea legătură cu copilăria noastră prelungită. De-a lungul ultimilor 1,5 milioane de ani, evoluția prin selecție naturală a adăugat alți șase ani între pruncie și preadolescență. De fapt, mersul pe două picioare a forțat acest lucru, deoarece poziția verticală favorizează evoluția șoldurilor înguste și a unui canal de naștere strâmt. Pe măsură ce creierele noastre au devenit mai mari, lucrul acesta ne-a silit să ne naștem mai devreme, practic niște feți, cu o mulțime de sarcini de dezvoltare care urmează să fie finalizate în afara pântecului.

ȚĂURILE NEGRE

.....

O masă îndeajuns de concentrată
crează un abis fără fund din care nimic,
nici măcar lumina, nu poate scăpa.

.....

„Țăurile negre ale naturii sunt cele mai
desăvârșite obiecte macroscopice care există
în univers: singurele elemente din construcția lor
sunt conceptele noastre de spațiu și timp.”

SUBRAHMANYAN CHANDRASEKHAR⁵⁴

Prima persoană care și-a dat seama că gravitația unei stele extrem de masive ar putea fi atât de puternică, încât lumina ar fi incapabilă să fugă de ea, făcând-o să pară neagră, a fost un cleric și enciclopedist din secolul al XVIII-lea pe nume John Michell. Cu toate acestea, predicția lui despre existența „stelelor negre” s-a bazat pe un raționament defectuos, deoarece a presupus în mod eronat că asemenea corpuri ar putea exista fără să fie zdrobite de propria lor gravitație enormă în niște puncte minuscule, dense. A fost nevoie de teoria gravitației a lui Einstein, care a înlăturat-o pe cea a lui Newton, pentru a descrie în mod realist ce anume se întâmplă atunci când gravitația devine extraordinar de puternică.

Totuși, surprinzător, cel care a născocit descrierea respectivă n-a fost Einstein.

Karl Schwarzschild era un profesor de astronomie în Berlin, care la patruzeci și unu de ani, s-a înrolat voluntar în armată la izbucnirea Primului Război Mondial, pentru că antisemitismul era în ascensiune și s-a simțit constrâns să demonstreze că și un evreu poate fi un german patriot. După ce a condus o stație meteorologică în Belgia și a calculat traiectoriile obuzelor cu o baterie de artilerie, în Franța, la sfârșitul lunii decembrie 1915, pe tot corpul i-au apărut bășici dureroase. Într-un spital de campanie din Mulhouse, pe frontul din Alsacia, a fost diagnosticat cu pemfigus vulgaris, o boală autoimună în care sistemul imunitar atacă pielea și pentru care nu exista niciun leac.*

În noiembrie 1915, Einstein prezentase o nouă teorie a gravitației într-o serie de prelegeri de-a lungul a patru săptămâni la Academia Prusacă de Științe din Berlin, iar Schwarzschild, aflat în permisie de pe front, a participat la cea de pe 18 noiembrie.⁵⁵ Newton și-a imaginat forța gravitației dintre soare și Pământ ca pe o funie invizibilă care ținea Pământul captiv pe orbită, în vreme ce Einstein și-a dat seama că de fapt masa soarelui deformează spațiu-timpul din vecinătatea lui într-o vale, iar Pământul se deplasează pe pantele superioare ale văii asemenea unei bile într-o roată de ruletă.

Problema consta în a găsi deformarea precisă a spațiu-timpului pentru orice masă, un lucru care era foarte dificil, deoarece Einstein înlocuise singura ecuație a lui Newton care definea gravitația cu zece ecuații. Einstein însuși se mulțumise să calculeze doar deformarea *aproximativă* a spațiu-timpului

* Nici astăzi nu există un remediu pentru pemfigus vulgaris, deși afecțiunea poate fi ținută în frâu cu steroizi. (n.a.)