

NEIL SHUBIN

PEȘTELE DIN NOI

*O CĂLĂTORIE ÎN ISTORIA DE 3,5 MILIARDE DE
ANI A CORPULUI OMENESC*

Traducere din limba engleză:
WALTER FOTESCU

EDITURA  HERALD

București

CUPRINS

Prefață	9
Capitolul 1. Descoperirea peștelui interior	11
Dezgropând fosile, ne vedem pe noi înșine	12
Capitolul 2. Stăpâni pe situație	40
Privind peștii	45
Descoperirea degetelor și a încheieturii peștelui	50
Capitolul 3. Genele îndemânaticе	60
Formarea mâinilor	64
Rețeta ADN	69
Dând mâna cu rechinii	72
Capitolul 4. Dinți și iarăși dinți	79
Dinți și oase – materialul dur	96
Dinți, glande și pene	101
Capitolul 5. Cu capul înainte	104
Haosul din cap	105
Esența din embrioni	110
Rechinul din noi	114
Genele arcurilor branhiale	118
Evoluția capului: de la minunile acefale la strămoșii noștri cu cap	119
Capitolul 6. Cele mai bune planuri (ale corpului)	122
Planul comun: compararea embrionilor	123
Experimente cu embrioni	131
Despre muște și oameni	134
ADN-ul și Organizatorul	138
O actinie interioară	141
Capitolul 7. Aventuri în construirea corpului	145

Habeas corpus: arată-mi corpul	146
Dezgropând corpuri	149
Corpul nostru ca mărturie	153
Culturism pentru aglomerările de celule	161
O furtună perfectă la originea corpului	169
Capitolul 8. Simțul mirosului	172
Capitolul 9. Văzul	183
Molecule colectoare de lumină	187
Țesuturi	190
Gene	191
Capitolul 10. Urechile	194
Urechea medie – cele trei oase ale urechii	196
Urechea internă – geluri mișcătoare și firișoare flexibile	201
Meduzele și originea ochilor și a urechilor	210
Capitolul 11. Sensul tuturor lucrurilor	211
Grădina zoologică din noi	211
O plimbare (mai lungă) prin grădina zoologică	217
De ce ne îmbolnăvește istoria	225
Trecutul nostru de vânători-culegători: obezitate, boli de inimă și hemoroizi	227
Trecutul ca primate: vorbirea nu e ieftină	230
Trecutul ca pești și mormoloci: sughițul	230
Trecutul ca rechini: herniile	235
Trecutul microbian: bolile mitocondriale	240
Epilog	243
Note, referințe și bibliografie suplimentară	246
Resurse online	265
Mulțumiri	266
Index	271

PREFAȚĂ

Cartea aceasta a apărut dintr-o împrejurare ieșită din comun a vieții mele. Datorită plecării unor profesori, am ajuns să predau cursul de anatomie umană la Facultatea de Medicină a Universității din Chicago. Anatomia este cursul la care studenți timorați, în anul întâi la medicină, disecă cadavre umane în timp ce învață denumirile și alcătuirea majorității organelor, orificiilor, nervilor și vaselor sanguine din corp. Aceasta este inițierea lor supremă în lumea medicinei, o experiență formativă pe drumul lor spre a deveni medici. La prima vedere, nu-ți puteai imagina un candidat mai nepotrivit pentru sarcina de a pregăti viitoarea generație de medici: sunt un paleontolog care și-a petrecut cea mai mare parte a carierei studiind peștii.

Se dovedește însă că a fi paleontolog e un avantaj enorm în predarea anatomiei umane. De ce? Cele mai bune explicații ale corpului uman le descoperim studiind corpul altor animale. Cea mai simplă metodă de a le preda studenților nervii capului omenesc este să le arăți cum se prezintă lucrurile la rechini. Cea mai simplă explicație pentru structura membrelor lor se regăsește la pești. Reptilele sunt de un real folos în ce privește structura creierului. Motivul este că, în principiu, *corpurile acestor vietăți sunt versiuni mai simple ale corpului nostru*.

În vara celui de-al doilea an în care am predat acest curs, când lucram în Arctica, împreună cu colegii mei am descoperit pești fosili care ne-au oferit perspective vaste și cu totul noi asupra invadării uscatului de către pești, în urmă cu peste 375 de milioane de ani. Acea descoperire și incursiunea mea în predarea anatomiei umane m-au condus la explorarea unei conexiuni profunde. Din acea explorare s-a născut cartea de față.

Capitolul 1



DESCOPERIREA PEȘTELUI INTERIOR

Verile tipice ale vieții mele de adult le petrec în zăpadă și pe zloată, spărgând roci pe faleze aflate mult dincolo de Cercul Polar. Cea mai mare parte a timpului îngheț de frig, fac bășici în palme și nu găsesc absolut nimic. Dar, dacă am puțin noroc, descopăr oasele unor pești de demult. Majoritatea oamenilor nu ar considera asta o comoară, dar pentru mine ele sunt mai prețioase decât aurul.

Oasele peștilor antici pot deschide o cale către cunoașterea a ceea ce suntem și cum am ajuns astfel. Învățăm despre corpul nostru din lucruri aparent bizare, de la fosilele viermilor și peștilor recuperate din roci din întreaga lume, până la ADN-ul identificat în practic toate animalele care trăiesc în prezent pe Pământ. Aceasta nu explică însă convingerea mea conform căreia rămășițele scheletice din trecut – chiar rămășițele peștilor – oferă indicii despre structura fundamentală a corpului nostru.

Cum putem vizualiza evenimente care s-au petrecut acum milioane și, în multe cazuri, miliarde de ani? Din păcate, nu au existat martori oculari; niciunul dintre noi nu eram în preajmă. De fapt, nicio ființă cu grai, cu gură sau măcar cap nu a fost în preajmă în cea mai mare parte din acele timpuri. Mai rău chiar, animalele care au existat pe atunci sunt moarte și îngropate de foarte mult timp, iar corpurile lor s-au păstrat doar în cazuri rare. Dacă ținem seama că peste nouăzeci și nouă la sută din toate speciile

care au trăit vreodată sunt acum dispărute, că numai un procent foarte mic s-a păstrat sub formă de fosile și că doar un procent și mai mic ajunge să fie descoperit, atunci orice încercare de a ne cunoaște trecutul pare de la bun început sortită eșecului.

DEZGROPÂND FOSILE, NE VEDEM PE NOI ÎNȘINE

Am văzut prima oară unul dintre peștii noștri interiori într-o după amiază înzăpezită de iulie, în timp ce studiam roci vechi de 375 de milioane de ani pe Insula Ellesmere, la circa 80 de grade latitudine nordică. Colegii mei și cu mine ne deplasaserăm în această parte dezolantă a lumii pentru a încerca să descoperim una din etapele cheie în tranziția de la pești la animalele de uscat. Din roci se ițea botul unui pește. Și nu orice fel de pește: un pește cu capul plat. Imediat ce am văzut capul plat, am știut că suntem pe drumul cel bun. Dacă în interiorul stâncii aveam să găsim și alte părți din scheletul acesta, ele ne puteau dezvălui etapele timpurii din istoria craniului, a gâtului și chiar a membrilor noastre.

Ce mi-a indicat un cap plat despre tranziția de la mare la uscat? Și, mai relevant pentru siguranța și confortul meu personal, de ce eram în Arctica și nu în Hawaii? Răspunsul la aceste întrebări se află în povestea despre cum găsim fosile și cum le folosim pentru a ne descifra propriul trecut.

Fosilele reprezintă una din sursele principale de dovezi pe care le folosim pentru a ne înțelege pe noi înșine. (Genele și embrionii reprezintă alte surse, pe care le voi discuta mai târziu.) Majoritatea oamenilor nu știu că descoperirea

fosilelor poate fi făcută adesea cu o surprinzătoare precizie și predictibilitate. Muncim acasă pentru a ne maximiza șansele pe teren. Apoi ne lăsăm în voia norocului.

Relația paradoxală dintre planificare și șansă este cel mai bine descrisă de faimoasa remarcă a lui Dwight D. Eisenhower despre război: „Am constatat că în pregătirea pentru o bătălie planificarea este esențială, dar planurile sunt inutile”. Aceasta surprinde esența paleontologiei de teren. Facem tot felul de planuri care să ne ducă la cele mai promițătoare situri cu fosile. Odată ajunși acolo, toate planurile pot fi aruncate pe fereastră. Realitatea de pe teren poate modifica planurile noastre cele mai bine întocmite.

Totuși, putem proiecta expediții care să răspundă anumitor întrebări științifice. Folosind câteva idei simple, despre care voi vorbi în continuare, putem prezice unde s-ar putea găsi fosile importante. Firește, succesul nu este de sută la sută, dar norocul ne surâde suficient de des încât lucrurile să fie interesante. Eu am făcut carieră ocupându-mă doar cu atât: găsirea mamiferelor preistorice pentru a răspunde la întrebări despre originea mamiferelor, a broaștelor preistorice pentru a răspunde la întrebări despre originea broaștelor și a unora dintre primele animale cu membre pentru a oferi răspunsuri la întrebări legate de originea animalelor de uscat.

În multe privințe, paleontologilor de teren le este mult mai ușor astăzi să identifice noi situri decât ne-a fost nouă. Știm mai multe despre geologia zonelor particulare mulțumită explorărilor geologice întreprinse de guvernele locale și de companiile petroliere și de gaze naturale. Internetul ne oferă acces rapid la hărți, informații topografice și fotografii aeriene. Pot să scanez chiar și curtea din spatele casei voastre, de pe laptopul meu, în căutarea unor situri

promițătoare de fosile. Mai mult decât atât, instrumentele de imagistică și radiologie pot vedea prin anumite tipuri de rocă, permițându-ne să vizualizăm oasele din interior.

În pofida acestor avantaje, vânătoarea de fosile importante nu s-a schimbat prea mult față de acum o sută de ani. Paleontologii încă mai trebuie să examineze rocile – literalmente să se târască peste ele –, iar fosilele dinăuntru trebuie deseori extrase cu mâna. În prospecțiunile pentru identificarea fosilelor și la extragerea oaselor fosilizate trebuie luate atât de multe decizii, încât procesele acestea sunt greu de automatizat. În afară de aceasta, a privi la ecranul unui monitor pentru a identifica fosile nu va fi niciodată nici pe departe la fel de plăcut ca a săpa efectiv după ele.

Ceea ce complică lucrurile este faptul că siturile cu fosile sunt rare. Pentru a ne maximiza șansele de succes, căutăm convergența a trei factori. Căutăm locuri unde există roci dintr-o eră adecvată, un anumit tip de roci care să faciliteze păstrarea fosilelor și roci care sunt expuse la suprafață. Mai există și un alt factor: șansa. Pe acesta îl voi ilustra printr-un exemplu.

Exemplul nostru ne va arăta una dintre marile tranziții din istoria evoluției vieții: invadarea uscatului de către pești. Timp de miliarde de ani, toate viețuitoarele au trăit numai în apă. Apoi, în urmă cu vreo 365 de milioane de ani, vietățile au populat și uscatul. Viața în aceste două medii diferă radical. Respirația în apă necesită organe foarte diferite față de respirația pe uscat. Același lucru e valabil pentru excreție, hrănire și deplasare. A fost necesară apariția unui tip complet nou de corp. La prima vedere, granița dintre cele două medii pare aproape de netrecut. Dar totul se schimbă când examinăm dovezile; ceea ce pare imposibil, în realitate chiar s-a întâmplat.

În căutarea rocilor care datează dintr-o eră adecvată avem de partea noastră un fapt remarcabil. Fosilele din rocile din întreaga lume nu sunt dispuse la întâmplare. Locul în care acestea se găsesc și ceea ce se află în interiorul lor este în mod clar ordonat, iar noi putem folosi această ordine pentru a ne proiecta expediția. În miliarde de ani de schimbări, au rămas în pământ diferite tipuri de roci așezate strat peste strat. Ipoteza de lucru, ușor de verificat, este că rocile de deasupra sunt mai tinere decât rocile din stratul inferior; lucrul acesta este de obicei adevărat în zonele care au un aranjament simplu, tip prăjitură în straturi (gândiți-vă la Marele Canion). Dar mișcările scoarței terestre pot conduce la apariția faliilor, care schimbă poziția straturilor, punând roci mai vechi deasupra unora mai recente. Din fericire, odată ce pozițiile acestor falii au fost identificate, putem adesea reconstitui succesiunea inițială a straturilor.

Fosilele din interiorul acestor straturi de roci urmează și ele o progresie, straturile inferioare conținând specii complet diferite de cele din straturile de deasupra. Dacă am putea extrage o singură coloană de roci care să conțină întreaga evoluție a vieții, am găsi o varietate extraordinară de fosile. Straturile cele mai de jos ar conține puține dovezi vizibile de viață. Straturile de deasupra acestora ar conține amprente ale unor diverse viețuitoare asemănătoare meduzelor. Straturile aflate și mai sus ar avea vietăți cu schelet, apendice și diferite organe ca, de pildă, ochi. Deasupra acestora ar fi straturi cu primele animale care au avut coloană vertebrală. Și așa mai departe. Straturile cu primii oameni s-ar găsi și mai sus. O singură coloană care să conțină întreaga istorie a Pământului, în mod evident, nu există. Rocile din fiecare loc de pe Pământ reprezintă

doar câte o porțiune subțire de timp. Pentru a avea întreaga imagine, trebuie să asamblăm bucățile comparând rocile și fosilele dinăuntrul lor, ca și cum am asambla un uriaș joc de puzzle.

Faptul că o coloană de roci conține o progresie de specii fosile probabil nu este o surpriză. Mai puțin evident este că putem face previziuni detaliate despre cum arată în realitate speciile din fiecare strat, comparându-le cu specii de animale care trăiesc în prezent; informația aceasta ne ajută să precizem tipurile de fosile pe care le vom găsi în straturile de roci vechi. De fapt, pentru succesiunile de fosile în rocile din întreaga lume pot fi obținute predicții făcând o comparație între noi și animalele de la grădina zoologică sau acvariul local.

Cum ne poate ajuta o plimbare prin grădina zoologică să anticipăm unde mai exact trebuie să căutăm în roci pentru a găsi fosile importante? O grădină zoologică oferă o mare diversitate de vietăți care se deosebesc între ele în multe privințe. Dar să nu ne concentrăm pe deosebirile dintre ele; pentru a reuși să facem previziunea, trebuie să ne concentrăm pe ce au în comun diferitele vietăți. Putem pe urmă folosi trăsăturile comune tuturor speciilor pentru a identifica grupuri de vietăți cu trăsături similare. Toate ființele vii pot fi organizate și structurate ca un set de păpuși rusești, grupurile mai mici de animale fiind conținute în grupurile mai mari. Procedând astfel, descoperim ceva absolut fundamental despre natură.

Toate speciile din grădina zoologică și din acvariu prezintă un cap și doi ochi. Să numim colectiv aceste specii „Mulțimea”. O submulțime a vietăților cu un cap și doi ochi prezintă membre. Să numim speciile cu membre „Mulțimea cu membre”. O submulțime a acestor creaturi

cu cap și membre au un creier enorm, merg pe două picioare și vorbesc. Acea submulțime suntem noi, oamenii. Am putea, desigur, să folosim modul acesta de a categorisi lucrurile pentru a crea și mai multe submulțimi, dar chiar și această diviziune tripartită are putere predictivă.

Fosilele din rocile din întreaga lume urmează în general această ordine și o putem folosi la proiectarea unor noi expediții. Ca să folosim exemplul de mai sus, primul membru al grupului „Mulțimea”, o vietate cu un cap și doi ochi, se găsește în registrele fosile cu mult înaintea „Mulțimii cu membre”. Mai precis, primul pește (un membru cu puteri depline al „Mulțimii”) apare înaintea primului amfibi (aparținând „Mulțimii cu membre”). Evident, rafinăm aceasta prin examinarea mai multor tipuri de animale și a mult mai multor caracteristici comune unor grupe de animale, precum și prin stabilirea vârstei rocilor.

În laboratoarele noastre, facem exact tipul acesta de analiză, cu mii și mii de caracteristici și de specii. Examinăm orice fragment anatomic accesibil și adesea chiar segmente mari de ADN. Există atât de multe date, încât deseori avem nevoie de calculatoare puternice ca să ne indice grupurile conținute în alte grupuri. Abordarea aceasta constituie fundamentul biologiei, fiindcă ne permite să construim ipoteze despre cum sunt înrudite între ele vietățile.

Pe lângă faptul că ne ajută să perfecționăm clasificarea lumii vii, sutele de ani de colectare a fosilelor au dat naștere unei vaste biblioteci, sau mai bine zis unui catalog, care conține erele Pământului și lumea vie care îl populează. Putem acum identifica perioade de timp generale în care s-au produs schimbări majore. Vă interesează originea mamiferelor? Căutați roci din perioada numită Mezozoic

Timpuriu; geochimia ne spune că rocile acestea au probabil în jur de 210 milioane de ani. Vă interesează originea primatelor? Căutați mai sus în coloana de roci, în perioada Cretacică, unde vârsta rocilor este de aproximativ 80 de milioane de ani.

Ordinea fosilelor în rocile din întreaga lume este o dovadă solidă a conexiunilor noastre cu restul viețuitoarelor. Dacă, săpând în roci vechi de 600 de milioane de ani, am găsi prima meduză alături de scheletul unei marmote, ar trebui să ne rescriem manualele. Marmota respectivă ar fi apărut în registrele fosile înaintea primului mamifer, reptilă sau chiar pește – chiar înaintea primului vierme. Mai mult, acea străveche marmotă ne-ar indica faptul că mare parte din ce credem că știm despre istoria Pământului și a vieții este greșit. Dar, în pofda celor peste 150 de ani de când oamenii caută fosile – pe toate continentele și practic în toate straturile de roci accesibile –, o asemenea constatare nu a fost înregistrată niciodată.

Să revenim acum la preocuparea noastră despre modalitatea de identificare a viețuitoarelor înrudite cu primul pește care a pășit pe uscat. În clasificarea noastră, aceste vietăți se situează undeva între „Mulțime” și „Mulțimea cu membre”. Dacă aplicăm aceasta la ceea ce știm despre roci, vor reieși dovezi geologice solide conform cărora perioada de interes crucial pornește de acum 380 de milioane de ani și ajunge până la 365 de milioane de ani în urmă. Rocile mai tinere, cu vârsta de aproximativ 360 milioane de ani, includ diverse tipuri de animale fosilizate pe care toți le-am recunoaște ca amfibieni sau le. Colega mea Jenny Clack de la Universitatea Cambridge și alte autorități în domeniu au descoperit amfibieni în roci din Groenlanda care datează de acum circa 365 de milioane de ani. Având gât, urechi și

CLASIFICARE DE LA GRĂDINA ZOOLOGICĂ

Tot ceea ce are în
alcătuirea sa un cap,
membre, păr și glande
mamare și este biped



Tot ceea ce are în
alcătuirea sa un
cap, membre, păr
și glande mamare



Tot ceea ce are în
alcătuirea sa un cap și membre



Tot ceea ce are în alcătuirea sa
un cap



REGISTRUL FOSIL

roci tinere



roci străvechi

Ceea ce descoperim într-o plimbare prin grădina zoologică oglindește felul în care sunt dispuse fosilele în rocile din întreaga lume.

patru picioare, aceștia nu seamănă cu peștii. Dar în rocile vechi de circa 385 de milioane de ani găsim pești întregi care arată, ei bine, ca peștii. Au înotătoare, capete conice și solzi; și nu au gât. Date fiind acestea, probabil nu este o mare surpriză că trebuie să ne concentrăm pe roci vechi de aproximativ 375 de milioane de ani pentru a găsi dovezi ale tranziției de la pești la animalele terestre.

Ne-am fixat asupra unei perioade de timp pe care s-o cercetăm și, astfel, am identificat straturile din coloana geologică pe care dorim să le investigăm. Problema care se pune acum este să găsim roci care s-au format în condiții favorabile păstrării fosilelor. Rocile se formează în diverse tipuri de medii și aceste condiții inițiale își lasă amprenta distinctă asupra straturilor de roci. De obicei, rocile vulcanice nu intră în discuție. Peștii nu pot trăi în lavă. Și chiar dacă ar fi existat un asemenea pește, oasele sale fosilizate nu ar fi supraviețuit condițiilor de supraîncălzire în care se formează bazalturile, riolitele, graniturile și alte roci eruptive. Putem ignora și rocile metamorfice, cum ar fi șisturile și marmura, fiindcă, după formarea lor inițială, acestea au fost supuse supraîncălzirii sau unor presiuni extreme. Toate fosilele care s-ar fi putut păstra în ele au dispărut de mult. Ideale pentru păstrarea fosilelor sunt rocile sedimentare: calcare, gresii, aleurite și marne. În comparație cu rocile vulcanice și metamorfice, acestea s-au format în urma unor procese mai domoale, incluzând acțiunea râurilor, lacurilor și mărilor. Pe lângă probabilitatea ca animalele să trăiască în astfel de medii, procesele sedimentare măresc și șansele ca rocile acestea să păstreze fosilele. De exemplu, într-un ocean sau într-un lac, particulele se decantează permanent din apă și sunt depozitate pe fund. Cu timpul, pe măsură ce aceste particule se acumulează, ele sunt comprimate de straturile noi, suprapuse. Comprimarea treptată, asociată cu procesele chimice care au loc în interiorul rocilor de-a lungul unor perioade lungi de timp, denotă că scheletele conținute în roci au o șansă decentă de fosilizare. Procese similare au loc în cursurile de apă și de-a lungul acestora. Ca o regulă generală, cu cât fluviul sau râul curge mai lin, cu atât fosilele se păstrează mai bine.

Orice rocă de pe sol are o poveste de spus: ne relatează despre cum arăta lumea când s-a format acea rocă. În interiorul rocii sunt mărturii despre climate și medii din trecut, deseori considerabil diferite față de cele din prezent. Uneori, discrepanța dintre trecut și prezent este cât se poate de clară. Să luăm exemplul extrem al Muntelui Everest, aproape de vârful căruia, la o altitudine de peste opt kilometri, se găsesc roci de pe un vechi fund de mare. Mergeți pe Versantul Nordic, aproape de faimosul Pas Hillary¹, și puteți găsi cochilii marine fosilizate. Similar, în Arctica, acolo unde ne desfășurăm activitatea, temperaturile pot atinge -40 de grade Fahrenheit² iarna. Totuși, în unele roci din regiune sunt rămășițe ale unei vechi delte tropicale, aproape ca Amazonul: plante și pești fosilizați care ar fi putut să prospere numai în medii calde și umede. Prezența unor specii adaptate la o climă caldă în locuri aflate în prezent la altitudini sau latitudini extreme atestă cât de mult se poate schimba planeta noastră: munții se înalță și se prăbușesc, atmosfera se încălzește și se răcește, iar continentele migrează. Odată ce am ajuns să înțelegem vastitatea timpului și schimbările extraordinare prin care a trecut planeta noastră, vom fi în măsură să folosim aceste informații la proiectarea unor noi expediții de vânătoare de fosile.

Dacă ne propunem să înțelegem originea animalelor cu membre, ne putem acum limita cercetările la roci cu vârstă între aproximativ 375 și 380 de milioane de ani și care s-au format în oceane, lacuri sau cursuri de apă.

¹ Perete de stâncă înalt de 12 metri, foarte aproape de vârful Everest, numit astfel după Sir Edmund Hillary, prima persoană care l-a escaladat în drum spre vârf. Se pare că formațiunea a fost afectată, dacă nu complet distrusă, de cutremurul din aprilie 2015. (N. tr.)

² Aproximativ -4 grade Celsius. (N. red.)