

SPĂRGĂTOAREA
DE
CODURI

Jennifer Doudna, editarea genetică
și viitorul speciei umane

WALTER
ISAACSON

Traducere din engleză de
Constantin Vlad





Cuprins

Introducere. La înaintare	13
---------------------------------	----

PARTEA ÎNTÂI | Originile vieții

1. Hilo	23
2. Gena	31
3. ADN	37
4. Educația unui biochimist	49
5. Genomul uman	57
6. ARN	61
7. Răsuciri și plieri	69
8. Berkeley	79

PARTEA A DOUA | CRISPR

9. Repetiții grupate	87
10. Free Speech Movement Café	93
11. Intervenția	97
12. Fabricanții de iaurt	103
13. Genentech	111
14. Laboratorul	117
15. Caribou	125
16. Emmanuelle Charpentier	133
17. CRISPR-Cas9	141
18. <i>Science</i> , 2012	149
19. Prezentări concurente	153

PARTEA A TREIA | Editarea genetică

20. O unealtă a oamenilor	163
21. Competiția	167
22. Feng Zhang	171
23. George Church	177
24. Zhang abordează CRISPR	183
25. Doudna intră în cursă	195
26. Finiș „la fotografie”	199
27. Sprintul final al lui Doudna	203
28. Crearea de firme	209
29. Mon amie	219
30. Eroii CRISPR	227
31. Brevete	235

PARTEA A PATRA | CRISPR în acțiune

32. Terapii	247
33. Biohacking	255
34. DARPA și antiCRISPR	259

PARTEA A CINCEA | Cercetător public

35. Reguli de traseu	267
36. Doudna intervine	283

PARTEA A ȘASEA | Bebeluși CRISPR

37. He Jiankui	297
38. Summitul de la Hong Kong	311
39. Acceptare	323

PARTEA A ȘAPTEA | Chestiunile morale

40. Linii de demarcație	333
41. Experimente de gândire	337
42. Cine decide?	351
43. Parcursul etic al lui Doudna	363

PARTEA A OPTA | Corespondență de război

44. Quebec	369
45. Am învățat să editez	373
46. Watson, revizitat	379
47. Doudna vine în vizită	389

PARTEA A NOUA | Coronavirus

48. Chemare la arme	395
49. Testări	401
50. Laboratorul Berkeley	405
51. Mammoth și Sherlock	413
52. Teste pentru coronavirus	419
53. Vaccinuri	427
54. Leacuri CRISPR	441
55. Cold Spring Harbor virtual	451
56. Premiul Nobel	459

Epilog	467
Mulțumiri	473
Note	477
Credite foto	521



*În memoria lui Alice Mayhew și a lui Carolyn Reidy.
Ce bucurie a fost să le văd zâmbind!*



Introducere

La înaintare

Jennifer Doudna nu putea să doarmă. Universitatea Berkeley, unde era supervedetă pentru rolul pe care l-a jucat în inventarea tehnologiei de editare a genelor numită CRISPR, abia ce-și închisese campusul din cauza pandemiei de COVID-19, care se răspândea cu repeziciune. Contrar instinctelor și rațiunii sale, îl dusese la gară pe Andy, fiul ei, elev în ultimul an de liceu, care urma să participe la o competiție robotică în Fresno. Așa că, la 2 dimineața și-a trezit soțul și a insistat ca amândoi să ia copilul înainte de începerea concursului la care ar fi participat mai bine de 1 200 de adolescenți, într-o arenă de convenții acoperită. Și-au luat hainele pe ei, s-au urcat în mașină, au găsit o benzinărie deschisă, au alimentat vehiculul și au condus vreme de trei ceasuri. Andy, singur la părinți, n-a fost prea bucuros să-i vadă, însă ei au reușit să-l convingă să-și strângă lucrurile și să vină acasă. Chiar pe când ieșeau din parcare, Andy a primit un mesaj din partea echipei: „Partida de robotică a fost anulată! Toți copiii trebuie să plece imediat!”¹

Acesta a fost momentul, își amintește Doudna, în care și-a dat seama că totul s-a schimbat atât în viața ei personală, cât și în cea științifică. Guvernul eșuase în reacțiile lui la noul coronavirus, așa că sosise momentul ca profesorii și proaspeții lor absolvenți, într-o mână cu eprubeta și în cealaltă cu pipeta, să iasă la interval. A doua zi – vineri, 13 martie 2020 –, ea a organizat la Berkeley o ședință cu colegi și alți cercetători din Bay Area, pentru a discuta despre rolurile pe care le-ar putea juca fiecare.

Doisprezece dintre ei au reușit să traverseze campusul abandonat din Berkeley și să intre în grațioasa clădire din beton și sticlă care găzduia laboratorul lui Doudna. Scaunele din sala de conferințe de la parter erau unul lângă celălalt, așa că primul lucru pe care l-au făcut a fost să le pună la o distanță de 2 metri unul de celălalt. Apoi au activat un sistem video în virtutea căruia li s-au putut alătura prin Zoom alți 50 de oameni de știință de la universități din regiune. Stând în picioare în fața grupului pe

care căuta să-l închege, Doudna a fișă o intensitate pe care de obicei o masca în spatele unei mine calme. „Acesta nu este un lucru pe care corpul de cercetători obișnuiește să îl facă. Trebuie să ieșim la înaintare”, a spus ea.²

Era potrivit ca o echipă de luptă contra unui virus să fie condusă de un pionier în domeniul CRISPR. Instrumentul de editare genetică pe care Doudna și alții îl dezvoltaseră în 2012 are la bază un truc antiviral folosit de bacterii, care se bat cu virusurile de peste un miliard de ani. În ADN-ul pe care îl conțin, bacteriile dezvoltă grupuri de secvențe repetate, cunoscute drept CRISPR, capabile să recunoască și apoi să distrugă virusurile care le atacă. Altfel spus, este vorba despre un sistem imunitar ce se poate adapta singur pentru a combate oricare virus nou – exact ceea ce ne-ar trebui nouă, oamenilor, într-o perioadă în care, aparent ca-n Evul Mediu, suntem asaltați de epidemii virale repetate.

Întotdeauna pregătită și metodică, Doudna (pronunțat „Dáudna”) a prezentat ilustrații, sugerând căile pe care le-ar putea urma în lupta contra noului coronavirus. A condus ședința mai mult ascultând. Cu toate că ajunsese o vedetă a lumii științifice, potențialii ei interlocutori se simțeau încurajați să o abordeze. Femeia stăpâna arta respectării unui program încărcat, în cursul căruia reușea să-și facă totuși timp pentru a relaționa emoțional cu oamenii.

Prima echipă alcătuită de Doudna a fost însărcinată cu înființarea unui laborator de testare a noului coronavirus. Printre liderii ei s-a numărat Jennifer Hamilton, o postdoctorandă care, cu câteva luni în urmă, și-a petrecut o zi învățându-mă să folosesc CRISPR la editarea genelor umane. Am fost încântat, dar și ușor speriat, să văd cât de ușor este. Până și eu puteam să o fac!

Altei echipe i-a fost incredințată misiunea de a dezvolta noi tipuri de testare a coronavirusului, bazându-se pe CRISPR. Aici a fost de folos faptul că Doudna agreea inițiativele comerciale. Cu trei ani înainte, ea și doi absolvenți de-ai săi fondaseră o firmă care își propunea să utilizeze CRISPR ca instrument de detectare a maladiilor virale.

Odată cu lansarea efortului de a găsi noi teste cu care să depisteze coronavirusul, Doudna a deschis și un front nou, promițător, în bătălia cu un aprig competitor al său, aflat în cealaltă parte a țării. Născut în China și crescut în Iowa, tânărul și fermecătorul cercetător Feng Zhang, de la Institutul Broad al MIT și al Universității Harvard, îi devenise din 2012

rival în competiția de a transforma CRISPR într-un instrument de editare genetică, iar de atunci s-au angajat într-o concurență acerbă pentru noi descoperiri științifice în baza cărora să fondeze firme cu obiecte de activitate derivate din CRISPR. Acum, după izbucnirea pandemiei, competiția a suferit o transformare radicală, nemaifiind alimentată de dorința de a obține brevete, ci de a vindeca.

Doudna s-a limitat la zece proiecte. A sugerat lideri pentru fiecare și le-a spus celorlalți să se alătore singuri echipelor în care considerau că s-ar fi potrivit. Trebuia ca ei să facă pereche cu cineva care se ocupa de același lucru, astfel încât să existe un sistem pentru câmpul de luptă: dacă unul dintre ei ar fi fost doborât de virus, locul lui putea fi luat de colegul care putea să continue activitatea grupului. A fost ultima oară când s-au întâlnit toți în persoană. De atunci au continuat să colaboreze prin intermediul platformelor Zoom și Slack.

— Aș vrea ca toată lumea să înceapă lucrul repede. Cât mai repede, a zis ea.

— Nu vă faceți probleme, a asigurat-o unul dintre participanți. Niciunul dintre noi nu are de gând să plece în vreo călătorie.

Dar niciun participant la discuție nu a evocat una dintre perspectivele esențiale pe termen lung: folosirea CRISPR la modificarea caracteristicilor umane transmisibile genetic, care i-ar face pe copiii și pe toți urmașii noștri mai puțin vulnerabili la infecțiile virale. Aceste îmbunătățiri genetice ar putea modifica irevocabil întreaga specie umană.

„Asta-i de domeniul științifico-fantasticului”, mi-a respins Doudna ideea pe care am evocat-o după încheierea ședinței. Da, am fost eu de acord, seamănă un pic cu *Minunata lume nouă* sau cu *Gattaca*. Dar, cum se întâmplă cu oricare operă SF de calitate, elemente din ea au devenit deja realitate. În noiembrie 2018, un tânăr savant chinez care participase la câteva prelegeri ale lui Doudna pe tema editării genelor a folosit CRISPR la editarea embrionilor și a extras o genă care produce un receptor pentru HIV, virusul care provoacă SIDA. În urma experimentului s-au născut două fetețe gemene, primii „copii pe comandă” ai planetei.

Imediat a apărut un val de groază și apoi de șoc. S-au agitat brațe, s-au întrunit comitete. După mai bine de 3 miliarde de ani de evoluție a vieții pe Pământ, o specie (a noastră) dezvoltase talentul și temeritatea de a prelua controlul asupra propriului viitor genetic. Apăruse sentimentul că am depășit o limită și am pătruns într-o eră complet nouă, probabil într-o

minunată lume nouă, ca după ce Adam și Eva au mușcat din mărul cunoașterii sau după ce Prometeu a furat focul zeilor.

Proaspăt-găsită noastră capacitate de a ne edita genele ridică o serie de întrebări fascinante. Să edităm întreaga specie și să o facem mai puțin vulnerabilă la virusuri mortale? Ce beneficiu extraordinar ar fi! Nu-i așa? Să folosim editarea genetică la eliminarea celor mai groaznice boli, precum Huntington, anemia falciformă sau fibroza chistică? Și asta sună bine. Și cum rămâne cu surzenia sau cu orbirea? Sau cu nanismul? Sau cu depresia? Hm... Cum ar trebui să ne gândim la asta? Peste câteva decenii, dacă va fi posibil și sigur, să le permitem părinților să îmbunătățească inteligența și musculatura progeniturilor lor? Să le aleagă culoarea ochilor? Culoarea pielii? Înălțimea?

Stai! Să ne oprim un moment înainte să ne ducem cu totul la vale pe această pantă alunecoasă. Ce ar putea să facă așa ceva diversității societăților noastre? Dacă înzestrările personale nu ne vor mai fi hotărâte în loteria naturală aleatorie, ne va șubrezi asta sentimentele de empatie și de acceptare? Dacă ofertele atrăgătoare de la supermagazinul genetic nu sunt gratuite (și nu vor fi), va crește substanțial inegalitatea – care va fi și codificată definitiv în alcătuirea rasei umane? Date fiind toate aceste probleme, lăsăm astfel de decizii în seama indivizilor sau trebuie să aibă un cuvânt de spus și societatea, ca întreg? Poate ar trebui să creăm niște reguli.

Prin „să creăm” vreau să zic *noi*. Noi toți – și tu, și eu. Să stabilim când și dacă să edităm genele umane va fi una dintre cele mai importante chestiuni ale secolului XXI, motiv pentru care m-am gândit că ar fi util să înțeleg cum se face. La fel, valurile recurente de epidemii virale fac importantă cunoașterea biologiei. Există un sentiment de bucurie care izvorăște din deslușirea modului în care funcționează ceva, mai ales când acel ceva suntem noi înșine. Doudna a gustat acea bucurie; și putem s-o facem și noi. Despre asta este cartea de față.

Inventarea CRISPR și pandemia de COVID-19 ne vor accelera tranziția la cea de-a treia mare revoluție a vremurilor moderne. Aceste revoluții s-au născut din descoperirea, începând de acum puțin peste un secol, a celor trei nuclee fundamentale ale existenței noastre: atomul, bitul și gena.

Prima jumătate a secolului XX, pornind de la studiile publicate în 1905 de Albert Einstein, cu teoria relativității și cea cuantică, a conținut o

revoluție antrenată de fizică. În următoarele cinci decenii scurse după anul său miraculos, teoriile einsteiniene au dus de la bomba atomică și energia nucleară, la tranzistori, nave spațiale, lasere și radar.

A doua jumătate a secolului XX a fost era tehnologiei informației, bazată pe ideea că toată informația poate fi codificată în unități binare – în biți – și că toate procesele logice puteau fi realizate de circuite cu comutatoare pornit/oprit. Asta a dus în anii 1950 la dezvoltarea microcipului, a computerului electronic și a internetului. Iar din combinarea acestor trei invenții a luat naștere revoluția digitală.

Acum am intrat într-o a treia eră, încă și mai importantă, a revoluției biologice. Copiilor care studiază programarea digitală li se vor alătura copii care învață programarea genetică.

Când Doudna termina facultatea, în anii 1990, alți biologi se întreceau să cartografieze genele codate în ADN-ul uman. Dar ea a devenit mai interesată de fratele mai puțin celebrat al ADN-ului, ARN-ul. Este molecula care efectiv face treaba într-o celulă – copiază unele dintre instrucțiunile codificate de ADN și le folosește la asamblarea proteinelor. Încercarea de a cunoaște ARN-ul a dus-o la întrebarea fundamentală: cum a apărut viața? A studiat molecule ARN care se pot înmulți singure, ceea ce sugera posibilitatea ca, în supa primordială de substanțe chimice existentă pe această planetă acum 4 miliarde de ani, ele să fi început să se reproducă înainte de apariția ADN-ului.

Având la Berkeley un post de biochimist însărcinat cu studierea moleculelor vii, ea s-a concentrat pe descifrarea structurii ARN. Pentru un detectiv dintr-un roman polițist biologic, indiciile cele mai simple ar veni dinspre felurile în care plierile și răsucirile unei molecule determină felul în care interacționează cu alte molecule. În cazul lui Doudna, asta a însemnat studierea structurii ARN. Reflecta într-un fel observațiile lui Rosalind Franklin despre ADN, folosite de James Watson și Francis Crick în descoperirea structurii dublu helix a ADN-ului, în 1953. Întâmplător, Watson, un personaj complex, a tot intrat și ieșit din viața lui Doudna.

Datorită cunoștințelor ei despre ARN, a fost sunată de un coleg biolog de la Berkeley care studia sistemul CRISPR, dezvoltat de bacterii în lupta lor contra virusurilor. La fel ca multe descoperiri științifice simple, s-a dovedit că și aceasta are aplicații practice. Unele erau mai degrabă banale, cum ar fi protejarea bacteriilor din culturile de iaurt. Dar în 2012 Doudna și alții i-au găsit o utilitate mult mai importantă: CRISPR putea fi transformat într-un instrument de editare genetică.

În prezent, CRISPR este folosit la tratarea siclemiei, a mai multor tipuri de cancer și a orbirii. Iar în 2020 Doudna și echipa ei au început să investigheze cum ar putea CRISPR să depisteze și să distrugă noul coronavirus. „CRISPR a apărut în bacterii în cursul îndelungatului lor război contra virusurilor. Noi, oamenii, nu avem timp să așteptăm ca propriile noastre celule să dezvolte o rezistență naturală la acest virus, așa că trebuie să facem asta punându-ne la treabă ingeniozitatea. Nu e potrivit ca una dintre unelte să fie acest vechi sistem imunitar bacterian numit CRISPR? Așa-i natura, frumoasă”, a zis Doudna. A, da. Rețineți ideea că „natura e frumoasă”. Este o altă temă a acestei cărți.

Domeniul editării genetice are mai mulți jucători-vedetă. Majoritatea lor merită să fie subiect de biografii și poate chiar de filme. (Prezentare ultrascurtă: *A Beautiful Mind* încrucișat cu *Jurassic Park*.) Ei joacă roluri importante în cartea de față, întrucât vreau să demonstrez că știința este un sport de echipă. Dar vreau să arăt și impactul pe care poate să-l aibă un singur competitor persistent, extrem de băgăreț, încăpățânat și irascibil. Cu un zâmbet care uneori (dar nu întotdeauna) îi maschează prudența din priviri, Jennifer Doudna s-a dovedit a fi un personaj central grozav. Posedă instinctele necesare cooperării, cum ar trebui să aibă orice om de știință, dar caracterul său cuprinde o doză de competitivitate caracteristică majorității marilor inovatori. Își ține emoțiile sub un control strict și își poartă cu lejeritate statutul de vedetă.

Povestea vieții sale – cercetătoare, laureată a Premiului Nobel și formatoare de politici publice – leagă povestea CRISPR de câteva ițe istorice mai mari, între care rolul femeilor în știință. Activitatea ei mai ilustrează, cum a făcut-o și cea a lui Leonardo da Vinci, că secretul inovației constă în conectarea unei curiozități privind un aspect științific fundamental cu munca practică a conceperii instrumentelor cu aplicabilitate în viața de zi cu zi – mutarea descoperirilor de pe masa din laborator pe noptiera din dormitor.

Prin povestea ei sper să ofer o perspectivă mai intimă asupra felului în care funcționează știința. Ce se întâmplă de fapt într-un laborator? În ce măsură depind descoperirile de geniu individual și în ce măsură a devenit mai important lucrul în echipă? A fost cooperarea subminată de competiția pentru premii și brevete?

Mai presus de toate, aș vrea să evidențiez importanța științei fundamentale, asta însemnând acțiuni antrenate de curiozitate, mai degrabă

decât de aplicabilitate. Cercetările mânate de curiozitate asupra minunilor naturii plantează, uneori în feluri imprevizibile, semințele inovațiilor ulterioare.³ Studiarea fizicii suprafeței solide a dus în cele din urmă la tranzistor și microcip. Asemănător, cercetarea unei metode uluitoare folosite de bacterii în combaterea virusurilor a dus în cele din urmă la un instrument de editare a genelor și la tehnici pe care oamenii le pot utiliza în propria luptă contra virusurilor.

Este o poveste plină de întrebări dintre cele mai importante, de la originea vieții până la viitorul rasei umane. Și începe cu o fetiță de 6 ani căreia îi plăcea să caute mimoze și alte fenomene fascinante printre rocile vulcanice din Hawaii. Și care într-o zi, când a ajuns acasă după terminarea școlii, a găsit pe patul ei o poveste polițistă despre oamenii care au descoperit ceea ce ei proclamau - nu foarte exagerat - că era „secretul vieții”.

Partea întâi

Originile vieții

Apoi, Domnul Dumnezeu a sădit o grădină în Eden, spre
răsărit, și a pus acolo pe omul pe care-l plămădise.

Domnul Dumnezeu a făcut să răsară din pământ tot felul
de pomi plăcuți la vedere și buni la mâncare și pomul vieții în
mijlocul grădinii și pomul cunoștinței binelui și răului.

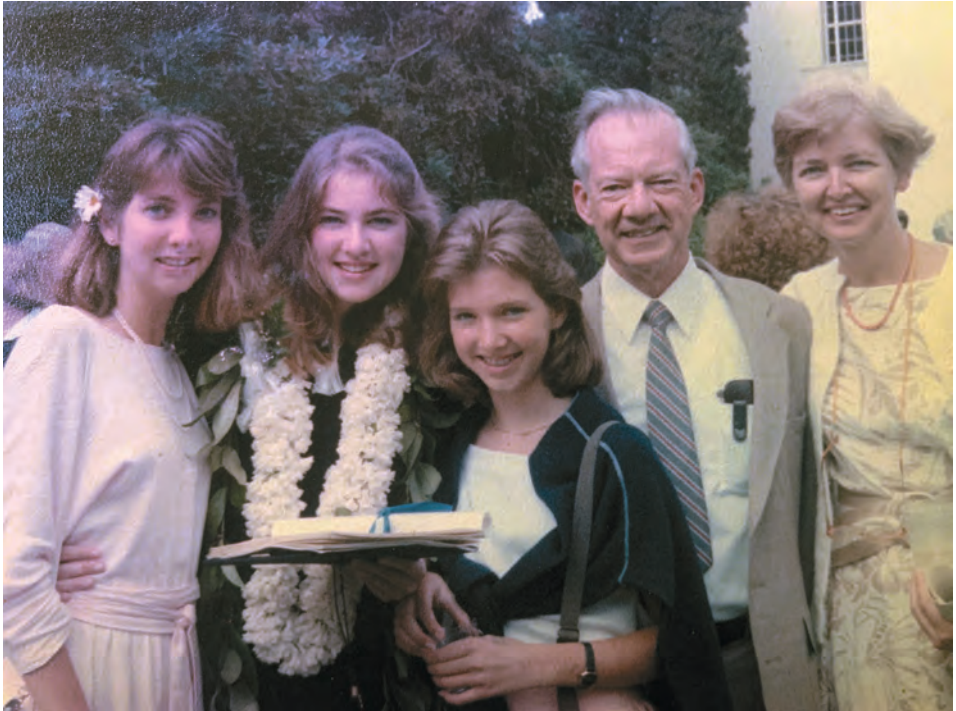
Geneza 2:8-9



Jennifer în Hilo



Don Hemmes



Ellen, Jennifer, Sarah, Martin și Dorothy Doudna

Haole

Dacă ar fi crescut în oricare altă parte a Americii, Jennifer Doudna poate s-ar fi simțit ca un copil obișnuit. Dar în Hilo, un oraș vechi dintr-o regiune împănată cu vulcani de pe Marea Insulă Hawaii, faptul că era blondă cu ochi albaștri și lungană o făcea să se simtă, cum spunea ulterior, „o ciudată absolută”. Era tachinată de ceilalți copii, în special de băieți, pentru că, spre deosebire de ei, avea păr pe brațe. Îi ziceau „haole”, un termen care, deși nu era atât de jignitor pe cât risca să pară, servea frecvent ca peiorativ pentru nonindigeni. Asta a format în ea o crustă subțire de prudență, imediat sub suprafața a ceea ce avea să devină ulterior o conduită agreabilă și fermecătoare.¹

Din istoria familiei face parte o poveste despre una dintre stră-străbunicele lui Jennifer. Aceasta mai avea două surori și trei frați. Părinții lor nu-și permiteau să-i țină în școală pe toți șase, așa că au hotărât să le școlarizeze doar pe fete. Una a ajuns învățătoare în statul Montana și a început un jurnal care a fost transmis generațiilor următoare. Este plin cu istorisiri despre perseverență, oase rupte, munca în magazinul familiei și alte eforturi temerare. „Era aspră, încăpățânată și avea un spirit deschizător de drumuri”, a spus Sarah, sora lui Jennifer și cea din generația actuală care păstrează jurnalul.

Jennifer era și ea una din trei surori, numai că nu a avut și frați. Era și cea mai mare, și favorita tatălui ei, Martin Doudna, care uneori vorbea despre copiii săi zicând „Jennifer și fetele”. S-a născut la 19 februarie 1964 în Washington, D.C., unde tatăl ei lucra ca scriitor de discursuri pentru Departamentul Apărării. Bărbatul tânjea să devină profesor de literatură americană, motiv pentru care s-a mutat la Ann Arbor împreună cu soția, Dorothy, profesoară de colegiu comunitar, și s-a înscris la Universitatea Michigan.

După ce și-a luat doctoratul, a candidat pentru 50 de slujbe și a primit o singură ofertă, de la Universitatea Hawaii, în Hilo. A împrumutat 900 de dolari din fondul de pensionare al soției și s-a mutat aici cu toată familia în august 1971, când Jennifer avea 7 ani.

Mulți oameni creativi – inclusiv majoritatea celor despre care am scris eu, precum Leonardo da Vinci, Albert Einstein, Henry Kissinger și Steve Jobs – au crescut simțindu-se alienați de mediul în care au trăit. La fel au stat lucrurile și cu Jennifer, o fetiță blondă printre polinezienii din Hilo. „Eram cum nu se poate mai singură și mai izolată la școală”, spune ea. În clasa a treia s-a simțit atât de ostracizată încât ajunsese să nu mai mănânce. „Am avut tot soiul de tulburări digestive despre care mai târziu mi-am dat seama că erau cauzate de stres. Copiii mă tachinau în fiecare zi.” S-a refugiat în cărți și și-a ridicat un scut protector. „Există în sinea mea o parte pe care nu o vor atinge niciodată”, și-a zis ea.

Aidoma multor altora care s-au simțit ca niște intruși, a dezvoltat o curiozitate larg-cuprinzătoare despre locul oamenilor în ansamblul naturii. „Experiența mea formatoare a fost să încerc să-mi dau seama cine sunt eu pe lumea asta și cum m-aș putea potrivi în vreun fel”, afirma ea mai târziu.²

Din fericire, sentimentul de alienare nu a prins rădăcini. Viața la școală s-a ameliorat, ea a dezvoltat o personalitate binevoitoare, iar cicatricile din prima parte a copilăriei au început să se estompeze. Aveau să se inflameze din nou în rare ocazii, când fie o cerere de brevet era refuzată, fie un coleg și un partener de afaceri secretos sau înșelător o răneau destul de profund.

Înflorirea

Ameliorarea a început să se producă pe la jumătatea clasei a treia, după ce familia s-a mutat din centrul Hilo într-un nou cartier de locuințe ieftine, construit pe o pantă împădurită, în susul unui versant al vulcanului Mauna Loa. S-a mutat de la o școală mare, cu 60 de copii într-un an de studiu, la una mai mică, care avea numai 20. Aici se studia istoria Statelor Unite, un subiect care a făcut-o să se simtă mai conectată. „A fost un punct de cotitură”, își amintește ea. Și i-a mers atât de bine încât, ajunsă în clasa a cincea, profesorul ei de matematică și științe a sugerat să avanseze un an. Așa că părinții au transferat-o în clasa a șasea.

În acel an, în sfârșit, și-a făcut o prietenă apropiată pe care avea să o păstreze pe parcursul vieții. Lisa Hinkley (acum Lisa Twigg-Smith) provenea dintr-o familie metisă tipic hawaiiană: în parte scoțiană, daneză, chineză și polineziană. Fata știa cum să le țină piept celor care o tachinau. „Când cineva îmi spunea «haole naibii», băteam în retragere. Dar dacă hărțuitorul o bătăcărea pe Lisa, ea se întorcea către el și îi răspundea cu aceeași monedă. Am hotărât că voiam și eu să fiu așa.” Într-o zi, în clasă, elevii au fost întrebați ce vor să devină când vor fi mari. Lisa a proclamat că vrea să fie parașutistă. „Ce mișto!», am gândit eu. Nici nu mi-aș fi închipuit un așa răspuns. Era foarte îndrăzneț, spre deosebire de mine, iar atunci am decis să încerc să fiu și eu cutezătoare.”

Doudna și Hinkley își petreceau după-amiezile plimbându-se cu bicicleta sau pe jos, printre plantațiile de trestie-de-zahăr. Formele de viață erau luxuriante și diverse: mușchi și ciuperci, palmieri-piersică și palmieri-arenga. Au găsit pajiști pline cu roci vulcanice acoperite de ferigi. În peșterile formate în lava din zonă trăia o specie de păianjen fără ochi. Cum s-au format toate astea?, s-a minunat Doudna. Ea a mai fost intrigată și de vrejurile țepoase numite hilahila, sau mimoze, pentru că frunzele lor, asemănătoare celor de ferigă, se strâng dacă sunt atinse. „Și m-am întrebat: «Ce face frunzele să se închidă când le atingi?»”, povestește ea.³

Cu toții vedem minunile naturii în fiecare zi, fie că-i o plantă care se mișcă, fie un apus care întinde degete rozalii spre un cer albastru-închis. Cheia curiozității adevărate este să îți iei un răgaz și să cumpănești cauzele. Ce dă cerului culoarea albastră, de ce e apusul roz și ce face frunza unei mimoze să se strângă?

Doudna a găsit curând pe cineva care putea să o ajute să găsească răspunsuri la astfel de întrebări. Părinții ei erau prieteni cu un profesor de biologie, Don Hemmes, în compania căruia făceau cu toții plimbări în natură. „Am mers în excursii prin Waipio Valley și în alte locuri de pe Insula Mare să căutăm ciuperci, care erau obiectul interesului meu științific”, își amintește Hemmes. După ce fotografia ciupercile întâlnite, el scotea cărțile de referință și îi arăta lui Doudna cum să le identifice. Hemmes colecționa și scoici microscopice pe care le lua de pe plajă și lucrau împreună pentru a le clasifica, astfel încât să încerce să își dea seama cum au evoluat ele.

Tatăl ei i-a cumpărat un cal castrat, cu părul castaniu, botezat Mokihana, după un pom hawaiian cu fructe aromate. Tânăra a intrat în

echipa de fotbal pe postul de mijlocaș, foarte greu de ocupat într-o echipă, întrucât presupunea un alergător cu picioare lungi și rezistență mare. „E o analogie bună cu felul în care mi-am abordat activitatea”, povestește ea. „Am căutat ocazii în care să pot ocupa o nișă unde nu existau prea mulți oameni care să îndeplinească cerințele.”

Matematica era materia ei preferată, deoarece găsirea unei rezolvări îi amintea de munca unui detectiv. În liceu a avut și o profesoară de biologie veselă și pasionată, Marlene Hapai, care excela în transmiterea bucuriei descoperirii. „Ea ne-a învățat că știința este un proces prin care deslușești lucrurile”, afirmă Doudna.

Cu toate că începuse să obțină rezultate foarte bune la școală, avea senzația că mica ei instituție de învățământ nici nu avea așteptări foarte mari. „Nu mă încerca sentimentul că profesorii au mari pretenții de la mine”, spune ea. Și a avut o reacție imună interesantă: în absența dificultăților, s-a simțit liberă să riște mai mult. „Am decis că pur și simplu trebuie să-i dai bătaie, pentru că ce naiba”, își amintește ea. „Asta m-a făcut mai dornică să îmi asum riscuri, ceea ce am făcut ulterior și în știință când mi-am ales proiectele la care să lucrez.”

Persoana care a impulsionat-o a fost tatăl ei. Acesta o privea pe fiica lui cea mare ca pe un spirit-pereche, un intelectual croit pentru facultate și pentru o carieră academică. „Am avut mereu impresia că sunt fiul pe care și-ar fi dorit să-l aibă”, spune ea. „Eram tratată ușor diferit față de surorile mele.”

***The Double Helix* a lui James Watson**

Domnul Doudna era un cititor vorace, care în fiecare sâmbătă ridica un maldăr de cărți de la biblioteca locală și le termina de citit până săptămâna următoare. Autorii lui preferați erau Emerson și Thoreau, dar, pe măsură ce Jennifer creștea, devenea tot mai conștient că lecturile pe care le recomanda studenților săi erau scrise preponderent de bărbați. Așa că a adăugat în programă scriitoare precum Doris Lessing, Anne Tyler și Joan Didion.

Adesea venea acasă cu câte o carte, fie de la bibliotecă, fie de la anticariatul local, special pentru Jennifer. Așa a ajuns într-o zi pe patul ei, pe când era în clasa a șasea, un exemplar folosit, broșat, al cărții *The Double Helix*, de James Watson, așteptând-o să se întoarcă de la școală.

A dat-o deoparte, crezând că este un roman polițist. Când în cele din urmă s-a hotărât să o citească, într-o după-amiază ploioasă de sâmbătă, a descoperit că, oarecum, avusese dreptate. Pe măsură ce întorcea paginile cu aviditate, a devenit fascinată de ceea ce era o dramă polițistă intensă și personală, plină de personaje viu portretizate, despre ambiție și concurență în căutarea adevărilor ascunse ale naturii. „Când am terminat-o, am discutat-o cu tata. Și lui îi plăcuse povestea, în special latura ei foarte personală – latura umană a celui tip de cercetare.”

În cartea sa, Watson dramatiza (și exagera) felul în care el, un biolog îngâmfat din Vestul Mijlociu american, a reușit să ajungă în Anglia, la Universitatea Cambridge, unde s-a împrietenit cu biochimistul Francis Crick și împreună au câștigat cursa pentru descoperirea structurii ADN, în 1953. Scrisă în stilul acid al unui american obraznic care a stăpânit arta englezească a conversațiilor de salon, autoironice și lăudăroase în același timp, lucrarea reușește să înghesuie destul de multă știință într-o poveste plină de bârfe despre metehnele unor profesori faimoși, pe lângă plăcerile flirtului, ale tenisului, ale experimentelor de laborator și ale ceaiurilor de după-amiază.

Pe lângă rolul de norocos naiv pe care și-l atribuie singur în carte, un alt personaj foarte interesant al lui Watson este Rosalind Franklin, biolo-ga structurală și cristalografa ale cărei informații le folosise fără permisi-une. Exprimând sexismul relaxat caracteristic anilor 1950, Watson o numește condescendent „Rosy”, un nume pe care ea nu l-a folosit nicio-dată, făcând haz de mina severă și de personalitatea distantă a cercetă-toarei. Dar totodată manifestă din belșug respect față de măiestria ei în știința complexă și arta superbă a folosirii difracției razelor X la descopere-rea structurii moleculelor.

„Presupun că am remarcat că este tratată ușor condescendent, dar cel mai mult m-a șocat faptul că o femeie poate să fie un mare om de știință. E posibil să sune puțin nebunesc. Bănuiesc că trebuie să fi auzit de Marie Curie. Dar după ce am citit cartea a fost prima oară când m-am gândit cu adevărat la asta și a fost o revelație. Femeile pot fi oameni de știință”, spune Doudna.⁴

Aceeași carte a mai făcut-o să realizeze ceva legat de natură, un aspect atât logic, cât și uimitor. Existau mecanisme biologice care guvernau organismele vii, inclusiv minunatul fenomen care i-a atras atenția pe când făcea drumeții prin pădurile tropicale. „Crescând în Hawaii, mi-a plăcut de când mă știu să vânez cu tata lucruri interesante din natură, ca

mimozele care se strâng când le atingi. Cartea m-a făcut să-mi dau seama că poți să vânezi și motivele pentru care natura funcționează așa cum o face”, își amintește ea.

Cariera ei va fi determinată de observația care stă în centrul *The Double Helix*: forma și structura unei molecule chimice determină rolul biologic pe care poate să-l joace. Este o revelație uluitoare pentru cei interesați de descoperirea secretelor fundamentale ale vieții. Este vorba despre felul în care chimia – cum se leagă atomii ca să formeze molecule – devine biologie.

Într-un sens mai larg, cariera ei va fi influențată și de faptul că a avut dreptate când a văzut pe pat *The Double Helix* și a crezut că-i unul dintre romanele polițiste pe care le adora. „Întotdeauna mi-au plăcut poveștile cu mistere. Poate că asta explică fascinația mea pentru știință, care este încercarea omenirii de a soluționa cea mai veche enigmă pe care o cunoaștem: originea și funcția naturii – și locul nostru în ea”, scria Doudna mulți ani mai târziu.⁵

Chiar dacă școala ei nu încuraja fetele să devină oameni de știință, ea a hotărât că asta vrea să facă. Mănată de pasiunea de a înțelege cum funcționează natura și de dorința competitivă de a transforma descoperirile în invenții, ea a contribuit la realizarea a ceea ce Watson, cu caracteristica-i pompozitate mascată în straiile modestiei, avea să-i spună că este cel mai important progres în biologie de la dublul helix încoace.

SIGNET NON-FICTION • Q3770 • 95c

A NATIONAL BESTSELLER! THE INTENSELY HUMAN STORY
BEHIND THE MOST SIGNIFICANT BIOLOGICAL DISCOVERY
SINCE DARWIN "AN ENORMOUS SUCCESS... A CLASSIC"

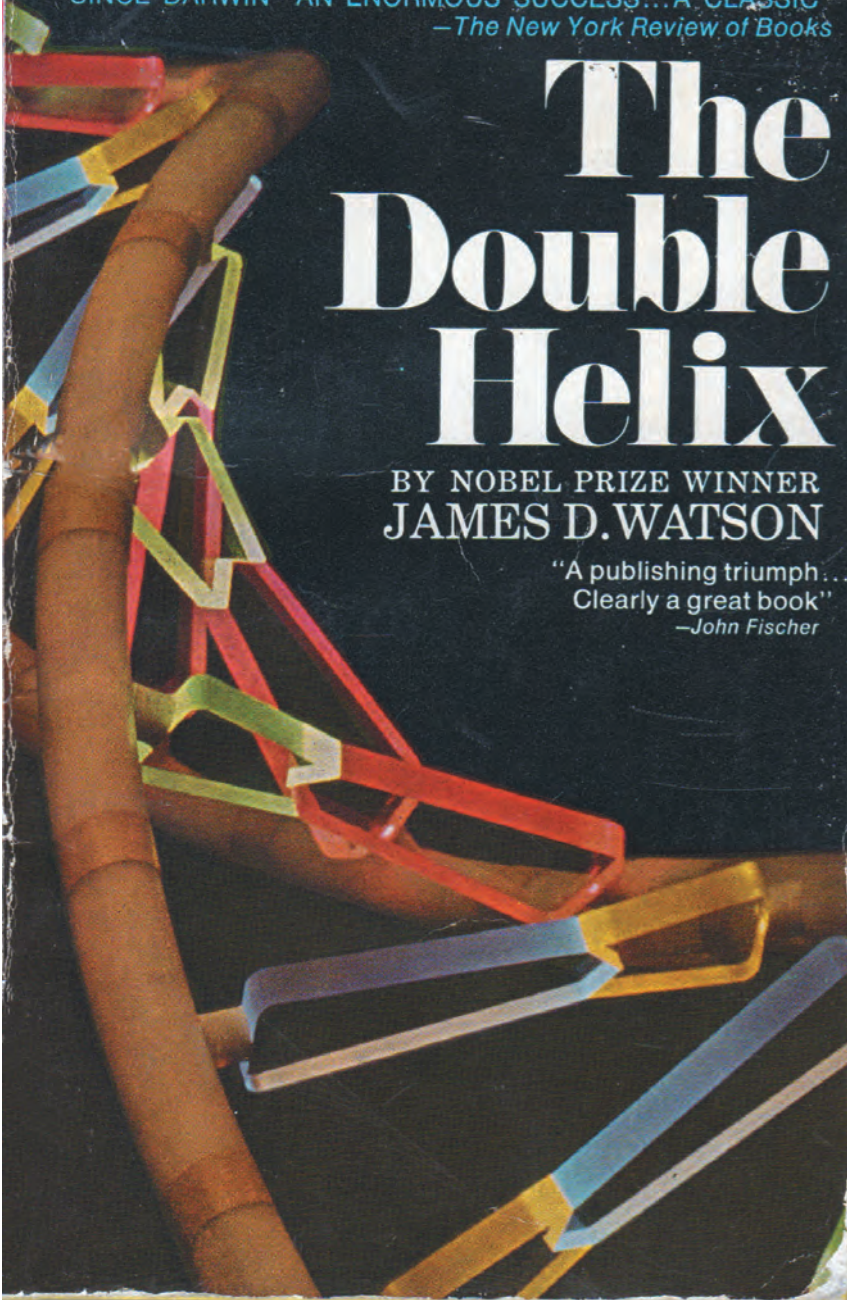
—*The New York Review of Books*

The Double Helix

BY NOBEL PRIZE WINNER
JAMES D. WATSON

"A publishing triumph...
Clearly a great book"

—*John Fischer*





Darwin



Mendel

Darwin

Căile care i-au dus pe Watson și pe Crick la descoperirea structurii ADN-ului fuseseră deschise cu un secol înainte, în anii 1850, când naturalistul englez Charles Darwin a publicat *Originea speciilor*, iar Gregor Mendel, un preot angajat mult sub valoarea prețurilor sale în Brno (acum parte din Republica Cehă), a început să cultive mazăre în grădina abației lui. Ciocurile cintezelor lui Darwin și trăsăturile boabelor de mazăre ale lui Mendel au dat naștere ideii de genă, o entitate din interiorul unui organism viu care conține codul eredității.¹

Darwin intenționase inițial să urmeze cariera pe care au avut-o tatăl și bunicul lui, ambii medici reputați. Dar a descoperit că este oripilat de vederea sângelui și de țipetele sfâșietoare ale copiilor legați pe timpul operațiilor chirurgicale. Prin urmare, a abandonat școala de medicină și a început să studieze teologia, ca să devină pastor anglican, altă chemare pentru care era cum nu se poate mai nepotrivit. Adevărata lui pasiune, încă de când începuse să colecționeze specimene, la vârsta de 8 ani, era naturalismul. Șansa s-a ivit în 1831, când, la 22 de ani, i s-a oferit șansa să călătorească pe post de gentleman colecționar într-un voiaj în jurul lumii cu goeleta HMS *Beagle*, cu o finanțare privată.²

În 1835, în al patrulea an al călătoriei de cinci ani, *Beagle* reușise să exploreze aproximativ douăsprezece insulițe ale arhipelagului Galápagos, în largul coastei pacifice a Americii de Sud. Acolo, Darwin a adunat cadavrele mai multor specii de păsări, între care, în descrierea lui, cinteze, mierle, botgroși, pitulici și păsări cântătoare. Dar, doi ani mai târziu, după ce s-a întors în Anglia, a fost informat de ornitologul John Gould că toate păsările pe care le adusese erau, de fapt, specii

diferite de cinteze. Darwin a început să formuleze teoria că ele evoluaseră dintr-un strămoș comun.

Știa deja că vacile și caii de pe lângă locuința lui natală, din Anglia rurală, se nașteau ocazional cu ușoare variații, iar de-a lungul timpului crescătorii selectau cele mai bune animale, purtătoare ale celor mai dezirabile caracteristici. Poate că și natura proceda la fel. În consecință, a numit procesul „selecție naturală”. În anumite locuri izolate, a teoretizat el, cum ar fi insulele Galápagos, câteva mutații (numite de el, jucăuș, „sporturi”) se vor produce în fiecare generație, iar o schimbare a condițiilor le poate mări probabilitatea de a câștiga competiția pentru hrana greu de obținut și deci vor avea șanse mai mari să se reproducă. Să presupunem că o specie de cineză are un cioc adecvat consumului de fructe, dar toți pomii fructiferi sunt distruși de o secetă; câteva exemplare cu variații aleatorii, cum ar fi ciocuri mai potrivite la spargerea nucilor, ar prospera. „În astfel de împrejurări, variațiile favorabile au tendința să fie conservate, iar cele nefavorabile, să fie distruse”, a scris el. „Rezultatul acestui lucru ar fi formarea unei noi specii.”

Darwin a ezitat să-și publice teoria, însă concurența a acționat ca un pinten, cum se întâmplă adesea în istoria științei. În 1858, Alfred Russel Wallace, un naturalist mai tânăr, i-a trimis lui Darwin proiectul unui studiu în care propunea o teorie similară. Darwin s-a grăbit să-și pregătească de publicare documentul propriu, iar cei doi au convenit să-și prezinte lucrările în aceeași zi, la o reuniune ulterioară a unei instituții științifice renumite.

Darwin și Wallace se distingeau printr-o trăsătură esențială, care acționează ca un catalizator pentru creativitate: aveau interese foarte variate și puteau să facă legături între diverse discipline. Ambii călătoriseră în locuri exotice în care observaseră variațiile speciilor și ambii citiseră lucrarea *An Essay on the Principle of Population*, scrisă de Thomas Malthus*, un economist englez. Malthus susținea că populația umană tinde să crească mai repede decât producția de hrană. Suprapopularea rezultată va duce la foamete, iar aceasta va elimina oamenii mai slabi și mai săraci. Darwin și Wallace și-au dat seama că principiul se poate aplica tuturor speciilor, ceea ce a dus la formularea unei teorii a evoluției

* Carte apărută și în limba română cu titlul *Eseu asupra principiului populației*, Editura Științifică, București, 1992 (n.r.).

antrenate de supraviețuirea celui mai potrivit. „S-a întâmplat să citesc pentru amuzament scrierile lui Malthus despre populație și... mi s-a arătat dintr-odată că în astfel de împrejurări variațiile favorabile vor tinde să fie conservate, iar cele nefavorabile să fie distruse”, își amintea Darwin. Marele autor SF Isaac Asimov, care a fost și profesor de chimie, scria ulterior despre geneza teoriei evoluționiste: „Mai trebuia doar să apară cineva care a studiat speciile, l-a citit pe Malthus și avea capacitatea să facă o conexiune interdisciplinară”.³

Înțelegerea faptului că speciile evoluează prin mutații și prin selecție naturală a ridicat la început o mare întrebare ce necesita un răspuns: care este mecanismul? Cum poate să se producă o variație benefică la ciocul unei cinteze sau la gâtul unei girafe și apoi cum se poate transmite și generațiilor următoare? Darwin credea că organismele ar putea să conțină mici particule purtătoare ale informației ereditare și a speculat că informațiile de la un mascul și o femelă se amestecă într-un embrion. Dar foarte curând și-a dat seama, la fel ca mulți alții, că asta ar însemna că orice trăsătură nouă și benefică se va dilua de-a lungul generațiilor, mai degrabă decât să fie transmisă intactă.

Darwin avea în biblioteca personală un exemplar al unei reviste științifice obscure conținând un articol, scris în 1866, care oferea răspunsul. Dar nu a reușit vreodată să-l citească, la fel ca aproape toți ceilalți oameni de știință ai acelei perioade.

Mendel

Autorul articolului era Gregor Mendel, un călugăr scund și îndesat născut în 1822, ai cărui părinți vorbitori de limbă germană fuseseră fermieri în Moravia, pe atunci parte a Imperiului Austriac. Era mai priceput la rânduirea grădinii abației sale din Brno decât la ținut slujbe bisericesti; știa doar câteva cuvinte în cehă și era prea timid pentru a fi un preot bun. Așa că s-a hotărât să devină profesor de matematică și științe. Din nefericire, a picat în repetate rânduri examenele de calificare, chiar și după ce a studiat la Universitatea din Viena. Rezultatul său la un examen de biologie a fost chiar teribil de prost.⁴

Nemaiavând ce altceva să facă după eșecul final la examene, Mendel s-a retras în grădina abației ca să-și urmeze obsesiva pasiune de a cultiva