

SECRETUL VIEȚII

Alexandru Babeș este profesor de neuroștiințe și fiziologie la Facultatea de Biologie a Universității din București. Laboratorul pe care îl conduce se ocupă de studiul sistemului nervos periferic, al neuronilor senzitivi cu ajutorul cărora simțim durerea și temperatura ambientală. A publicat peste patruzeci de articole științifice în reviste internaționale cu referenți. Este coautor al unor studii apărute în *Nature*, *Nature Medicine*, *Nature Communications*, *Journal of Neuroscience*, *Pain* și *Journal of Physiology*. Începând din 1995 a beneficiat de numeroase stagii de cercetare în Germania, Franța, Marea Britanie și Spania. A fost bursier al fundației germane Alexander von Humboldt și a primit din partea acesteia premiul pentru cercetare „Friedrich Wilhelm Bessel” în 2019. În 2018 i s-a acordat premiul „Nicolae Simionescu” al Academiei Române. A fost președinte al Consiliului Național al Cercetării Științifice în perioadele 2011–2013 și 2020–2022. Este membru corespondent al Academiei Române. A publicat la Humanitas *Povestea creierului. În căutarea celui mai complicat obiect din univers* (2021) și *Arhipelagul durerii. Istoria conviețuirii cu un vechi dușman* (2023).

ALEXANDRU BABEȘ

SECRETUL VIETII

O SCURTĂ ISTORIE
A EREDITĂȚII, DE LA ARISTOTEL
LA EDITAREA GENICĂ

HUMANITAS

Redactor: Vlad Zografi
Coperta: Ioana Nedelcu
Tehnoredactor: Manuela Măxineanu
Corector: Andreea Niță
DTP: Iuliana Constantinescu, Veronica Dinu
Prelucrare digitală: Dan Dulgheru

Tipărit la Tipo Lidana – Suceava

© HUMANITAS, 2025

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
Babeș, Alexandru
Secretul vieții: o scurtă istorie a eredității,
de la Aristotel la editarea genică / Alexandru Babeș. –
București: Humanitas, 2025
Conține bibliografie
ISBN 978-973-50-8920-7
575

EDITURA HUMANITAS
Piața Presei Libere 1, 013701 București, România
tel. 021/408 83 50, fax 021/408 83 51
www.humanitas.ro

Comenzi online: www.libhumanitas.ro
Comenzi prin e-mail: vanzari@libhumanitas.ro
Comenzi telefonice: 0723 684 194

În memoria părinților mei, Liliana și Mircea Babeș

Cuprins

Introducere. Povara eredității	9
1. Generare. Sânge coagulat	31
2. Ereditate. Un strop de sămânță	92
3. Celule, cromozomi, gene. Bastonașe colorate	155
4. ADN. Spirala vieții	229
Epilog. Minunata lume nouă	297
<i>Bibliografie</i>	335

INTRODUCERE

Povara eredității

Promise de la părinții săi o informație genetică, o transformase un pic, adaptând-o la propria persoană, iar acum o transmitea mai departe copilului său. El era doar un punct de tranzit, nimic mai mult. O verigă a unui lanț neîntrerupt.
— Haruki Murakami, Orașul și zidurile sale incerte

Un rege blestemat

Carol II de Habsburg avea probleme serioase. Ca rege al Spaniei și stăpân absolut al unui imperiu colonial care se întindea pe patru continente, ar fi trebuit să se poată considera cel mai norocos om de pe Pământ. Și totuși, porecla pe care i-o dăduseră supușii săi era *El Hechizado* – Blestematul. Deși nu împlinise încă patruzeci de ani, Carol (fig. I.1) arăta ca un om mult mai vârstnic. Avea un edem abdominal pronunțat și un craniu extrem de alungit, iar fața îi era dominată de celebra buză habsburgică. Mai mulți strămoși de sex masculin ai regelui avuseseră parte de acest semn distinctiv al familiei: o buză de jos de dimensiuni exagerate, situată deasupra unei mandibule proeminente. Dar la Carol buza habsburgică luase proporții monstruoase. Prognatismul inferior era atât de pronunțat, încât dinții de sus și cei de jos ai regelui nu se puteau întâlni, iar Carol era adesea nevoit să înghită hrana fără s-o mesteca. Iar limba îi era și ea uriașă, ceea ce îi provoca dificultăți la mestecare și înghițire și, în plus, regele saliva abundant și încontinuu. Aceste diformități fizice erau însoțite de un retard intelectual sever, dificultăți de vorbire și un sistem imunitar slăbit, care îl făcuse vulnerabil în fața infecțiilor de tot felul. În sfârșit, regele suferea frecvent de crize convulsive, care se înțețiseră cu vârsta, și era incapabil să procreeze, iar asta, în definitiv, era cea mai importantă misiune a unui rege. Problemele lui Carol nu



Figura I.1 Regele Carol II al Spaniei (1661–1700). (Wikimedia Commons)

se datorau însă vreunui blestem, ci erau consecința unei eredități grevate de consangvinitate.

Acceptarea, ba chiar încurajarea, căsătoriilor între rude apropiate era un obicei frecvent în familiile aristocrate, menit să evite fărâmițarea sau chiar înstrăinarea domeniilor feudale. Dar ramura spaniolă a Habsburgilor dusesese această practică la extrem. Într-un interval de mai puțin de două sute de ani, în cadrul acestei familii avuseseră loc două căsătorii între unchi și nepoată (în această situație se aflau chiar părinții lui Carol), o căsătorie între veri primari dubli (adică veri primari atât după mamă, cât și după tată), o căsătorie între veri primari și două căsătorii între veri de gradul doi. Se poate estima că din 11 căsătorii care au avut loc în acest interval, 9 au fost marcate de consangvinitate. Consecința acestei strategii a fost sumbră: mortalitatea infantilă în cadrul familiei regale a fost mult mai mare decât cea din mediul rural. O treime din copiii născuți în urma acestor căsătorii au murit înainte de a împlini 1 an, iar aproape jumătate înainte de 10 ani.

Dar de ce este, în definitiv, consangvinitatea atât de nocivă? Care este cauza atâtor decese și boli extrem de severe? Răspunsul la această întrebare presupune să înțelegem modul în care funcționează unul dintre cele mai importante procese ale biologiei, ereditatea. Dar chiar dacă, așa cum vom vedea, misterul eredității



Figura I.2 Stânga: tatăl lui Carol, Filip IV al Spaniei (1605–1665), cunoscut și drept Rey Planeta, regele planetei. Dreapta: mama lui Carol, Mariana de Austria (1634–1696), era fiica surorii lui Filip, Maria Anna a Spaniei. Cei doi s-au căsătorit când regele avea 44 de ani, iar viitoarea regină doar 14. Ambele portrete îi aparțin marelui Diego Velázquez. (Wikimedia Commons)

a fost elucidat extrem de târziu în istoria umanității, oamenii au fost conștienți din cele mai vechi timpuri de faptul că există niște legi nescrise ale eredității care nu trebuie să fie încălcate sub nici o formă. Iar cei care, în vanitatea lor, s-au crezut deasupra acestor legi, faraonii din Egiptul antic, Habsburgii spanioli și alții, au plătit un preț enorm.

Așa cum am menționat, tatăl lui Carol era și unchiul mamei sale, iar bunica sa îi era în același timp și mătușă. Studiind arborile genealogice ale familiei regale, geneticienii de azi au putut estima cantitativ gradul de consangvinizare al căsătoriei dintre Filip IV al Spaniei și Mariana de Austria, părinții lui Carol (fig. I.2), iar rezultatul a fost de-a dreptul uimitor. Datorită consangvinizărilor repetate din cadrul familiei, apropierea genetică dintre cei doi a fost mai mare decât cea dintre un părinte și copilul său sau decât cea dintre doi frați.

N-ar trebui, așadar, să ne surprindă că micuțul Carol a fost un copil firav și bolnăvicios, care s-a transformat într-un adult cu aceleași caracteristici. Oasele craniene ale prințului nu au fuzionat

până la vârsta de 3 ani, iar micul Carol a vorbit abia la 4 ani și a învățat să meargă după 6 ani. Problemele gastrointestinale severe și retardul intelectual l-au însoțit toată viața. Destul de devreme a fost clar pentru rude și curteni că tânărul moștenitor al tronului nu prea înțelegea ce se întâmplă în jurul său. Cu toate acestea, a ajuns rege la doar 4 ani și a reușit să rămână pe tron timp de 35 de ani, dar contribuția sa la rezolvarea treburilor statului a fost minimală. Deși a avut două soții, nu a reușit să producă un moștenitor (ambele soții s-au plâns în privat de impotența regelui), iar în ultimii ani de domnie n-a mai putut sta în picioare, din cauza edemului masiv al picioarelor, și era cuprins frecvent de convulsii epileptice și halucinații. La autopsie s-a constatat că regele avusese un singur testicul, suferea de cangrenă intestinală, iar inima, în cuvintele medicului curții, era de dimensiunea unui bob de piper. Această din urmă observație a fost, probabil, o exagerare, dar e clar că sârmanul Carol Blestematul avusese malformații anatomice congenitale severe.

Odată cu decesul regelui, survenit în 1700, la doar 39 de ani, și în absența vreunui moștenitor, problemele Habsburgilor spanioli abia începeau. Sfârșitul familiei regale a declanșat teribilul Război al Succesiunii Spaniole, care a avut drept rezultat reconfigurarea hărții politice a Europei. Dispărea dinastia Habsburgilor spanioli, întemeiată de Filip I cel Frumos (Felipe I El Hermoso) și de Ioana Nebuna (Juana la Loca – un nume care parcă anunța sfârșitul tragic al dinastiei), iar Spania nu avea să mai revină printre puterile de prim rang ale Europei, locul său fiind luat de Anglia și Franța, aflate în ascensiune. Ignorarea puterii eredității a avut consecințe istorice asupra unui întreg continent.

Miza jocului cu ereditatea

Din 1700 și până în prezent, lucrurile s-au schimbat enorm. Ne apropiem azi de momentul în care vom fi capabili să mobilizăm cunoașterea și metodele geneticii moderne astfel încât să ne schimbăm după bunul-plac destinul nostru ca specie, să ne programăm

în mod deliberat evoluția biologică. E o perspectivă care pe unii îi face să jubileze, iar pe alții îi umple de oroare. Progresele obținute în înțelegerea mecanismelor reproducerii și eredității și abilitățile tehnice pe care le-am acumulat pe parcurs ne-au permis să utilizăm fertilizarea *in vitro* în ajutorul cuplurilor care nu pot avea copii, să recrutăm bacterii pentru a produce insulină, să generăm plante modificate genetic astfel încât să devină mai robuste, mai rezistente la secetă și la dăunători și să dea roade mai bogate, să tratăm anumite boli umane prin terapie genică, adică prin înlocuirea unei gene defecte cu varianta ei funcțională și să învingem virusul SARS-CoV-2 cu ajutorul vaccinurilor bazate pe tehnologia ARN-ului mesager. Toate aceste abilități nou-dobândite sunt uimitoare și reprezintă tot atâtea motive de bucurie și, de ce nu, de mândrie în fața ingeniozității speciei noastre. Dar aceleași progrese ale cunoașterii și tehnologiei fac deja posibile intervenții menite să altereze zestrea noastră genetică și să producă modificări poate ireversibile în evoluția noastră ca specie. Așa cum vom discuta în Epilog, în 2018 a avut loc în China un eveniment care a uimit și oripilat în același timp comunitatea științifică de pe întreaga planetă. Un cercetător chinez a raportat nașterea a două fete, identificate sub pseudonimele Lulu și Nana, care s-au dezvoltat din doi embrioni modificați genetic. ADN-ului celor două ființe umane a fost modificat deliberat, în așa fel încât bebelușii să devină imuni la virusul imunodeficienței umane HIV, implicat în declanșarea SIDA. Indiferent cât de bine intenționat a fost acest demers de editare a genomului, e cât se poate de clar că el s-a petrecut prin ignorarea și chiar încălcarea celor mai elementare norme de etică a actului medical. În ziua de azi, când SIDA nu mai este o sentință automată la moarte și când există medicamente antivirale care pot ține sub control evoluția HIV în organismul uman, nu există nici o justificare pentru a interveni atât de brutal și de ireversibil în procesul eredității. Dar acestea sunt considerente *a posteriori*. Evenimentul s-a petrecut, poarta s-a deschis, primul pas a fost făcut: suntem acum capabili să intervenim în mod deliberat în substanța eredității, să sculptăm după bunul-plac alcătuirea biologică a speciei noastre. Dar numai pentru că putem s-o facem, suntem oare siguri că ar trebui?

Momentul în care ne aflăm impune o serie de eforturi colective. Mai întâi unul de informare, apoi unul de dezbatere și, în sfârșit, unul de decizie. Sunt demersuri la care ar trebui să participe cât mai mulți dintre noi, pentru că miza este uriașă. În joc se află viitorul nostru ca specie. E oare înțelept să lăsăm oamenii de știință sau, și mai rău, politicienii să decidă dacă vom merge sau nu pe calea deschisă de abilitatea recent dobândită de a edita genomul uman? Cred că decizia nu poate fi luată decât după consultarea întregii societăți, dar pentru ca o astfel de dezbatere publică să fie relevantă, trebuie să începem prin a ne informa. Este ceea ce mi-am propus în această carte. Ea se adresează cititorului pe care nu l-a interesat biologia în mod particular sau care a uitat biologia învățată în liceu, dar care își dorește să recupereze această cunoaștere. Sigur, sunt poate lucruri mai fascinante pe care știința le-a descoperit în ultima perioadă. Modificări climatice antropogene, exoplanete, computere cuantice, unde gravitaționale, inteligența artificială generativă, toate acestea sunt într-adevăr uimitoare, dar abilitatea de a înțelege și controla ereditatea atinge cu siguranță esența noastră ca organisme vii. Afectează ceea ce suntem în mod fundamental.

Povestea eredității

Această carte își propune să prezinte drumul sinuos pe care l-am parcurs în încercarea de a înțelege și a controla ereditatea. Un traseu plin de ocolișuri, obstacole, piste false și rătăcirii, dar care ne-a adus în pragul unui moment de cumpănă în istoria speciei. Drumul nostru începe cu primele succese ale omului în modelarea organismelor vii, prin domesticirea plantelor și animalelor. Continuă cu încercările speculative de a înțelege de ce seamănă copiii cu părinții și ce anume le transmit aceștia din urmă progeniturilor în procesul prin care este generată o nouă viață. În spațiile acestui concept, de generare, s-a ascuns multă vreme ignoranța noastră desăvârșită cu privire la trei elemente distincte, dar între-părunse: reproducerea, ereditatea și dezvoltarea. Până spre jumătatea secolului XIX, acestea erau în general considerate ca făcând parte din acest proces mai amplu numit generare, care începea cu