

DŽONATAN VELS

***IKONE
EVOLUCIJE***

Nauka ili mit?

***Zašto je tako mnogo od
onoga što učimo o evoluciji
pogrešno***

Naslov originala:
Icons of Evolution
by
Jonathan Wells

Copyright za Jugoslaviju © 2001 by
Centar za prirodnačke studije (CPS), Beograd

Prevod: Saša Ivanović
Obrada: CPS
Izdavač: No limits book, Beograd, u saradnji sa CPS-om
Plasman: 063/271-570
Štampa: Grafika, Mladenovac

*“Ikonografija ubeđivanja pogađa, čak i više
od reči, srž našeg bića. Svaki demagog,
svaki obmanjivač, svaki reklamni agent,
zna i iskorišćava ubeđujuću moć
dobro izabrane slike...”*

*Ali, mnoge od naših slika su otelotvorenje
ideja maskiranih u neutralne opise prirode.
Ovo su najmoćniji izvori prilagođavanja,
pošto nas ideje, koje se iznose kao opisi,
navode da izjednačavamo eksperimentalno
sa nedvosmisleno tačnim.”*

- Stephen Jay Gould, *Wonderful Life*
(New York: W. W. Norton, 1989, p. 28)

Predgovor

Za vreme mojih studija fizičkih nauka i postdiplomskih studija biologije na Univerzitetu Kalifornija, Berkli, verovao sam skoro svemu što sam čitao u svojim udžbenicima. Znao sam da su knjige sadržavale manji broj štamparskih greški i manje činjeničke greške, i bio sam skeptičan na filozofske tvrdnje koje su išle izvan tih dokaza, ali sam mislio da je većina onoga što sam učio bilo u suštini tačno.

Ipak, dok sam završavao svoj doktorat iz ćelijske i razvojne biologije, primetio sam da su svi moji udžbenici koji se bave evolucionom biologijom sadržavali nedopustivu grešku - crteži embriona kičmenjaka pokazuju sličnosti koje su trebale da budu dokaz za poreklo od zajedničkog pretka. Ali, kao embriolog znao sam da su crteži pogrešni. Ne samo da su iskrivljeno prikazivali embrione koje je trebalo da prikazuju, nego su takođe izostavljali ranije stupnjeve na kojima embrioni izgledaju veoma različito jedni od drugih.

Moja procena crteža embriona potvrđena je 1997. godine kada su britanski embriolog Majkl Ričardson (Michael Richardson) i njegovi saradnici objavili članak u časopisu *Anatomy and Embryology*, upoređujući crteže iz udžbenika sa pravim embrionima. Ričardson je kasnije citiran u vodećem američkom časopisu *Science* kako kaže: "Izgleda da se ispostavlja da je to jedna od najvećih prevara u biologiji."

Pa ipak, većina ljudi ostaje nesvesna istine, a čak i udžbenici objavljeni posle 1997. godine nastavljaju da prikazuju ove pogrešne crteže. Otkrio sam da i mnogi drugi primeri iz udžbenika takođe iskrivljeno prikazuju dokaze za evoluciju. Isprva mi je bilo teško da u to verujem. Kako je moguće da toliko mnogo udžbenika sadrži toliko puno pogrešnih predstava, i to tako dugo? Zašto nisu primećene ranije? Zatim sam otkrio da su drugi biolozi *primetili* većinu njih, i da su ih čak kritikovali u pisanoj formi, ali su njihove kritike bile ignorisane.

Obrazac je dosledan i ukazuje na nešto više od proste greške. U najmanju ruku, ukazuje na to da darvinizam ohrabruje izvrtanje istine.

Koliko se ovih izvrtanja čini nesvesno, a koliko namerno, ostaje da se vidi. Ali, je rezultat jasan: Studenti i javnost se sistematski pogrešno informišu o dokazima za evoluciju.

Ova knjiga govori o tim dokazima. Da bi ih dokumentovao, koristio sam citate iz radova stotine naučnika, od kojih većina veruje u darvinističku evoluciju. Kada ih citiram, to ne činim zbog toga što želim da izgleda kao da oni odbacuju Darwinovu teoriju; većina od njih je ne odbacuje. Citiram ih zato što su eksperti po pitanju tih dokaza.

Gde god je bilo moguće, izbegavao sam stručni jezik. Za one koji hoće više detalja, uključio sam opsežne beleške na kraju knjige koje upućuju na naučnu literaturu. Namena beleški nije da budu iscrpne (osim tamo gde nabrajaju izvore citata), već da pomognu čitaocima koji žele da istražuju stvari detaljnije.

Posle teksta poglavlja slede dva dodatka. Prvi kritički procenjuje deset široko korišćenih udžbenika biologije, od srednje škole pa do post-diplomskog nivoa. Drugi predlaže upozoravajuće etikete, kao one koje se koriste na kutijama za cigarete, za škole koje bi možda želele da ih postave u svoj nastavni materijal da bi upozorili čak i studente na pogrešne informacije.

Mnogi ljudi su bili veoma ljubazni da pregledaju i daju komentar na ovaj moj rukopis. Neki od njih su to javno učinili, a drugi su želeli da ostanu anonimni. U pojedinim slučajevima, ovi drugi su izabrali anonimnost da ne bi došli pod udar od strane ljudi koji se odlučno protive zaključcima ove knjige.

- *Sijetl, Vašington*
Jul 2000.

POGLAVLJE 1

Uvod

"Nauka je traganje za istinom", pisao je hemičar Linus Pauling, dobitnik dve Nobelove nagrade. Brus Alberts (Bruce Alberts), sadašnji predsednik Američke akademije nauka, slaže se: "Nauka i laž ne mogu da koexistiraju", rekao je Alberts u maju 2000. godine, citirajući izraelskog državnika Šimona Peresa (Shimon Peres). "Ne postoji naučna laž, i ne možete naučno da lažete. Nauka je u osnovi traganje za istinom."

Za većinu ljudi, suprotnost od nauke je mit. Mit je priča koja može da ispuni subjektivnu potrebu, ili otkriva nešto duboko o ljudskoj psihi, ali kako je opšte prihvaćeno, mit nije opis objektivne stvarnosti. "Većina naučnika uzdrhti", piše bivši urednik časopisa *Science* Rodžer Levin (Roger Lewin), "kada se reč 'mit' prikači za ono što oni vide kao traganje za istinom". Naravno, nauka ima mitske elemente, zato što ih imaju svi ljudski poduhvati. Ali naučnici imaju pravo da uzdrhte kada se njihove izjave nazivaju mitovima, zato što je njihov cilj da umanje pripovedanje priča i uvećaju objektivnu istinu.

Traganje za istinom nije samo plemenito, već i veoma korisno. Obezbeđujući nam što je približnije moguće pravo razumevanje prirodnog sveta, nauka nam obezbeđuje da živimo sigurnijim, zdravijim i produktivnijim životom. Kada nauka ne bi bila potraga za istinom, naši mostovi ne bi izdržali terete koje stavljamo na njih, naši životi ne bi bili dugi kao što jesu i savremena tehnološka civilizacija ne bi postojala.

Pripovedanje priča je takođe važna preduzimljivost. Bez priča, ne bismo imali kulturu. Ali mi ne pozivamo pripovedače priča da grade mostove ili da vrše hirurške operacije. Za takve zadatke, prednost dajemo ljudima koji su disciplinovali sebe da razumeju realnosti čelika i tela.

Disciplinovanost nauke

Kako naučnici disciplinuju sebe da bi razumeli svet prirode? Filozofi nauke su odgovorili na ovo pitanje na različite načine, ali jedna stvar je sigurna - svaka teorija koja ima za cilj da bude naučna mora nekako, u nekom trenutku, da bude upoređena sa posmatranjima ili eksperimentima. Prema uputstvu o predavanju nauke iz 1998. godine koju je objavila Nacionalna akademija nauka, "priroda nauke je da testira i iznova testira objašnjenja, upoređujući ih sa prirodnim svetom".

Teorije koje prežive ponovljena testiranja mogu probno da budu smatrana za istinita tvrđenja o svetu. Ali, ako postoji trajan konflikt između teorije i činjenica, prvo mora da popusti pred drugim. Kao što je filozof nauke iz sedamnaestog veka Frensis Bekon (Francis Bacon) rekao, moramo da slušamo Prirodu da bi njom zavladao. Kada nauka ne uspeva da sluša prirodu, mostovi se ruše i pacijenti umiru na operacionom stolu.

Testiranje teorija sa činjenicama nikad ne prestaje. Preporuka Nacionalne akademije pravilno navodi da je "svo naučno znanje, u principu, podložno promeni kada nove činjenice postanu dostupne". Nije bitno koliko dugo je teorija važila ili koliko naučnika trenutno veruje u nju. Ako se pojave protivrečni dokazi, teorija mora da bude ponovo procenjena ili čak napuštena. U suprotnom, to nije nauka, već mit.

Da bi se obezbedilo da se teorije objektivno testiraju i da ne postanu subjektivni mitovi, ispitivanje mora da bude javno, a ne privatno. "Ovaj proces javnog ispitivanja", po preporuci Nacionalne akademije, "bitan je deo nauke. On utiče da se eliminišu individualne predrasude i subjektivnost, zato što i drugi moraju da budu u mogućnosti da odrede da li je predloženo objašnjenje u saglasnosti sa dostupnim činjenicama".

U okviru naučne zajednice, ovaj proces se zove "javna provera". Neke naučne tvrdnje su toliko usko stručne da mogu da budu pravilno procenjene samo od strane specijalista. U takvim slučajevima, uključeno je mnoštvo specijalista. Ipak, u iznenađujuće velikom broju slučajeva prosečna osoba je verovatno isto tako kompetentna da načini procenu kao i najobučeniji naučnik. Ako teorija gravitacije predviđa da će teški objekti padati nagore, nije potrebno biti astrofizičar da bi se uvidelo da je ta teorija pogrešna. I ako slika embriona ne liči na pravu stvar, nije potrebno biti embriolog da bi se uvidelo da je slika pogrešna.

Prema tome, prosečna osoba sa pristupom činjenicama trebala bi da bude u stanju da razume i proceni mnoge naučne tvrdnje. Preporuka Nacionalne akademije je to potvrdila počinjući sa pozivom Tomasa Džefersona (Thomas Jefferson) na "širenje znanja među ljudima. Nijedna druga sigurna osnova ne može da bude smišljena za očuvanje slobode i sreće". Preporuka nastavlja: "Džeferson je jasno video ono što

je otada postalo uveliko očigledno - sudbina nacije leži na sposobnosti njenih građana da razumeju i iskoriste informacije o svetu oko njih."

Američki okružni sudija Džejms Graham (James Graham) potvrdio je ovu Džefersonovu izjavu u članku novina iz Ohaja, u maju 2000. godine. Graham je napisao: "Nauka nije tajno sveštenstvo. Svaka osoba prosečne inteligencije bi, uz malo marljivosti, trebala da može da razume i kritički proceni naučnu teoriju."

I preporuka Nacionalne akademije i novinski članak sudije Grahama pisani su u kontekstu prisutnog spora oko evolucije. Ali je prvo pisano da brani Darvinovu teoriju, dok je drugo pisano da brani neke od njenih kritičara. Drugim rečima, branioci, kao i kritičari Darvinove evolucije, pozivaju se na inteligenciju i mudrost američkog naroda da reši spor.

Ova knjiga je pisana u ubedenju da naučne teorije uopšte, a Darwinova teorija posebno, mogu da budu procenjene od strane inteligentne osobe koja ima pristup činjenicama. Ali pre nego što pogledamo dokaze za evoluciju, moramo da znamo šta je to evolucija.

Šta je evolucija?

Biološka evolucija je teorija da su sva živa bića izmenjeni potomci zajedničkog pretka koji je živio u dalekoj prošlosti. Ona tvrdi da smo vi i ja potomci majmunolikih predaka, a da su oni potekli od još primitivnijih životinja.

Ovo je primarno značenje "evolucije" među biologima. "Biološka evolucija", po preporuci Nacionalne akademije, "objašnjava da živa bića dele zajedničke pretke. Vremenom, evolucionarna promena obezbeđuje nastanak novih vrsta. Darwin je nazvao ovaj proces 'poreklo sa promenama' i to ostaje dobra definicija biološke evolucije i danas".

Za Čarlsa Darvina, poreklo sa promenama je bilo poreklo *svih* živih bića posle prvih organizama. Pisao je u knjizi "Postanak vrsta" (*The Origin of Species*): "Ja vidim sva živa bića ne kao produkte specijalnog stvaranja, već kao linijske potomke nekolicine bića" koja su živela u dalekoj prošlosti. Darwin je verovao da je razlog zbog koga su živa bića danas toliko različita jedna od drugih taj, da su promenjena prirodnom selekcijom, ili preživljavanjem najsposobnijih: "Ubeden sam da je prirodna selekcija bila najznačajnije, ali ne i jedino, sredstvo promene."

Kada zastupnici Darvinove teorije odgovaraju na kritike, nekada tvrde da "evolucija" prosto znači promenu u toku vremena. Ali ovo je očigledno izvrđavanje. Nijedna racionalna osoba ne negira realnost promene i nije nam bio potreban Čarls Darwin da nas u to ubedi. Ako "evolucija" znači samo to, bila bi apsolutno neosporna. Niko ne veruje da je biološka evolucija jednostavno samo promena kroz vreme.

Malo manje izvrđavajuća tvrdnja je da se poreklo sa promenama dešava. Naravno da se dešava, zato što su svi organizmi u okviru jedne vrste srodni kroz poreklo sa promenama. To vidimo u svojim porodicama, a uzgajivači biljaka i životinja vide to u svom radu. Ali to još uvek propušta suštinu.

Niko ne sumnja da se poreklo sa promenama javlja u toku obične biološke reprodukcije. Pitanje je - da li je poreklo sa promenama uzrok nastanka *novih* vrsta - u stvari, *svih* vrsta. Kao i promena kroz vreme, poreklo sa promenama u okviru vrste je apsolutno neosporno. Ali Darwinova evolucija tvrdi mnogo više. Konkretno, tvrdi da poreklo sa promenama objašnjava nastanak i raznovrsnost *svih* živih bića.

Jedini način da svako može da odredi da li je ova tvrdnja istinita jeste da je upoređuje sa opažanjima i eksperimentima. Kao i sve druge naučne teorije, Darwinova evolucija mora prestati da se upoređuje sa činjenicama. Ako ne odgovara činjenicama, mora da bude ponovo procenjena ili napuštena - inače to nije nauka, već mit.

Dokazi za evoluciju

Kada su pitani da nabroje dokaze za Darwinovu evoluciju, većina ljudi - uključujući većinu biologa - daje istu grupu primera, zbog toga što su svi učili biologiju iz nekoliko istih udžbenika. Najčešći primeri su:

- laboratorijski sud koji sadrži smesu koja simulira Zemljinu primitivnu atmosferu, u kojoj električne varnice proizvode hemijske gradivne blokove živih ćelija;

- evoluciono drvo, rekonstruisano na osnovu velikog i rastućeg fosilnog zapisa i molekularnih činjenica;

- slične strukture kostiju u krilu slepog miša, peraju morskog praseta, nozi konja i ruci čoveka koje ukazuju na njihovo evoluciono poreklo od zajedničkog pretka;

- slike sličnosti ranih embriona koje pokazuju da su vodozemci, gmizavci, ptice i ljudska bića, svi potekli od ribolike životinje;

- *Archaeopteryx*, fosilna ptica sa zubima u svojim vilicama i kandžama na svojim krilima - nedostajuća karika između drevnih gmizavaca i savremenih ptica;

- leptiri biberastog moljca na stablima drveća pokazuju kako su maskiranje i ptice grabljivice proizvele najčuvaniji primer evolucije prirodnom selekcijom;

- Darwinove zebe na galapagoskim ostrvima - trinaest različitih vrsta koje su se odvojile od jedne, kada je prirodna selekcija proizvela razlike u njihovim kljunovima, što je inspirisalo Darvina da formuliše svoju teoriju o evoluciji;

- vinske mušice sa dodatnim parom krila pokazuju da genetske mutacije mogu da proizvedu sirovu građu za evoluciju;

- raspored fosilnih konja u obliku razgranatog drveta koji protivreči staromodnoj ideji da je evolucija usmerena; i

- crteži majmunolikih stvorenja koji se razvijaju u ljude pokazuju da smo samo životinje i da je naše postojanje samo sporedni proizvod besciljnih prirodnih uzroka.

Ovi primeri se toliko često koriste kao dokazi za Darwinovu teoriju da je većina njih nazvana "ikone" evolucije. Pa ipak, svi oni, na ovaj ili onaj način, pogrešno predstavljaju istinu.

Nauka ili mit?

Neke od ovih ikona predstavljaju pretpostavke ili hipoteze kao da su dokazane činjenice; prema rečima Stefana Džej Gulda, one su "otelotvorenja ideja maskiranih u neutralan opis prirode". Druge prikrivaju žestoke sporove među biologima koji imaju dalekosežne implikacije za evolucionu teoriju. Najgore od svega, neke direktno protivreče dobro ustanovljenim naučnim činjenicama.

Većina biologa nije svesna ovih problema. Zaista, većina biologa radi u oblastima koje su daleko od evolucione biologije. Većinu od onoga što znaju o evoluciji naučili su iz udžbenika biologije i onih istih članaka iz časopisa i televizijskih dokumentarnih filmova koje gleda i opšta javnost. Ali, udžbenici i javne prezentacije oslanjaju se prvenstveno na ove ikone evolucije, tako da što se većine biologa tiče, ove ikone *jesu* dokaz za evoluciju.

Neki biolozi su svesni poteškoća sa izvesnom ikonom zato što ona izvrće činjenice u njihovoj sopstvenoj oblasti. Kada čitaju naučnu literaturu iz svoje specijalnosti, mogu da vide da ta ikona obmanjuje ili da je potpuno pogrešna. Ali oni mogu da imaju osećaj da je to samo izolovan problem, naročito ako su ubeđeni da je Darwinova teorija potkrepljena ogromnim brojem dokaza iz drugih oblasti. Ako veruju u osnovnu ispravnost Darwinove evolucije, mogu da ostave na stranu svoje sumnje o konkretnoj ikoni o kojoj nešto znaju.

U drugu ruku, ako izraze svoje sumnje, može im biti teško da ubede kolege da ih saslušaju, zato što je (kao što ćemo videti) kritikovanje Darwinove evolucije veoma nepopularno među biologima. Možda zbog toga problemi sa ikonama evolucije nisu šire poznati. A zbog toga će mnogi biolozi biti isto toliko iznenađeni koliko i opšta javnost kada vide koliko su problemi ozbiljni i široko rasprostranjeni.

Sledeća poglavlja upoređuju ikone evolucije sa objavljenim naučnim dokazima i otkrivaju da je mnogo od onoga što učimo o evoluciji pogrešno. Ova činjenica pokreće nezgodna pitanja o statusu Darwinove evolucije. Ako se za ikone evolucije pretpostavlja da su naši najbolji dokazi za Darwinovu teoriju, a sve su ili pogrešne ili zavode, šta nam to govori o samoj teoriji? Da li je ona nauka ili mit?

POGLAVLJE 2

Miler - Urijev eksperiment

Uz pratnju muzike Stravinskog, "Buđenje proleća", prvobitna Zemlja se komeša uz vulkansku aktivnost. Crvena užarena lava teče preko zemlje i pada u more, stvarajući oblake pare dok gore na nebu sevaju munje. Polako, kamera se spušta dok ne dostigne mirne dubine okeana, gde tajanstvene mrlje sjaje u mraku. Odjednom, jednoćelijska životinja projuri preko ekrana. Život je rođen.

Scena je iz Volt Diznijevog filmskog klasika "Fantazija" (*Fantasia*) iz 1940. godine, i pripovedač je naziva "tačna reprodukcija onoga što naučnici misle da se odigravalo tokom prvih nekoliko milijardi godina postojanja ove planete". Scenario je ideja ruskog naučnika A. I. Oparina i britanskog naučnika J. B. S. Haldejna (J. B. S. Haldane), koji su 1920-tih godina predložili da su munje u primitivnoj atmosferi mogle da proizvedu hemijske gradivne blokove života. Iako Darwin nije pretendovao da razume poreklo života, on je razmišljao da je život mogao da počne u "nekoj toploj maloj bari". Slično tome, Oparin i Haldejn su hipotetisali da su se hemikalije proizvedene u atmosferi rastvarale u prvobitnim morima formirajući "toplu razvodnjenu supu" iz koje su proistekle prve žive ćelije.

Oparin-Haldejnova hipoteza je zaokupila maštu mnogih naučnika i tako postala "ono što naučnici misle" o prvim koracima u postanku života. Ali je ostala kao netestirana hipoteza sve do ranih 1950-tih kada su američki postdiplomac Stenli Miler (Stanley Miller) i njegov mentor Harold Uri (Harold Urey) proizveli neke od hemijskih gradivnih blokova života ubacujući električnu varnicu u mešavinu gasova za koju su smatrali da je simulirala Zemljinu primitivnu atmosferu (slika 2-1). Godine 1953., Miler-Urijev eksperiment je stvorio ogromno uzbuđenje u naučnoj zajednici i uskoro je našao svoj put u skoro svaki srednjoškolski i fakultetski udžbenik biologije kao dokaz da su naučnici demonstrirali prvi korak u nastanku života.

Miler-Urijev eksperiment je još uvek istaknuto prikazan u udžbenicima, časopisima i televizijskim dokumentarnim filmovima, kao ikona

evolucije. Pa ipak, više od decenije većina hemičara je bila ubedena da eksperiment nije uspeo da simulira uslove na ranoj Zemlji i da tako ima malo ili nimalo veze sa poreklom života. Evo zašto.

Oparin-Haldejnov scenario

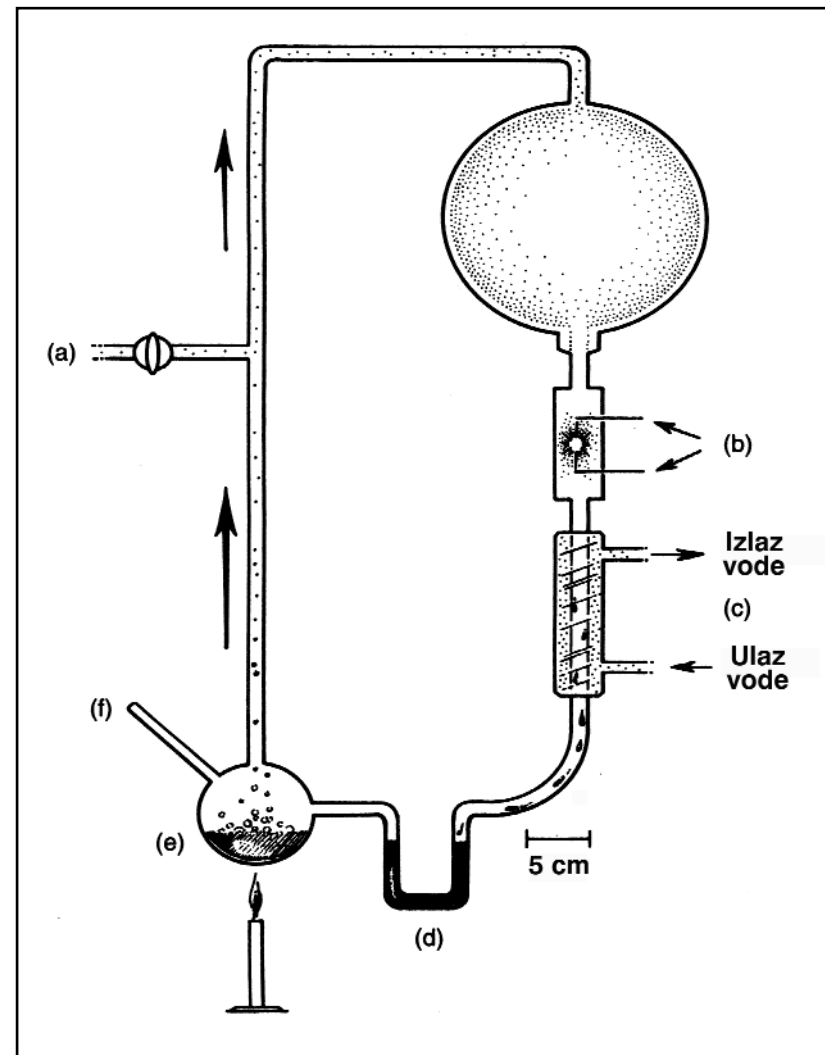
Prvi korak u Oparin-Haldejnovom scenariju proizvodnje životnih hemijskih gradivnih blokova uz pomoć munja presudno zavisi od sastava atmosfere. Zemljina sadašnja atmosfera sadrži oko 21% kiseonika. Skloni smo da mislimo da je atmosfera bogata kiseonikom bitna za život, jer bismo umrli bez nje. Pa ipak, što je paradoksalno, životni gradivni blokovi se ne bi mogli formirati u takvoj atmosferi.

Nama je potreban kiseonik zato što naše ćelije proizvode energiju kroz aerobno disanje (iako su neke bakterije "anaerobne" i bujaju u odsustvu kiseonika). U stvari, aerobni organizmi koriste kiseonik za dobijanje energije iz organskih molekula na skoro isti način na koji automobilski motori koriste kiseonik da bi dobili energiju iz benzina. Ali naša tela moraju takođe da sintetišu organske molekule, inače ne bismo mogli da rastemo, da se lečimo ili da se množimo. Disanje, koje razlaže organske molekule, suprotan je procesu sinteze, koji ih izgrađuje. Hemičari nazivaju proces disanja "oksidujući", dok proces sinteze nazivaju "redukujući".

Nije iznenađujuće da je isti kiseonik koji je bitan za aerobno disanje često fatalan za organsku sintezu. Električna varnica u zatvorenoj posudi sa močvarnim gasom (metanom) može da proizvede neke interesantne organske molekule, ali ako je prisutna samo mala količina kiseonika varnica će proizvesti eksploziju. Kao što zatvorena posuda isključuje kiseonik i sprečava da močvarni gas eksplodira, tako i odeljci u živim ćelijama isključuju kiseonik iz procesa organske sinteze. Slobodan kiseonik na pogrešnim mestima može da bude štetan za zdravlje, zbog čega neki nutricionisti govore ljudima da konzumiraju više "anti-oksidativnih" vitamina.

Pošto slobodan kiseonik može da uništi mnogo organskih molekula, hemičari često moraju da uklanjaju kiseonik i koriste zatvorene posude gde sintetišu i čuvaju organske hemikalije u laboratoriji. Ali pre nastanka života, kada nije bilo ni hemičara ni laboratorija, hemijski gradivni blokovi života su mogli da se formiraju samo u prirodnoj sredini koja nije imala kiseonik. Prema Oparinu i Haldejnu, ta sredina je bila Zemljina primitivna atmosfera.

Zemljina sadašnja atmosfera je jako oksidujuća. Oparin i Haldejn su pretpostavili njenu suštu suprotnost - jako redukujuću atmosferu bogatu vodonikom. Konkretno, pretpostavili su mešavinu metana (vodonik



SLIKA 2-1. Miller-Urijev eksperiment iz 1953. godine.

(a) vakumska linija; (b) visokovoltazne elektrode za stvaranje varnica; (c) kondenzator sa hladnom vodom koja cirkuliše; (d) zamka za sprečavanje povratnog toka; (e) posuda za ključalu vodu i skupljanje proizvoda reakcije; (f) zapečaćena cev koja se kasnije lomi za uzimanje proizvoda reakcije za analizu. U kasnijim eksperimentima elektrode su pomerene naviše u veliku posudu u gornjem desnom uglu, a na zamku u dnu je dodata slavina na zatvaranje za uklanjanje reakcionih proizvoda. Većina udžbeničkih crteža prikazuje ove kasnije promene.

sjedinjen sa ugljenikom), amonijaka (vodonik sjedinjen sa azotom), vodene pare (vodonik sjedinjen sa kiseonikom) i gasa vodonika. Oparin i Haldejn su predskazali da munja u takvoj atmosferi može spontano da proizvede organske molekule koji su neophodni živoj ćeliji.

Miler-Urijev eksperiment

U to vreme, činilo se razumljivim pretpostaviti jako redukujuću atmosferu. Naučnici su verovali da je Zemlja prvobitno formirana zgušnjavanjem međuzvezdane prašine i gasa, pa je bilo razumno pretpostaviti da je prvobitna atmosfera ličila na međuzvezdane gasove koji se sastoje prvenstveno od vodonika. Godine 1952., dobitnik Nobelove nagrade, hemičar Harold Uri, zaključio je da se rana atmosfera sastojala prvenstveno od vodonika, metana, amonijaka i vodene pare - baš kao što su Oparin i Haldejn pretpostavili.

Urijev postdiplomac na Čikago Univerzitetu, Stenli Miler, rešio je da eksperimentalno testira Oparin-Haldejnovu hipotezu. Miler je sastavio zatvorenu staklenu aparaturu u Urijevoj laboratoriji, ispumpao vazduh i zamenio ga metanom, amonijakom, vodonikom i vodom. (Da nije uklonio vazduh, njegov sledeći korak je mogao da mu bude i poslednji.) Onda je zagrevao vodu i pustio da gasovi prelaze preko visoko voltažnih električnih varnica da bi stimulisao munje (slika 2-1).

"Do kraja nedelje", izjavio je Miler, voda "je bila tamno crvena i mutna". Uzeo je deo za hemijsku analizu i identifikovao nekoliko organskih jedinjenja. Među njima su bili i glicin i alanin, dve najprostije aminokiseline nađene u proteinima. Ipak, većina produkata reakcije bila su prosta organska jedinjenja koja se ne javljaju u živim organizmima.

Miler je objavio svoje početne rezultate 1953. godine. Ponavljajući eksperiment, on i drugi naučnici bili su u stanju da dobiju male količine većine biološki značajnih aminokiselina, kao i neka dodatna organska jedinjenja koja postoje u živim ćelijama. Tako je izgledalo da Miler-Urijev eksperiment potvrđuje Oparin-Haldejnovu hipotezu o prvom koraku u nastanku života. Ipak, do 1960-tih, geohemičari su počeli da sumnjaju da su uslovi na ranoj Zemlji bili onakvi kakvi su bili pretpostavljeni od strane Oparina i Haldejna.

Da li u primitivnoj atmosferi zaista nije bilo kiseonika?

Uri je pretpostavio da je Zemljina prvobitna atmosfera imala isti sastav kao oblaci međuzvezdane prašine. Ipak, 1952. godine (iste godine

koje je Uri objavio ovo gledište), geohemičar sa Čikago Univerziteta, Harison Braun (Harrison Brown), uočio je da je zastupljenost retkih gasova neona, argona, kriptona i ksenona u Zemljinoj atmosferi bila najmanje milion puta manja od kosmičkog proseka, i zaključio da Zemlja mora da je izgubila prvobitnu atmosferu (ako je ikad imala) ubrzo posle njenog formiranja.

1960-tih, geohemičar sa Univerziteta Princeton, Hajnrih Holand (Heinrich Holland), i geofizičar sa Karnegi Instituta, Filip Abelson (Philip Abelson), složili su se sa Braunom. Holand i Abelson su nezavisno zaključili da Zemljina primitivna atmosfera *nije* poticala od međuzvezdanih oblaka gasa, već od gasova oslobođenih iz Zemljinih vulkana. Nisu videli nikakav razlog da veruju da su drevni vulkani bili drugačiji od savremenih, koji izbacuju prvenstveno vodenu paru, ugljen-dioksid, azot, i vodonik u tragovima. Pošto je vodonik toliko lagan, Zemljina gravitacija ne bi bila u stanju da ga zadrži i (kao i retki gasovi) brzo bi otišao u svemir.

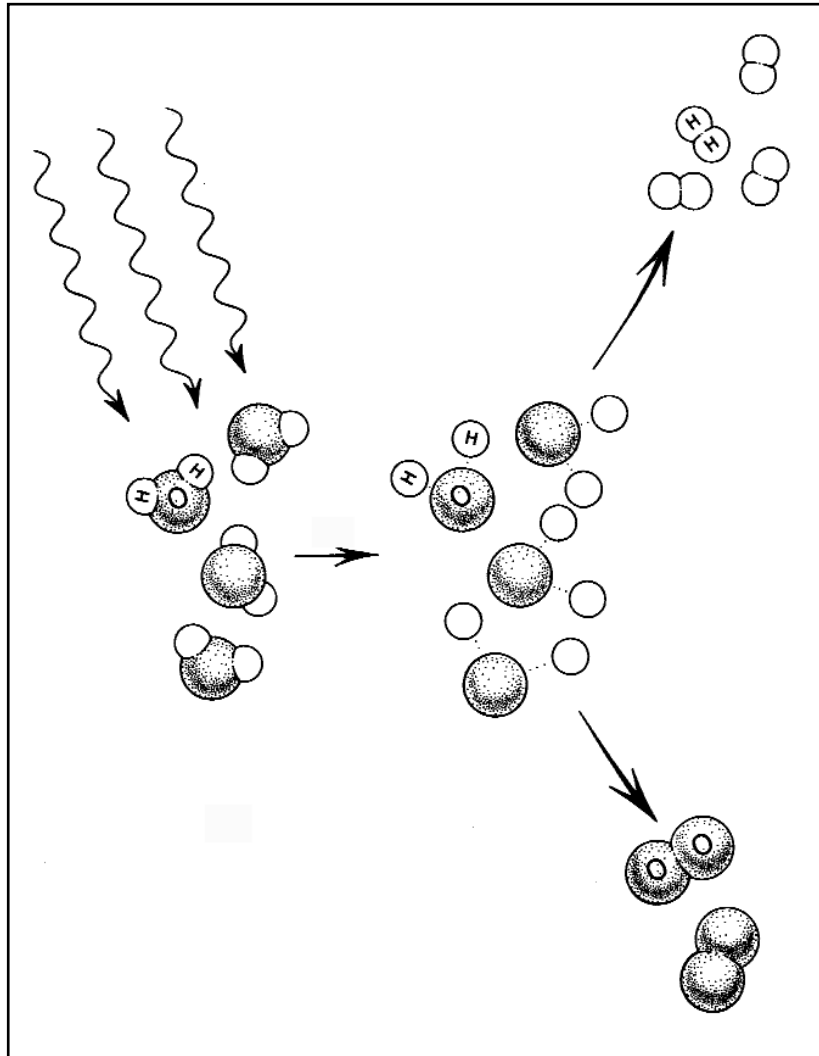
Ali, ako je osnovni sastojak primitivne atmosfere bila vodena para, atmosfera mora da je sadržala i nešto kiseonika. Naučnici koji proučavaju atmosferu znaju da ultraljubičasti sunčevi zraci prouzrokuju razlaganje vodene pare u gornjim slojevima atmosfere. Ovaj proces, nazvan "fotodisocijacija", razdvaja molekule vode na vodonik i kiseonik. Vodonik odlazi u svemir, ostavljajući kiseonik u atmosferi (slika 2-2).

Naučnici veruju da je većina kiseonika u sadašnjoj atmosferi proizvedena kasnije usled fotosinteze - procesa kojim zelene biljke pretvaraju ugljen-dioksid i vodu u organsku materiju i kiseonik.

Ipak, fotodisocijacija bi proizvela male količine kiseonika i pre pojave fotosinteze. Pitanje je, koliko?

Godine 1965., teksaški naučnici L. V. Birkner (L. V. Berkner) i L. C. Maršal (L. C. Marshall), obrazlagali su da količina kiseonika proizvedena fotodisocijacijom nije mogla da premašuje oko hiljaditog dela sadašnjeg atmosferskog nivoa, a verovatno je bila mnogo manja. Geofizičar sa Kalifornijskog tehnološkog instituta R. T. Brinkman (R. T. Brinkmann) nije se složio, tvrdeći da su "značajne koncentracije kiseonika mogle da se razviju u Zemljinoj atmosferi" - do četvrtine sadašnjeg nivoa - pre pojave fotosinteze. Kako se spor oko teorijskih implikacija širio, razni naučnici su stali na jednu ili drugu stranu: australijski geolog J. H. Karver (J. H. Carver) slagao se sa Brinkmanom, dok se geolog sa Pensilvanijskog državnog Univerziteta Džejms Kasting (James Kasting) složio sa Birknerom i Maršalom. Ovo pitanje nikada nije razrešeno.

Dokazi iz navodno starih stena nisu bili konačni. Neke navodno stare sedimentne stene sadrže uraninit, jedinjenje uranijuma siromašno kiseonikom, što je nekim geolozima ukazivalo da su ovi sedimenti nata-



SLIKA 2-2. Fotodisocijacija.

Molekuli vode (kiseonik plus vodonik) cepaju se pod dejstvom ultraljubičastih sunčevih zraka u gornjim slojevima atmosfere. Vodonik (H) je previše lagan da bi ga zadržala Zemljina gravitacija, i odlazi u svemir, dok teži kiseonik (O) ostaje u atmosferi.

loženi u atmosferi siromašnoj kiseonikom. Ali, drugi geolozi ističu da se uraninit takođe pojavljuje u navodno mladim stenama koje su nataložene u našoj savremenoj atmosferi bogatoj kiseonikom. Sedimenti bogati visoko oksidovanom crvenom formom gvožđa takođe su bili korišćeni za zaključivanje o količinama prvobitnog kiseonika. Geolog Džejms C. G. Voker (James C. G. Walker) obrazlagao je da pojava ovih "crvenih slojeva" pre oko navodnih dve milijarde godina "označava početak aerobne atmosfere". Ali, crveni slojevi se takođe javljaju u stenama navodno starijim od dve milijarde godina, i kanadski geolozi Erih Dimrot (Erich Dimroth) i Majkl Kimberli (Michael Kimberly) pisali su 1979. godine da nisu videli "nikakav dokaz" u sedimentnim naslagama gvožđa "da je atmosfera bez kiseonika postojala u bilo koje vreme tokom raspona geološke istorije dokumentovanog u dobro očuvanim sedimentnim stenama".

Biohemijski dokazi su takođe bili korišćeni za izvođenje zaključaka o količinama kiseonika. Godine 1975., britanski biolozi J. Lumzden (J. Lumsden) i D. O. Hol (D. O. Hall) objavili su da je enzim (superoksid dismutaza) kojeg koriste žive ćelije da se zaštite od štetnih efekata kiseonika, prisutan čak i u organizmima za čije se pretke smatra da su postojali pre pojave fotosinteze. Lumzden i Hol su zaključili da enzim mora da se razvio da bi obezbedio zaštitu od primitivnog kiseonika proizvedenog fotodisocijacijom.

Prema tome, teorijski modeli su ukazivali na nešto primitivnog kiseonika, ali niko nije znao na koliko. Dokazi iz stena nisu bili konačni, a izgledalo je da biohemijske činjenice ukazuju na značajne nivoe kiseonika proizvedenog fotodisocijacijom. Spor je besneo od 1960-tih do ranih 1980-tih, kada je iščezao iz razmatranja.

Prolašavnje spora završenim

Godine 1977., istraživači porekla života Sidni Foks (Sidney Fox) i Klaus Dous (Klaus Dose) objavili su da je važniji razlog zašto je za Zemljinu primitivnu atmosferu "rasprostranjeno verovanje da u svojim ranijim fazama nije sadržala značajnije količine kiseonika" taj da "eksperimenti pokazuju da bi hemijska evolucija, kakva se opisuje sadašnjim modelima, bila uveliko sprečena kiseonikom". Džejms C. G. Voker je takođe pisao da je "najjači dokaz" za sastav primitivne atmosfere "obezbeđen uslovima za nastanak života. Redukujuća atmosfera je potrebna".

Učesnici konferencije o poreklu života iz 1982. godine (od kojih je jedan bio Stenli Miler) složili su se da nije moglo biti slobodnog kiseonika u ranoj atmosferi "zato što su redukujući uslovi potrebni za sintezu

organskih jedinjenja neophodnih za razvoj života". Iste godine, britanski geolozi Heri Klemi (Harry Clemmey) i Nik Bedam (Nick Badham) pisali su da dokazi pokazuju da je "od vremena najranije datiranih stena na 3,7 milijardi godina, Zemlja imala atmosferu sa kiseonikom". Klemi i Bedam su izjavili da je obična "dogma" tvrditi da je Zemljinoj ranoj atmosferi nedostajao kiseonik.

Ali, geološki i biohemijski dokazi više nisu bili važni, zato što su izvesni uticajni naučnici odlučili da je Miler-Urijev eksperiment pokazao prvi korak u nastanku života, i oni su prosto objavili da primitivnoj atmosferi mora da je nedostajao kiseonik. Klemi i Bedam su bili u pravu. Dogma je zauzela mesto empirijske nauke.

Sa naučne perspektive, ova dogma stavlja kola ispred konja. Miler-Urijev eksperiment je uspeo da sintetiše organske molekule, ali pitanje nije bilo da li organski molekuli mogu da se sintetišu u laboratoriji. Naravno da mogu, i sintetisani su godinama. Mogu da budu sintetisani u laboratoriji iako je sadašnja atmosfera jako oksidujuća, zato što hemičari stvaraju lokalne sredine iz kojih je kiseonik isključen ili u kojima je održavan na veoma niskim nivoima. Uspeh Miler-Urijevog eksperimenta ne dokazuje da je celokupnoj primitivnoj atmosferi nedostajao kiseonik ništa više nego što uspeh savremene organske hemije dokazuje da savremenoj atmosferi nedostaje kiseonik.

Naravno, neke od geoloških i biohemijskih činjenica ukazuju na kiseonik u primitivnoj atmosferi; inače, to pitanje ne bi bilo tako žestoko raspravljano među geolozima od 1960-tih do ranih 1980-tih. U stvari, dokazi za primitivni kiseonik nastavljaju da se gomilaju: Paleobiolog sa Smitsonian Instituta, Kenet Tou (Kenneth Towe) (sada u penziji), pregledao je činjenice 1996. godine i zaključio da je "vrlo verovatno da je rana Zemlja imala atmosferu koja je sadržala slobodan kiseonik".

Činjenice koje je Tou navodio obično su ignorisane od strane ljudi trenutno uključenih u istraživanje porekla života, i tako je bilo godina. Ipak, ironično je da čak ni ovo proizvoljno odbacivanje dokaza nije spasilo Miler-Urijev eksperiment. Iako su geohemičari bili oštro podeljeni po pitanju kiseonika, brzo su postigli saglasnost da primitivna atmosfera nije nimalo ličila onoj koju je koristio Miler.

Miler-Urijev eksperiment svakako nezadovoljava

Holand i Abelson su 1960-tih zaključili da je Zemljina primitivna atmosfera nastala od izbacivanja vulkanskih gasova i da se sastojala prvenstveno od vodene pare, ugljen dioksida, azota, i vodonika u tragovima. Sa gubljenjem većine vodonika i njegovim odlaskom u svemir, ne

bi bilo ničeg da redukuje ugljen-dioksid i azot, pa metan i amonijak nisu mogli da budu glavni sastojci rane atmosfere (tabela 2-3).

Abelson je takođe naglasio da amonijak apsorbuje ultraljubičasto sunčevo zračenje i brzo bi bio njim razoren. Štaviše, da su velike količine metana bile prisutne u primitivnoj atmosferi, najranije stene bi sadržale veliki udeo organskih molekula, a to nije slučaj. Abelson je zaključio: "Koji su dokazi za primitivnu metan-amonijak atmosferu na Zemlji? Odgovor je da *nema* dokaza za nju, već mnogo protiv nje" (naglašeno u originalu). Drugim rečima, Oparin-Haldejnov scenario bio je pogrešan i rana atmosfera nije nimalo ličila na jako redukujuću mešavinu korišćenu u Milerovom eksperimentu.

Drugi naučnici su se složili. Godine 1975., belgijski biohemičar Marsel Florkin (Marcel Florkin) objavio je da je "koncept redukujuće primitivne atmosfere napušten" i da se Miler-Urijev eksperiment "danas ne smatra geološki odgovarajućim". Sidni Foks i Klaus Dous - iako su tvrdili da je primitivnoj atmosferi nedostajao kiseonik - priznali su 1977. godine da redukujuća atmosfera "ne izgleda geološki realna zato što dokazi ukazuju da... je većina slobodnog vodonika verovatno otišla u svemir, a ono što je ostalo od metana i amonijaka bilo je oksidovano".

Po Foksu i Dousu, ne samo da je Miler-Urijev eksperiment počeo sa pogrešnom mešavinom gasova, već takođe "nije zadovoljavajuće pred-

Poređenje oksidujuće, neutralne i redukujuće atmosfere

OKSIDUJUĆA (sadašnja Zemlja)	NEUTRALNA (vulkanski gasovi)	REDUKUJUĆA (Oparin-Haldejn)
azot	vodena para (vodonik + kiseonik)	metan (ugljenik + vodonik)
kiseonik	ugljen-dioksid (ugljenik + kiseonik)	amonijak (azot + vodonik)
ugljen-dioksid (ugljenik + kiseonik)	azot	azot
vodena para (vodonik + kiseonik)	vodonik (u tragovima, odlazi u svemir)	vodena para (kiseonik + vodonik)

TABELA 2-3. Oksidujuća, neutralna i redukujuća atmosfera.

Sastojci su nabrojani od vrha ka dnu po veličini njihove zastupljenosti.

stavljao ranu geološku realnost zato što ništa nije učinjeno za uklanjanje vodonika iz sistema". Tokom Miler-Urijevog eksperimenta akumulira se gasoviti vodonik, čineći i do 76% mešavine, ali bi na ranoj zemlji otišao u svemir. Foks i Dous su zaključili: "Tvrđnja da Milerova sinteza nema geološki značaj postaje sve više raširena."

Do 1977. godine ovo je postalo skoro jednoglasno gledište među geo-hemičarima. Kao što je Džon Kohen (Jon Cohen) pisao u časopisu *Science* 1995. godine, mnogi istraživači porekla života danas odbacuju eksperiment iz 1953. godine zato što "rana atmosfera nije nimalo ličila na Miler-Urijevu simulaciju".

Pa šta? Možda bi atmosfera od vodene pare, ugljen-dioksida i azota i dalje podržavala Miler-Urijevu tip sinteze (sve dok je kiseonik isključen). Ali, Foks i Dous su objavili 1977. godine da se u takvoj mešavini, uz prisustvo varnica, uopšte ne dobijaju aminokiseline, a Hajnrih Holand je 1984. godine istakao da "količina i raznovrsnost organskih jedinjenja proizvedenih u ovim eksperimentima značajno opadaju" kada se metan i amonijak uklone iz početne mešavine. Po Holandu, mešavine ugljen-dioksida, azota i vode nisu uopšte proizvele aminokiseline.

Godine 1983., Miler je objavio da su on i njegovi saradnici bili u stanju da proizvedu male količine najprostije aminokiseline, glicina, uvodeći varnice u atmosferu koja je sadržavala ugljen-monoksid i ugljen-dioksid umesto metana, sve dok je slobodni vodonik bio prisutan. Ali, priznao je da je glicin najbolje što su mogli da dobiju u odsustvu metana. Kako je Džon Horgan (John Horgan) pisao u časopisu *Scientific American* 1991. godine, atmosfera od ugljen-dioksida, azota i vodene pare "ne bi bila pogodna za sintezu aminokiselina".

Zaključak je jasan: Ako se Miler-Urijevi eksperiment ponovi sa realističnom simulacijom Zemljine primitivne atmosfere, on ne uspeva. Zbog toga, istraživači porekla života su morali da traže na drugom mestu.

RNK svet?

Pošto Miler-Urijevi eksperiment ne uspeva da objasni kako su proteini mogli da se formiraju na ranoj Zemlji, istraživači porekla života uzeli su u obzir mogućnost da proteini nisu bili prvi molekularni gradivni blokovi života. DNK nije dobar kandidat, zato što joj je potrebna čitava garnitura složenih proteina da bi pravila sopstvene kopije. Zato DNK nije mogla da prethodi proteinima i nije mogla da bude prvi korak u nastanku života.

Drugi kandidat je RNK, blizak hemijski srodnik DNK, koju koriste sve žive ćelije u procesu stvaranja proteina. 1980-tih, molekularni biolozi

Tomas Keč (Thomas Cech) i Sidni Altman (Sidney Altman) pokazali su da RNK može ponekad da se ponaša kao enzim - to jest, kao protein. Drugi molekularni biolog, Valter Gilbert (Walter Gilbert), predložio je da bi RNK mogla da sintetiše sebe u odsustvu proteina, i tako je mogla da postoji na ranoj Zemlji i pre pojave proteina i DNK. Ovaj "RNK svet" je onda mogao da bude molekularna kolvka iz koje je proizašao živi svet.

Ali, niko nije prikazao kako je RNK mogla da se formira pre nego što su tu bile žive ćelije da je prave. Po biohemičaru Istraživačkog Instituta Skrips, Džeraldu Džojosu (Gerald Joyce), RNK nije verovatan kandidat za prve gradivne blokove života "zato što nije verovatno da je bio proizveden u značajnim količinama na primitivnoj Zemlji". Čak i kada bi RNK mogla da bude proizvedena, ne bi dugo opstala pod uslovima za koje se smatra da su postojali na ranoj Zemlji.

Džojos je zaključio: "Najrazumnije objašnjenje je da život nije počeo sa RNK." Iako i dalje misli da je RNK svet prethodio DNK svetu, veruje da neka vrsta živih ćelija mora da je prethodila RNK. "Morate da izgradite čoveka od slame na osnovu čoveka od slame", rekao je Džojos 1998. godine, "da biste došli do tačke na kojoj je RNK funkcionalan prvi biomolekul".

Drugim rečima, RNK svet - kao i proteinski prvi scenario u Miler-Urijevom eksperimentu - je čorsokak. Istraživači porekla života nisu mogli da pokažu kako su se molekularni gradivni blokovi života formirali na ranoj Zemlji. Ali, čak i da su otkrili poreklo gradivnih blokova, poreklo života bi i dalje ostalo misterija. Biohemičar može da pomeša sve hemijske gradivne blokove života u epruveti i da opet ne proizvede živu ćeliju.

Problem nastanka života je toliko komplikovan da je nemački istraživač Klaus Dous pisao 1998. godine da je trenutna teorija "shema neznanja. Bez suštinski novih uvida u evolucione procese... neznanje će verovatno ostati". I ostalo je. Godine 1988., upoređujući naučno istraživanje nastanka života sa detektivskom pričom, naučnik sa Salk Instituta, Lesli Orgel (Leslie Orgel), priznao je da "smo veoma daleko od toga da znamo ko je krivac". Naučni dopisnik lista *New York Times* Nikolas Vejd (Nicholas Wade), objavio je u junu 2000. godine: "Sve o poreklu života na Zemlji je misterija, i izgleda da što više znamo, problem je sve veći."

Prema tome, ostajemo u dubokom neznanju o tome kako je nastao život. Pa ipak, Miler-Urijevi eksperiment nastavlja da se koristi kao ikona evolucije, zato što se ništa bolje nije pojavilo. Umesto da nam se kaže istina, daje nam se pogrešan utisak da su naučnici eksperimentalno pokazali prvi korak u nastanku života.

Miler-Urijev eksperiment kao ikona evolucije

Izdanje časopisa *National Geographic* iz marta 1998. godine prikazuje fotografiju Milera kako stoji pored svoje eksperimentalne opreme. Natpis tumači: "Oponašajući približno uslove na ranoj Zemlji u eksperimentu iz 1952. godine, Stenli Miler - sada na Univerzitetu Kalifornija u San Dijegu - proizveo je aminokiseline. 'Kada jednom sastavite opremu, vrlo je jednostavno', kaže on."

Nekoliko stranica kasnije, članak časopisa *National Geographic* objašnjava: "Mnogi naučnici sada misle da je rana atmosfera bila drugačija nego što je Miler prvo pretpostavio." Ali, slika vredi hiljadu reči - naročito kada njen naslov obmanjuje, a istina je zakopana duboko u članku. Čak je i pažljiv čitalac ostavljen pod utiskom kako je lako bilo životu da nastane na ranoj Zemlji.

Mnogi biološki udžbenici koriste isti obmanjujući pristup. Izdanje knjige Keneta Milera (Kenneth Miller) i Džozefa Levina (Joseph Levine), "Biologija" (*Biology*), popularnog udžbenika za srednje škole iz 2000. godine, uključuje crtež Miler-Urijeve aparature sa naslovom: "Oponašajući ranu atmosferu (amonijak, voda, vodonik i metan) i propuštajući električne varnice (munje) kroz mešavinu, Miler i Uri su dokazali da je organska materija, kao što su aminokiseline, mogla da se formira spontano." Kao i članak časopisa *National Geographic*, Miler-Levinov udžbenik zakopava pobijanje tvrdnje u tekstu: "Milerove prvobitne pretpostavke o Zemljinoj ranoj atmosferi su verovatno bile netačne", ali je čak i ovo ublaženo dodajući da su eksperimenti koji su koristili druge mešavine "takođe proizveli organska jedinjenja". U svakom slučaju, tekst je vrlo nepokolebljiv da stara atmosfera "nije sadržavala gas kiseonik".

Fakultetski udžbenik iz 1998. godine, "Život: Nauka o biologiji" (*Life: Science of Biology*) od Vilijama Purvesa (William Purves), Gordona Oriansa (Gordon Orians), Krega Helera (Craig Heller) i Dejvida Sadave (David Sadava), obaveštava studente da je Stenli Miler proizveo "gradivne blokove života" koristeći "redukujuću atmosferu kakva je postojala na ranoj Zemlji", i da "slobodan kiseonik nije bio prisutan u toj ranoj atmosferi". Ovaj udžbenik ne daje studentima nikakav nagoveštaj da većina naučnika sada misli da Miler-Urijev eksperiment nije uspeo da simulira realne uslove na ranoj Zemlji.

Čak i viši fakultetski udžbenici pogrešno predstavljaju istinu. Izdanje iz 1998. godine pod naslovom "Evoluciona biologija" (*Evolutionary Biology*) Dagleasa Futujame (Douglas Futuyma) uključuje crtež "aparature koju je Miler koristio da sintetiše organske molekule pod simuliranim uslovima rane Zemlje". Jedina stvar koju Futujamina knjiga ima da kaže o sporu oko primitivnog kiseonika jeste da je "u vreme najrani-

jeg života, atmosferi stvarno nedostajao kiseonik". A najnovije izdanje pod naslovom "Molekularna biologija ćelije" (*Molecular Biology of the Cell*), udžbenika na postdiplomskom nivou od predsednika Nacionalne akademije nauka Brusa Alberta i njegovih saradnika, prikazuje Miler-Urijevu aparaturu i objašnjava je kao "tipičan eksperiment koji simulira uslove na primitivnoj Zemlji". Prateći tekst tvrdi da su organski molekuli "verovatno bili proizvedeni pod takvim uslovima. Najbolji dokaz za to dolazi od laboratorijskih eksperimenata".

Preporuka iz 1999. godine koju je objavila Nacionalna akademija nauka ovekovečava pogrešnu predstavu: "Eksperimenti izvedeni pod uslovima određenim da liče na one koji su bili prisutni na primitivnoj Zemlji rezultovali su u produkciji nekih od hemijskih komponenti proteina." Ova preporuka uključuje predgovor Brusa Alberta, koji (kao što smo videli u uvodu) nas uverava da "nauka i laži ne mogu da koegzistiraju".

Ovo je još više uznemiravajuće od pogrešne upotrebe Miler-Urijevog eksperimenta od strane časopisa *National Geographic* i bioloških udžbenika. Nacionalna akademija nauka je glavna nacionalna naučna organizacija, postavljena od strane kongresa da savetuje vladu o naučnim pitanjima. Među njenim članovima su mnogi od najboljih naučnika u Americi. Da li oni stvarno odobravaju obmanjivanje javnosti o dokazima za evoluciju? Ili se ovo radi bez znanja članova? Šta američki narod treba da misli?

Kao što ćemo videti u narednim poglavljima, preporuka objavljena nedavno od strane Nacionalne akademije sadrži takođe i druga netačna i obmanjujuća tvrđenja o evoluciji. Očigledno, mi ovde nemamo posla sa izolovanom greškom u udžbeniku. Implikacije za američku nauku su potencijalno dalekosežne.

Godine 1986., hemičar Robert Šapiro (Robert Shapiro) napisao je knjigu koja kritikuje nekoliko aspekata istraživanja porekla života. Naročito je kritikovao argument da je Miler-Urijev eksperiment dokazao da je Zemljina primitivna atmosfera bila jako redukujuća. "Dostigli smo situaciju", pisao je, "gde je teorija prihvaćena kao činjenica uz odlaganje u stranu nekih, i verovatno protivrečnih dokaza". On je zaključio da je to "mitologija, pre nego nauka".

Da li mi predajemo našim studentima biologije mitologiju umesto nauke?

Darvinovo drvo života

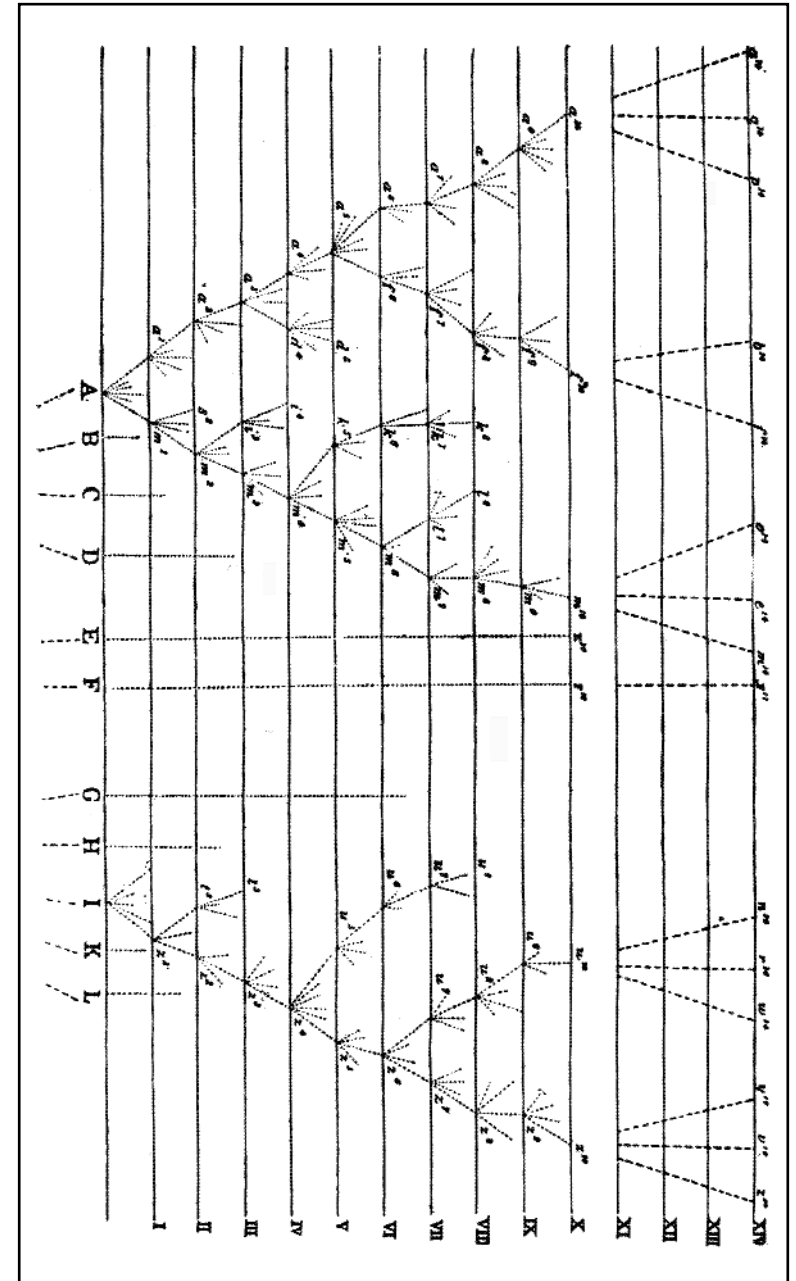
Niko ne zna kako su nastale prve žive ćelije, ali većina biologa misli da je događaj bio toliko neverovatan da se desio samo jednom, ili najviše, nekoliko puta. Ako je tako, onda je razumljivo pretpostaviti da su od tih nekoliko prvobitnih ćelija nastali milioni različitih vrsta koje danas žive. Ovo je bilo gledište Čarlsa Darvina u knjizi "Postanak vrsta": "Ja vidim sva bića ne kao produkte specijalnog stvaranja, već kao linijske potomke nekoliko bića koja su živela mnogo pre nego što se prvi sloj kambrijumskog sistema nataložio." (Kada je Darwin pisao "Postanak vrsta" 1859. godine, kambrijum je bio navodno najstariji geološki period u kojem su nađeni fosili.) Zaista, Darwin je mislio da su "sva organska bića koja su ikad živela na ovoj Zemlji mogla da poteknu od jednog prvobitnog oblika života".

"Postanak vrsta" je sadržao samo jednu ilustraciju koja prikazuje razgranati obrazac koji bi proizašao iz tog procesa porekla sa promenama (slika 3-1). Darwin je tako prikazao istoriju života kao drvo, sa univerzalnim zajedničkim pretkom kao njegovim korenom i savremenim vrstama kao njegovim "zelenim granama sa pupoljcima". Nazvao je to kao "Veliko drvo života".

SLIKA 3-1. Darvinovo drvo života.

Jedina ilustracija u Darwinovom "Postanku vrsta" prikazuje razgranati obrazac razilaženja predviđen njegovom teorijom. Vertikalna dimenzija predstavlja vreme, sa najstarijim na dnu i najmlađim na vrhu, dok horizontalna dimenzija predstavlja stepene različitosti među organizmima. Kako ilustracija prikazuje, Darwin je smatrao da neke linije ostaju uveliko nepromenjene. Tačkaste linije na dnu odražavaju Darwinovo ubedenje da su jedanaest linija prikazanih ovde potekle od još manjeg broja linija. Zaista, verovao je da je "jedan prvobitni oblik života" mogao da bude zajednički predak svih živih bića. Većina Darwinovih sadašnjih sledbenika veruje da je nastanak života bio dovoljno neverovatan da je drvo života ukorenjeno u samo jednom univerzalnom zajedničkom pretku.

SLIKA 3-1. Darvinovo drvo života.



Od svih ikona evolucije, drvo života je najrasprostranjenije, zato što je poreklo od zajedničkog pretka osnova Darwinove teorije. Neo-darvinista Ernest Majer (Ernst Mayr) smelo je objavio 1991. godine da "danas verovatno nije ostalo biologa koji bi sumnjali da su svi organizmi koji se danas nalaze na Zemlji potekli od samo jednog izvora života". Pa ipak, Darwin je znao - a i naučnici su nedavno potvrdili - da rani fosilni zapis okreće evoluciono drvo života naopačke. Pre deset godina se nadalo da bi molekularni dokazi mogli da spasu ovo drvo, ali su skorašnja otkrića razbila tu nadu. Iako to nećete naučiti čitajući biološke udženike, Darwinovo drvo života je iščupano.

Darwinovo drvo života

Ako su sva živa bića potekla od zajedničkog pretka, zašto su toliko različita? Odgajivači stoke modifikuju postojeće sorte odabirajući samo određene varijante za ukrštanje. Darwin je tvrdio da se analogan proces odigrava u divljini. Ako se deo prirodne populacije izloži jednoj grupi uslova, a drugi delovi se izlože drugačijim uslovima, "prirodno odabiranje" bi moglo da modifikuje različite podpopulacije na različite načine. Uz dovoljno vremena, jedna vrsta bi mogla da proizvede nekoliko varijeteta; i Darwin je verovao da ako bi ti varijeteti nastavili da se razdvajaju, vremenom bi postali odvojene vrste.

Prema sistemu biološke klasifikacije koji je stvorio Karl Line (Carolus Linnaeus) vek pre Darvina (i koji još uvek koristi većina biologa), organizmi su grupisani u hijerarhijske nizove na osnovu sličnosti i razlika. *Vrsta* je najniži nivo hijerarhije; *rod* je sledeći, zatim *familija*, *red*, *klasa*, *kolo* (*filum*) (kod biljaka i gljiva se zove "odeljak" ili "razdeo"), i najviši nivo, *carstvo*. Na primer, ime vrste za ljudska bića je *sapiens*, a ime roda je *Homo*; oba se uključuju u naučno ime, koje je *Homo sapiens*. Ljudi su grupisani zajedno sa čovekolikim majmunima u familiju hominida; hominidi i majmuni su grupisani zajedno u red primata, zatim su zajedno sa drugim toplokrvnim životinjama koje proizvode mleko grupisani u klasu sisara. Sisari su, opet, svrstani u kolo hordata ("horda" je embrionalna struktura koja kod većine članova ovog kola postaje kičma; takve životinje se zovu "kičmenjaci"). Na najvišem nivou hijerarhije, životinjsko carstvo uključuje nekoliko desetina kola.

Radi poređenja, obična vinska mušica se zove *Drosophila melanogaster* (rod i vrsta). Član je familije Drozofilida, koja je grupisana sa ostalim dvokrilnim insektima u red Diptera, a oni su zajedno sa ostalim životinjama sa šest nogu grupisani u klasu insekata. Insekti su grupisani sa ostalim organizmima koji poseduju spoljašnji skelet i člankovite izraštaje (jastozi, na primer) u kolo zglavkara, koji je (kao i

kolo hordata) u životinjskom carstvu. (Ostala carstva uključuju biljke, gljive i bakterije) (tabela 3-2).

Prema Darwinovoj teoriji, ljudi i vinske mušice su delili zajedničkog pretka (koji verovatno nije ni malo ličio ni na ljude ni na vinske mušice) nekad u dalekoj prošlosti. Darwin je verovao da kada bismo mogli da posmatramo proces, videli bismo kako se roditeljska vrsta deli u nekoliko vrsta koje su samo malo različite jedne od drugih. Ove vrste bi se zatim razvile u različitim pravcima pod uticajem prirodnog odabiranja. Pojavile bi se sve različite vrste; i jednom bi, bar jedna od njih postala toliko različita od ostalih da bi mogla da bude svrstana u drugi rod. Kako bi generacije prolazile, razlike bi nastavile da se akumuliraju, dovodeći konačno do nastanka odvojenih familija.

To je bio proces koji je Darwin ilustrovao u knjizi "Postanak vrsta" (slika 3-1). Vertikalna dimenzija u Darwinovom crtežu predstavlja vreme, sa najstarijim na dnu i najnovijim u vrhu, dok horizontalna dimenzija predstavlja razlike između organizama. Darwin je verovao da se male promene u okviru prvobitne predačke vrste postepeno uvećavaju tokom mnogih generacija u veće razlike koje razdvajaju vrste jedne od drugih. Kako je on to rekao, "male razlike koje odvajaju varijetete iste vrste teže da se postepeno uvećavaju dok ne dostignu razmere većih razlika između vrsta".

	LJUDI	VINSKE MUŠICE
CARSTVO	Životinje	Životinje
KOLO	Hordati	Zglavkari
KLASA	Sisari	Insekti
RED	Primati	Diptera
FAMILIJA	Hominidi	Drozofilidi
ROD	<i>Homo</i>	<i>Drosophila</i>
VRSTA	<i>sapiens</i>	<i>melanogaster</i>

TABELA 3-2. Biološka klasifikacija

Smišljen od strane Karla Linea vek pre Darvina, Lineov sistem klasifikuje organizme u sve veće i veće grupe. Ovde su prikazane samo osnovne kategorije; takođe postoje i dopunske kategorije kao "potkolo kičmenjaka" (životinje sa kičmom, koje obuhvataju većinu hordata).

Uzimajući u svojoj ilustraciji da svaka horizontalna linija označava hiljadu generacija, Darwin je procenio da bi "šest novih vrsta, označenih slovima od n14 do z14 na vrhu, moglo da bude proizvedeno posle četrnaest hiljada generacija. U stvari, pošto se "prvobitna vrsta 'I' veoma razlikuje od 'A', nalazeći se skoro na suprotnom kraju prvobitnog roda" u dnu, činilo se verovatnim da će "šest novih vrsta poteklih od 'I', i osam poteklih od 'A', morati da se smatraju za veoma različite rodove, ili čak za posebne podfamilije".

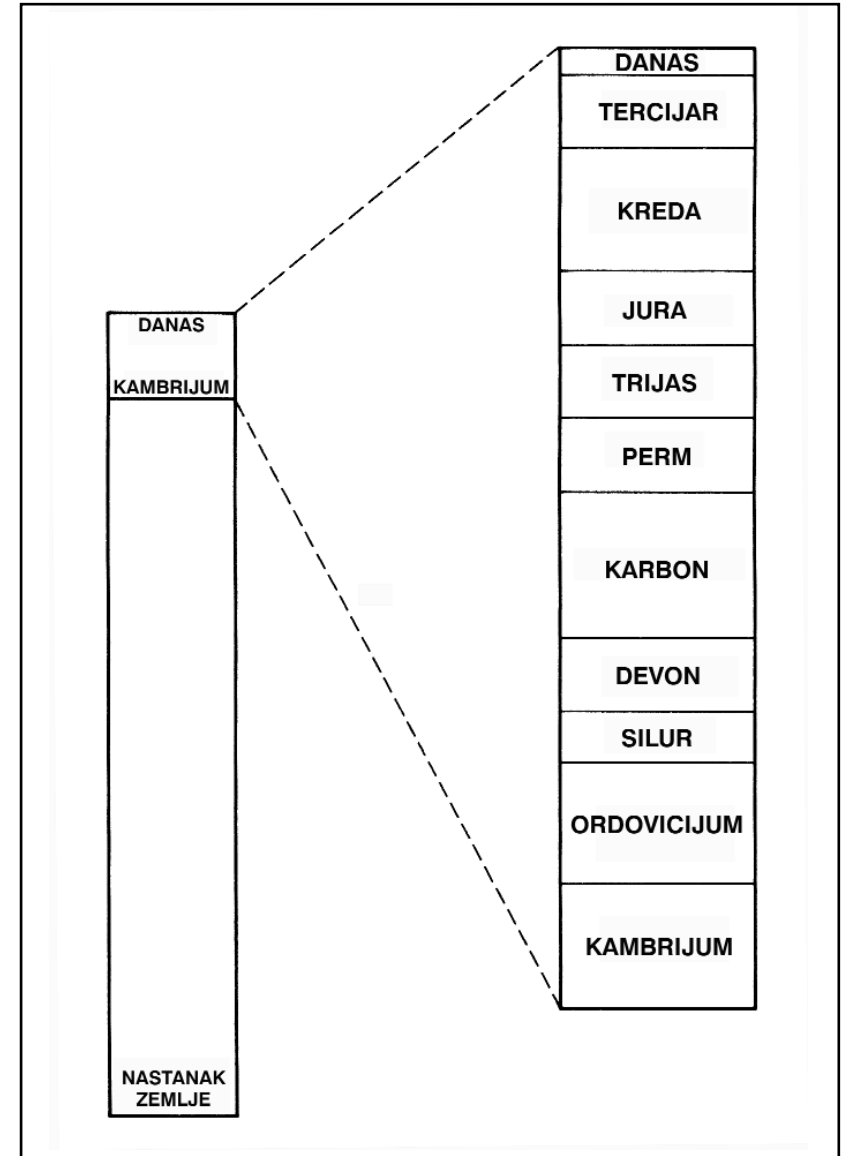
Još veće razlike bi mogle da se objasne na većoj vremenskoj skali. Na primer, ako se uzme da "svaka horizontalna linija predstavlja milion ili više generacija", Darwin nije video "nikakav razlog da ograniči proces promena, kakav je sada opisan, samo na formiranje rodova", već je smatrao da je on jednako sposoban da proizvede "nove familije, ili redove,... (ili) klase". Tako bi velike razlike koje odvajaju redove i klase nastale samo posle duge istorije malih razlika: "Pošto prirodno odabiranje deluje jedino akumulirajući blage, uzastopne, korisne promene, ono ne može da proizvede velike i iznenadne promene; može da deluje samo kratkim i sporim koracima." Ovi "kratki i spori koraci" daju Darwinovoj ilustraciji njen karakteristični obrazac razgranatog drveta.

Prema tome, ako linija u dnu na Darwinovom dijagramu predstavlja varijetete, linija u vrhu bi mogla da predstavlja različite vrste ili rodove. Ako uzmemo te rodove, stavimo ih na dno i počnemo proces iznova, mogli bi da dobijemo familije ili redove; ako onda stavimo te redove na dno i ponovimo proces, mogli bi da dobijemo klase ili čak kola. Ali po Darwinovoj teoriji, nema načina da su razlike na nivou kola mogle da se pojave na samom početku. Pa ipak, to je ono što fosilni zapis pokazuje.

Darvin i fosilni zapis

Kada je Darwin pisao knjigu "Postanak vrsta", navodno najstariji poznati fosili bili su iz geološkog perioda poznatog kao kambrijum, nazvanog po stenama u Kambriji, u Velsu (slika 3-3). Ali, kambrijumski fosilni zapis nije se slagao sa Darwinovom teorijom. Umesto da počne sa jednom ili nekoliko vrsta koje bi se kroz milione godina postepeno razdvojile u familije, pa redove, zatim klase, i onda kola, kambrijum počinje sa iznenadnom pojavom mnogih potpuno formiranih kola i klasa životinja. Drugim rečima, najviši nivoi biološke hijerarhije pojavili su se odmah na početku.

Darvin je bio svestan toga i smatrao je to velikom poteškoćom za njegovu teoriju. Pisao je u knjizi "Postanak vrsta" da "ako je teorija tačna, nesumnjivo je da su pre nego što je najniži kambrijumski sloj nataložen protekli dugi periodi... (u kojima) je svet vrveo sa živim bićima." Ipak je



SLIKA 3-3. Geološki zapis.

Leva kolona predstavlja celokupnu istoriju Zemlje od njenog formiranja, trenutno datiranog na pre oko navodnih četiri i po milijarde godina. Desna kolona predstavlja malo više od poslednjih deset procenata toga.

priznao da se "nekoliko glavnih grupa životinjskog carstva iznenada pojavljuje u najnižim poznatim fosilnim stenama". Darwin je zvao to "ozbiljnim" problemom koji "za sada mora da ostane neobjašnjen; i mogao bi da bude sa pravom istaknut kao opravdani argument protiv ovde prikazanih gledišta".

Darvin je ipak bio ubeđen da su poteškoće bile samo prividne. Fosilni zapis je "istorija sveta nepotpuno sačuvana", obrazlagao je, "i pisana u promenljivom dijalektu; od ove istorije posedujemo samo poslednji tom, koji se odnosi samo na dve ili tri zemlje". Verovao je da su stene starije od kambrijumskog perioda bile toliko izmenjene usled toplote i pritiska da su uništile sve tragove fosila; zbog toga, za glavne grupe životinja samo "prividno izgleda da su se iznenadno pojavile" u kambrijumu. Darwin je takođe naglasio da je "samo mali deo površine Zemlje bio geološki ispitan", kao da je želeo da sugeriše da bi dalje tražnje moglo da obezbedi bar neke nedostajuće dokaze.

Od tada, dalja istraživanja su otkrila mnoge fosilne slojeve navodno starije od kambrijuma, tako da je naše sadašnje razumevanje prekambrijumske istorije mnogo bolje od Darwinovog. Paleontolozi su takođe našli navodne kambrijumske stene u Kanadi, Grenlandu i Kini gde su dobro očuvani fosili naročito obilni. Ali, ovo veoma poboljšano znanje o kambrijumskim i prekambrijumskim fosilima uvećalo je Darwinov problem umesto da ga umanj. Mnogi paleontolozi su sada ubeđeni da su se glavne grupe životinja stvarno iznenada pojavile u donjem kambrijumu. Fosilni dokazi su toliko jaki, i događaj je toliko dramatičan, da je postao poznat kao "kambrijumska eksplozija" ili "biološki veliki prasak".

Kambrijumska eksplozija

U Africi i Australiji, geolozi su otkrili nemetamorfisane stene navodno starije više od tri milijarde godina koje sadrže fosilizovane jednočelijske organizme. Nađeni su samo malo mladi sedimenti koji sadrže fosile "stromatolita", slojevite naslage fotosintetičkih bakterija i sedimenata koji se formiraju u plitkim morima. Ali, prekambrijumski fosili su se sastojali samo od jednočelijskih organizama skoro do početka kambrijuma.

Višećelijski organizmi malo stariji od kambrijumskih prvi put su otkriveni u Ediakara brdima u Južnoj Australiji, ali su sada poznati sa mnogih drugih lokacija širom sveta. Neki paleontolozi tvrde da su Ediakara fosili bili preci životinja koje su se kasnije javile u kambrijumu, dok drugi tvrde da su oni toliko drugačiji od svih drugih životnih formi da bi ih trebalo postaviti u sopstveno carstvo. Britanski paleontolog Simon Konvej Moris (Simon Conway Morris) veruje da su bar neki od Ediakara fosila bili životinje, ali tvrdi da većina od mnogih vrsta koje se

javljaju u kambrijumu nisu imale pretke u Ediakari. "Osim nekoliko preživelih iz Ediakare", pisao je Konvej Moris 1998. godine, "čini se da oštra linija razdvaja čudan svet ediakarskog života i relativno obične kambrijumske fosile".

Postoje dva druga pokazatelja višećelijskih životinja malo pre kambrijuma: jedna "mala ljušturska fauna", koja se sastoji od malih fosila koji ne liče ni na jednu savremenu grupu, i fosilni tragovi (kanali i brazde), koje su izgleda ostavili višećelijski crvi. Ali osim ovog drugog, i možda nekoliko preživelih iz Ediakare, ne postoje fosilni dokazi koji povezuju kambrijumske životinje sa organizmima koji su im prethodili. Danas dobro dokumentovani prekambrijumski fosilni zapis ne obezbeđuje ništa nalik dugoj istoriji postepenog razdvajanja koja je potrebna po Darwinovoj teoriji.

Iako je iznenadna pojava životinjskih fosila u kambrijumu bila poznata Darwinu, potpun obim fenomena nije bio procenjen sve do 1980-tih, kada su fosili iz ranije otkrivene Bardžis gline (Burgess Shale) u Kanadi bili ponovo analizirani od strane paleontologa Heri Vittingtona (Harry Whittington), Dereka Brigsu (Derek Briggs) i Simona Konvej Morisa. 1980-te su takođe obeležila otkrića druge dve fosilne lokacije slične Bardžis glini: Sirijuski Prelaz (Sirius Passet) u severnom Grenlandu, i Čengjiang u južnoj Kini. Sve ove lokacije dokumentuju zbujujuću raznovrsnost životinja koje su se pojavile u kambrijumu. Ipak, izgleda da su Čengjiang fosili najraniji i najbolje očuvani, i uključuju ono što bi moglo da budu prvi kičmenjaci.

Različiti datumi su bili predloženi za kambrijumski period i vreme kambrijumske eksplozije, sa skorašnjim procenama koje navodno variraju između pre 600 i 500 miliona godina. Godine 1993., geolog Semjuel Bouring (Samuel Bowring) i njegovi saradnici rezimirali su dostupne činjenice iz slojeva stena i metoda radioaktivnog datiranja, i zaključili da je kambrijumski period navodno počeo pre oko 544 miliona godina. Veliko povećanje u životinjskim fosilima koje označava kambrijumsku eksploziju navodno je počelo pre oko 530 miliona godina, i navodno je trajalo najviše od 5 do 10 miliona godina. (Iako je 10 miliona godina dugačak period po ljudskim merilima, kratak je po evolucionim geološkim merilima, iznoseći manje od 2% vremena proteklog od navodnog početka kambrijuma.) Kambrijumska eksplozija je dala većinu životinjskih kola koje danas žive, kao i neka koji su danas izumrla (slika 3-4).

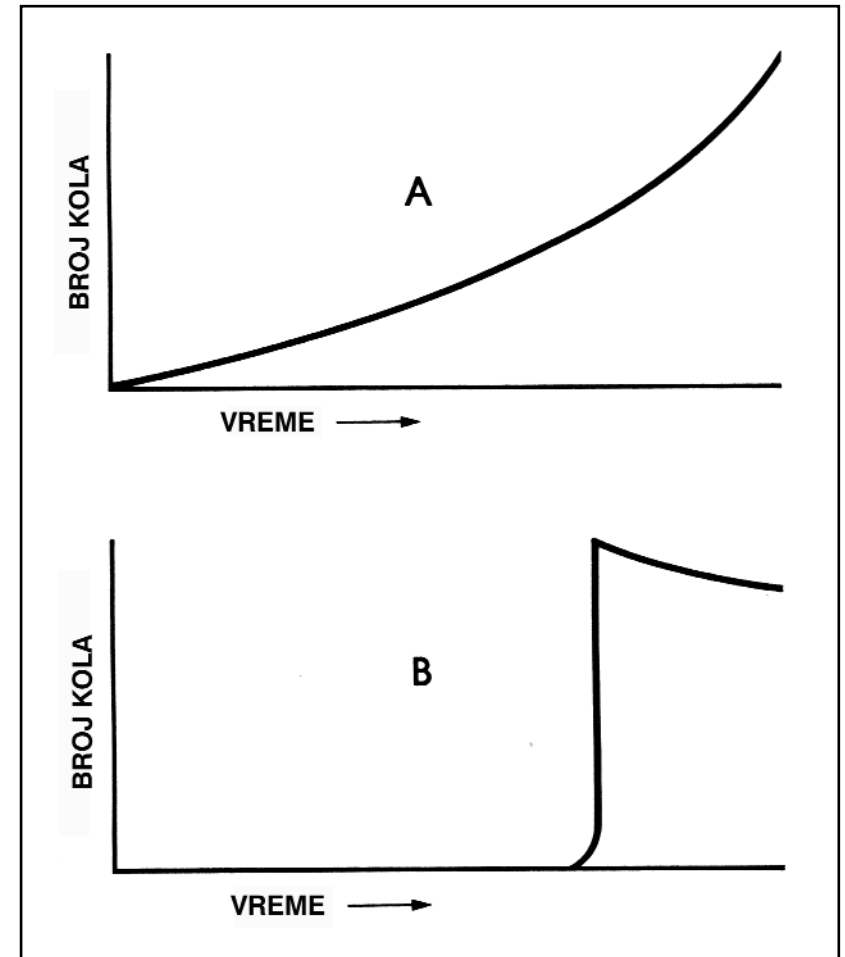
Prema paleontolozima Džejmsu Valentinu (James Valentine), Stenli Avramiku (Stanley Awramik), Filipu Signoru (Philip Signor) i Piteru Sedleru (Peter Sadler), "najupečatljiviji fenomen očevidan u fosilnom zapisu je iznenadna pojava i raznovrsnost mnogih živih i izumrlih kola" blizu početka kambrijuma. Mnogi životinjski oblici građe tela svrstani u

se tvrdi (kao što je i Darwin činio) da prividno odsustvo prekambrijumskih predaka postoji usled fragmentarnog fosilnog zapisa. Drugi je da čak i kada bi zapis bio neprekidan, prekambrijumski preci se ne bi fosilizovali - ili zato što su bili previše mali, ili zato što su imali mekana tela. Treći je da se odbace fosilne činjenice na osnovu molekularnih poređenja među živim organizmima koja ukazuju na hipotetičkog zajedničkog pretka stotine miliona godina pre kambrijuma.

Da li je fosilni zapis zaista previše fragmentaran i da zato postoji odsustvo prekambrijumskih predaka za kambrijumske životinje? Većina paleontologa ne misli tako. Dovoljno dobrih sedimentnih stena iz gornjeg prekambrijuma i kambrijuma nađeno je do danas da ubedi paleontologe da ako je bilo predaka, i ako su se fosilizovali, do sada bi bili pronađeni. Džejms Valentin i Dagleas Ervin (Douglas Erwin) kažu: "Delovi kambrijumskih stena koje imamo (a imamo ih mnogo) u suštini su kompletni koliko i delovi jednakog vremenskog trajanja iz sličnih taložnih sredina" u skorijim stenama. Pa ipak, "preci ili prelazne forme" su "nepoznati ili nepotvrđeni" za bilo koje kolo ili klasu koje se pojavljuje u kambrijumskoj eksploziji. Valentin i Ervin su zaključili da je "eksplozija realna; previše je velika da bi bila prikrivena nedostacima u fosilnom zapisu".

Nekoliko skorašnjih ispitivanja kvaliteta fosilnog zapisa od kambrijuma do sadašnjeg vremena podržavaju ovo gledište. Iako navodno stariji slojevi očigledno nisu toliko dobro očuvani, u proseku, kao mlađi, dovoljno su dobri. U februaru 2000. godine, britanski geolozi M. J. Benton (M. J. Benton), M. A. Vils (M. A. Wills) i R. Hičin (R. Hitchin) zaključili su: "Rani delovi fosilnog zapisa očigledno su nekompletni, ali mogu da se smatraju podesnim da ilustruju raširene obrasce istorije života."

Da li preci životinjskih kola nisu uspeli da se fosilizuju zato što su bili previše mali, ili zbog posedovanja mekih tela? Problem sa ovim objašnjenjem je da su mikrofosili sićunih bakterija nađeni u stenama navodno starijim više od tri milijarde godina. Pored toga, prekambrijumski organizmi nađeni fosilizovani u australijskim Ediakara brdima imali su mekana tela. "Kod ediakarskih organizama nema nikakvih dokaza za bilo kakve čvrste skeletne delove", pisao je Simon Konvej Moris u svojoj knjizi iz 1998. godine, "Testiranje stvaranja" (*Crucible of Creation*). "Ediakara fosili izgledaju kao da su imali stvarno meka tela." Isto je tačno i za mnoge organizme fosilizovane u kambrijumskoj eksploziji. Bardžis glina, na primer, uključuje mnoge fosile životinja sa potpuno mekim telima. "Ovi izuzetni fosili," po Konvej Morisu, "otkrivaju ne samo svoje spoljašnje crte, već ponekad i unutrašnje organe kao što su creva ili mišići".



SLIKA 3-5. Evolucija životinjskih kola: Teorija i stvarnost.

Grafici upoređuju obrazac uvećanja broja životinjskih kola tokom vremena po Darwinovoj teoriji i fosilne činjenice. (A) Po Darwinovoj teoriji, broj životinjskih kola se postepeno povećava tokom vremena. (B) Fosilni zapis, međutim, pokazuje da su se skoro sva životinjska kola pojavila otprilike u isto vreme u kambrijumskoj eksploziji, uz blago opadanje brojnosti posle toga usled izumiranja.

Prema tome, bez obzira koji je razlog za odsustvo predaka, sigurno nije taj da su bili mali ili mekih tela. Kao što je geolog Vilijam Šof (William Schopf) napisao 1994. godine: "Postoji samo jedan izvor direktnih dokaza rane istorije života - prekambrijumski fosilni zapis; teorije iznesene u odsustvu takvih dokaza, čak i od strane široko priznatih evolucionista, obično su se pokazivale neosnovanim." Jedna takva teorija jeste "dugo održavano isticanje da prekambrijumski organizmi mora da su bili previše mali ili previše nežni da bi se očuvali u geološkim naslagama". Prema Šofu, to isticanje se "danas prepoznaje kao netačno".

Treći način kojim su neki biolozi pokušali da "dezaktiviraju" kambrijumsku eksploziju jeste tvrđenje da molekularni dokazi iz živih organizama ukazuju na zajedničkog pretka životinjskih kola koji navodno potiče stotinama miliona godina pre kambrijuma. Da bismo razumeli ovu odbranu Darwinove teorije - i zašto ona nije ispravna - moramo da se obratimo relativno novoj disciplini nazvanoj "molekularna filogenija".

Molekularna filogenija

Filogenija je evolucionarna istorija grupe organizama. Do skora, o filogenijama je zaključivano na osnovu anatomskih i fizioloških osobina (kao što je broj udova ili toplokrvnost). Međutim, od napretka savremene molekularne biologije, mnoge filogenije su bile zasnovane na poređenjima DNK i poređenjima proteina.

Svi živi organizmi, od bakterija do ljudi, sadrže DNK. DNK molekul je dugačak lanac koji se sastoji od različitih kombinacija četiri subjedini- ca, skraćeno označenih A, T, C i G; a redosled ovih subjedini- ca određuje redosled aminokiselina u proteinima organizma. Za vreme reprodukcije, redosled subjedini- ca se kopira sa jednog DNK molekula na drugi, ali molekularne slučajne greške, ili mutacije, nekada čine kopiju malo drugačijom od roditeljskog molekula. Prema tome, organizmi mogu da imaju DNK molekule (i usled toga i proteine) koji se donekle razlikuju od DNK i proteina njihovih predaka.

Godine 1962., biolozi Emili Zuckerkandl (Emile Zuckerkandl) i Linus Pauling (Linus Pauling) predložili su da bi poređenja DNK sekvenci i njihovih proteinskih produkata mogla da budu korišćena da bi se odredilo koliko su organizmi srodni. Organizmi čija se DNK ili proteini razlikuju u samo nekoliko subjedini- ca verovatno su srodniji u evolucionom smislu nego oni koji se razlikuju u više njih. Ako su se mutacije vremenom polako akumulirale, broj razlika između organizama može da služi kao "molekularni sat" ukazujući koliko je godina prošlo od kada su njihove DNK ili proteini bili identični - to jest, pre koliko vremena su delili zajedničkog pretka (tabela 3-6).

Veliki deo ranih radova u molekularnoj filogeniji zasnivao se na proteinima, ali određivanje proteinskih sekvenci je spor posao. Sa razvojem brzih tehnika za određivanje DNK sekvenci, postalo je uobičajnije da se analiziraju geni koji kodiraju proteine nego sami proteini. Pored proteina i DNK, svi organizmi sadrže RNK, hemijski srodnog sa DNK, koja je uključena u pretvaranje informacije sa DNK u proteinske sekvence. Deo ovog procesa oslanja se na male funkcionalne sisteme u ćeliji zvane "ribozomi", koji se sastoje delom od ribozomalne RNK ili "rRNK". Od 1980. godine DNK sekvence koje kodiraju za rRNK su obezbedile puno podataka za molekularnu filogeniju.

Poređenje DNK sekvenci je jednostavno u teoriji, ali složeno u praksi. Pošto dati segment DNK može da sadrži hiljade subjedini- ca, njihovo ređanje po redosledu, da bi se počelo sa poređenjem, samo po sebi je težak posao, a različito postavljeni redosledi mogu da daju veoma različite rezultate. Ipak, zaključci izvedeni iz molekularnih poređenja upotrebljeni su da se suoče sa kambrijumskom eksplozijom.

Molekularna filogenija i kambrijumska eksplozija

Da li su životinjska kola iznenada nastala u kambrijumu, kako se čini da fosili ukazuju, ili su se polako razdvojila od zajedničkog pretka pre više miliona godina, kako Darwinova teorija nagoveštava? Nije moguće analizirati DNK iz kambrijumskih fosila, ali su molekularni biolozi u mogućnosti da poredi proteinske i DNK sekvence u živim vrstama.

	DNK Sekvence
Organizam 1	A T C G
Organizam 2	A T C T
Organizam 3	A T G T

TABELA 3-6. Poređenje DNK sekvenci.

Svi DNK molekuli se sastoje od linearnih sekvenci četiri subjedini- ce, skraćeno označenih sa A, T, C i G. U kratkoj sekvenci prikazanoj ovde, organizam 2 se razlikuje od organizma 1 u jednoj poziciji, dok se organizam 3 razlikuje od njega u dve pozicije. Kada bi ovo bila jedina sekvenca koja se poredi, za organizme 1 i 2 bi bilo smatrano da imaju skorijeg zajedničkog pretka (to jest, da su srodniji) nego organizmi 1 i 3.

Pretpostavljajući da su razlike sekvenci među glavnim životinjskim kolima nastale usled mutacija i da se mutacije akumuliraju istom stopom u različitim organizmima kroz duge periode vremena, biolozi koriste različite sekvenci kao "molekularni sat" da odrede pre koliko vremena su kola delila zajedničkog pretka.

Ispostavlja se da datumi dobijeni ovom metodom pokrivaju širok opseg. Brus Ranegar (Bruce Runnegar) počeo je licitiranje 1982. godine sa procenom od 900-1000 miliona godina za početno razdvajanje životinjskih kola. Godine 1996., Rasel Dulitl (Russell Doolittle) i njegovi saradnici predložili su vreme od 670 miliona godina, dok su Gregori Vrej (Gregory Wray) i njegovi saradnici predložili 1200 miliona godina. Godine 1997., Ričard Forti (Richard Fortey) i njegovi saradnici potvrdili su starije vreme, a 1998. godine Francisko Ajala (Francisco Ayala) i njegovi saradnici potvrdili su mlade. Ali, ova dva vremena predstavljaju opseg od 530 miliona godina, ili isto toliko vremena koliko je navodno proteklo od kambrijumske eksplozije do danas. Ovaj "opseg procena razdvajanja", prema mišljenju američkog genetičara Keneta Halaniča (Kenneth Halanych), svedoči "protiv mogućnosti da se datiraju tako davni događaji" koristeći molekularne metode.

Očigledno, 670 miliona godina bliže odgovara evolucionom tumačenju fosilnog zapisa nego 1200 miliona. Za neke naučnike, izbor između ova dva se svodi na izbor između molekularnih i paleontoloških činjenica. Godine 1998., molekularni evolucionisti Lindel Bromam (Lindell Bromham), Endrju Rambault (Andrew Rambault), Ričard Forti, Alan Kuper (Alan Cooper) i Dejvid Peni (David Penny) oslonili su se na molekularne podatke "da samopouzdanom odbace hipotezu kambrijumske eksplozije, koja se oslanja na bukvalnu interpretaciju fosilnog zapisa". Međutim, 1999. godine, paleontolozi Džejms Valentin, Dejvid Jablonski (David Jablonski) i Daglas Ervin pisali su da je "preciznost molekularnih satova još uvek problematična, bar za razdvajanje kola", pošto procene variraju stotinama miliona godina "zavisno od tehnika ili molekula koji su korišćeni". Valentin i njegovi saradnici smatraju fosilni zapis za prvenstveni dokaz i tvrde da molekularni podaci "ne prigušuju (kambrijumsku) eksploziju, koja nastavlja da stoji kao velika osobenost" u životinjskoj evoluciji.

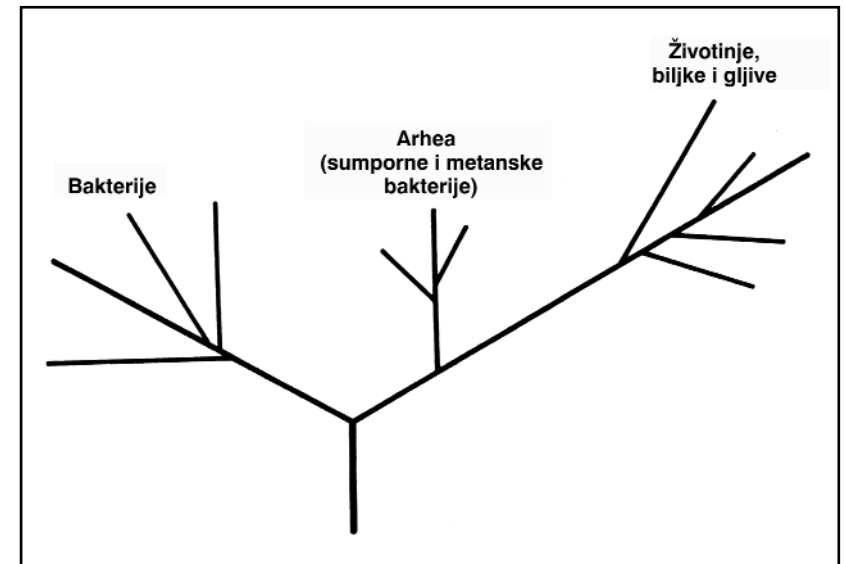
Prema tome, kambrijumska eksplozija ostaje paradoks. Fosilne činjenice pokazuju da su se glavna životinjska kola i klase pojavili odmah na početku, što protivreči glavnom stubu Darwinove teorije. Molekularna filogenija nije rešila paradoks, zato što datumi dobijeni na osnovu nje variraju u toliko velikom opsegu.

Sada izgleda da je neuspeh molekularne filogenije da reši ovaj paradoks deo većeg problema. Od ranih 1970-tih, evolucionari biolozi su se nadali da će poređenja sekvenci savladati poteškoće koje nastaju iz

tradicionalnijeg pristupa i da će im omogućiti da konstruišu "univerzalno drvo života" zasnovano samo na molekulima. Međutim, novija otkrića su razbila tu nadu.

Rastući problem u molekularnoj filogeniji

Savremene verzije Darwinovog drveta života se zovu "filogenetska stabla". Kod tipičnog filogenetskog drveta, "koren" je zajednički predak svih drugih organizama u drvetu. Niže grane predstavljaju linije koje su se razdvojile relativno rano, dok su se gornje grane razdvojile kasnije. Vrhovi grana su postojeće vrste. Gde god se dve grane razdvajaju, mesto račvanja predstavlja hipotetičkog zajedničkog pretka za te dve linije. Mnoga filogenetska stabla se crtaju tako da su dužine grana proporcionalne razlikama sekvenci, za koje se obično pretpostavlja da nagoveštavaju koliko je vremena prošlo od razdvajanja linija (slika 3-7).



SLIKA 3-7. Molekularno filogenetsko drvo iz 1990. godine.

Drvo zasnovano na rRNK genima, pokazuje pretpostavljene evolucione odnose između carstava živih bića. Koren predstavlja univerzalnog zajedničkog pretka; niže grane predstavljaju linije za koje se pretpostavlja da su se razdvojile pre gornjih grana; a mesta račvanja predstavljaju neposrednog zajedničkog pretka linija koje su se razdvojile od njega.

Važno je da se zapamti da jedini realni podaci u filogenetskom drvetu (uz retke izuzetke) dolaze od živih organizama, koji su vrhovi grana. Sve ostalo o filogenetskom drvetu je hipotetično. Raspored vrhova, grane i mesta račvanja, i sam koren, svi su zasnovani na metodološkim pretpostavkama i poređenjima sekvenci.

Idealno, filogenetska stabla bi trebala da budu otprilike ista bez obzira koji su molekuli uzeti za poređenje. Zaista, postojalo je opšte očekivanje među evolucionim biologima da što više molekula uključe u filogenetske analize, da će verovatno njihovi rezultati biti pouzdaniji.

Ali, očekivanje da će više podataka pomoći u ovom slučaju "počelo je da se mrviti pre jedne decenije", napisali su molekularni biolozi sa Univerziteta Kalifornija, Džejms Lejk (James Lake), Ravi Džein (Ravi Jain) i Maria Rivera (Maria Rivera) 1999. godine, "kada su naučnici počeli da analiziraju raznovrsne grupe gena iz različitih organizama i otkrili da njihovi međusobni odnosi protivreče evolucionom drvetu života izvedenom samo na osnovu analize rRNK". Francuski biolozi Herv Filipe (Herve Philippe) i Patrik Fortir (Patrick Forterre) kažu: "Sa sve više i više dostupnih sekvenci, ispostavlja se da većina proteinskih filogenija protivreči jedna drugoj kao i rRNK drvetu."

Drugim rečima, različiti molekuli dovode do vrlo različitih filogenetskih stabala. Biolog Karl Vis (Carl Woese) sa Univerziteta Illinois, koji je jedan od prvih pionira u konstruisanju filogenetskih stabala zasnovanih na rRNK, kaže: "Nijedna dosledna filogenija organizama nije proizašla iz mnogih do sada dobijenih pojedinačnih proteinskih filogenija. Filogenetska neslaganja mogu se videti svuda u univerzalnom drvetu, od njegovog korena do glavnih grana, u okviru i između različitih (grupa), pa sve do sastavljanja samih osnovnih grupa."

Vis se bavio uglavnom neslaganjima na nivou velikih carstava živih bića, ali (kao što je nagovestio) problem obuhvata čak i manje grane, uključujući filogenije životinja. "Klasifikacija filogenetskih odnosa većih životinjskih kola bila je nerešiv problem", pisao je biolog Majkl Linč (Michael Lynch) 1999. godine, "sa analizama zasnovanim na različitim genima ili čak različitim analizama zasnovanim na istim genima koje su davale raznovrsna filogenetska stabla". Čak kada različiti molekuli mogu da se kombinuju da daju jedinstveno drvo, rezultat je često bizaran: istraživanje iz 1996. godine koje je koristilo 88 proteinskih sekvenci grupisalo je zečeve sa primatima umesto sa glodarima; analiza 13 gena u 19 životinjskih vrsta iz 1998. godine svrstala je morske ječeve među hordate; a drugo istraživanje iz 1998. godine zasnovano na 12 proteina postavlja krave bliže kitovima nego konjima.

Nedoslednosti među stablima zasnovanim na različitim molekulima i bizarna stabla koja proizilaze iz nekih molekularnih analiza danas su doveli molekularnu filogeniju u krizu.

Čupanje iz korena drveta života

Neki molekularni biolozi veruju da je problem metodološki. Prema Fortiru i Filipeu, neke sekvence evoluiraju previše brzo da bi sačuvala "filogenetski značaj" tokom dugih perioda vremena. Oni tvrde da, ograničavajući se na sekvence za koje veruju da su evoluirale polako, mogu da dobiju dosledno univerzalno drvo. Problem je da njihove analize ukazuju na ćeliju sa jedrom kao univerzalnog zajedničkog pretka. Pošto su bakterije (koje nemaju jedro) jednostavnije od ćelija sa jedrima, Darwinisti su tradicionalno verovali da su se ove druge razvile od prvih. Drugim rečima, sa gledišta Darwinove evolucije filogenetsko stablo predloženo od strane Fortira i Filipea ukorenjeno je na pogrešnom mestu.

Drugi biolozi misle da problem nije samo metodološki. Na primer, Vis tvrdi da su nesaglasnosti "dovoljno česte i statistički pouzdane da ne mogu da budu ni zanemarene ni odbačene kao beznačajne na metodološkim osnovama". Prema Visu, "vreme je da preispitamo temeljne pretpostavke".

Vis preporučuje napuštanje ideje da je univerzalni zajednički predak živi organizam. "Univerzalni predak nije biće, nije stvar", pisao je Vis 1998. godine, "to je proces". Kako Vis pretpostavlja, proces nije uključivao organizme "u bilo kom konvencionalnom smislu", već razmenu genetičkog materijala u složenoj primordijalnoj supi. On zaključuje:

"Univerzalno filogenetsko drvo, prema tome, nije drvo organizama u svojoj osnovi." Ali, ako univerzalni predak nije bio organizam, da li onda ima smisla zvati ga "pretkom"? Ako je primordijalna supa naš predak, onda je to isto tako i periodni sistem elemenata ili planeta Zemlja. Kada je jednom ideja organizma odbačena, reč "predak" gubi svoj biološki smisao.

Drugo rešenje problema predložio je biolog sa Delhous Univerziteta, W. Ford Dulitl. Možda molekularni filogenetičari "nisu uspeali da nađu 'pravo drvo'," napisao je Dulitl 1999. godine, "ne zato što njihove metode nisu bile odgovarajuće ili zato što su izabrali pogrešne gene, već zato što istorija života ne može tačno da se predstavi kao drvo". Po Dulitlu, neslaganja u molekularnim filogenijama u velikom stepenu su usled "lateralnog genskog transfera". Mikrobiolozi znaju da bakterije mogu da izmenjuju gene, i Dulitl predlaže da razmena gena između bakterija i primitivnih ćelija sa jedrima može da bude uzrok mnogih neslaganja koje danas vidimo u molekularnim filogenijama. Ali onda rana istorija života ne bi ličila na razgranato drvo, već na zapleteni žbun (slika 3-8).

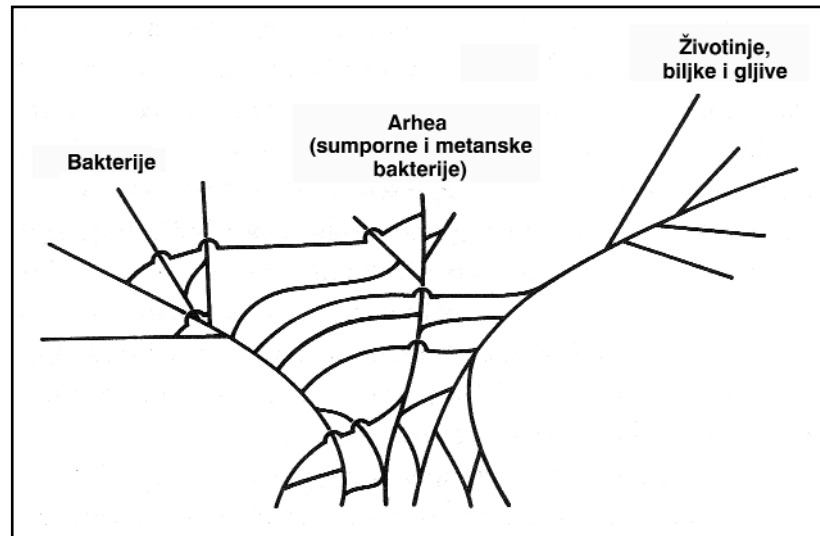
Dulitl kaže: "Možda bi bilo lakše, a na duge staze produktivnije, da napustimo pokušaj da se forsiraju podaci kojima su Zakerkandl i Pauling stimulisali biologe da se skupljaju oko ideje koju je ponudio Darwin." U

članku iz časopisa *Scientific American*, iz februara 2000. godine pod naslovom "Čupanje iz korena Drveta života" (*Uprooting the Tree of Life*), Dulitl je zaključio: "Sada se traže nove hipoteze čije konačne oblike još uvek ne možemo da procenimo."

Prema tome, obrazac evolucije u obliku razgranatog drveta nije u saglasnosti sa većinom odlika fosilnih i molekularnih činjenica. Kambrijumska eksplozija prikazuje da su se najviše kategorije pojavile prve, okrećući Darwinovo drvo života naopačke. Molekularne činjenice, daleko od toga da ga spasavaju, u potpunosti ga vade iz korena. Pa ipak, drvo života i dalje dominira ikonografijom evolucije zato što su ga Darwinisti proglasili za činjenicu.

Stvarnost evolucije

Tokom mnogo godina kalifornijska Akademija nauka u San Francisku ponosno je predstavljala muzejsku izložbu o evoluciji. Dok roditelji, nastavnici i đaci tumaraju između izloženih predmeta, njihovu pažnju povremeno privlače uveličavajuća stakla postavljena iznad



SLIKA 3-8. Molekularni žbun života (od 2000. godine).

Ovaj dijagram pokušava da uzme u obzir i odsustvo samo jednog univerzalnog pretka i neke od lateralnih genskih transfera za koje se pretpostavlja da su se odigrali tokom istorije života. Rezultujući obrazac manje liči na drvo nego na zapleteni žbun.

sićušnih fosila u izložbenim kutijama. Posetiocima koji dolaze do kraja izložbe predstavlja se "Zid čvrstih činjenica", koji prikazuje filogenetsko drvo većih životinjskih kola. Raznovrsna mesta račvanja na drvetu - koja ukazuju na pretpostavljene zajedničke pretke - ukrašena su uveličavajućim staklima - istim kao i na drugim mestima izložbe. Ali dok umorni posetioci prolaze pored Zida čvrstih činjenica, na njihovom putu ka izlazu, većina od njih ne uočava činjenicu da ova uveličavajuća stakla nemaju ništa ispod sebe. Tu nema "čvrstih činjenica" da se vide.

Možda su se čvrste činjenice činile suviše tvorcima izložbe, zato što su ljudi dovedeni u stanje da misle da je Darwinovo drvo života *samo po sebi* činjenica. Prema onoj istoj preporuci Nacionalne akademije nauka, spomenutoj u prethodnim poglavljima, kaže se: "Naučnici najčešće koriste reč 'činjenica' da opišu opažanje. Ali naučnici mogu takođe da koriste izraz činjenica da znači nešto što je bilo testirano ili opažano toliko mnogo puta da više nema razloga nastavljati testiranja ili traženje za primerima. Dešavanje evolucije je u tom smislu činjenica. Naučnici više ne sumnjaju da li se poreklo sa promenama desilo, zato što su činjenice koje podržavaju tu ideju toliko jake."

Ova knjižica sa preporukom ne govori o poreklu sa promenama u okviru vrste, zato što to ni onako niko nije dovodio u pitanje. Ona tvrdi da je poreklo sa promenama svih organizama od zajedničkih predaka činjenica, i nabroja "nekoliko nizova činjenica koje (to) dokazuju van svake sumnje". Ovi nizovi činjenica uključuju fosilni zapis, zajedničke anatomske strukture, geografsku raspodelu vrsta, sličnosti za vreme razvika embriona i DNK sekvenci.

Autori preporuke iz 1999. godine, takođe objavljene od strane Nacionalne akademije, razrađuju detaljnije prvi od njih: "Fosilni zapis tako obezbeđuje čvrst dokaz sistematskih promena tokom vremena - porekla sa promenama." Pa ipak, uopšte ne spominju kambrijumsku eksploziju ili paradoks koji ona predstavlja Darwinovoj evoluciji, iako je oboje dobro poznato više od decenije. Kambrijumska eksplozija je čak dospela na naslovnu stranu časopisa *Time* 1995. godine.

Uzimajući u obzir molekularnu filogeniju, preporuka iz 1999. godine nastavlja: "Kako se sposobnost da se sekvencira... DNK poboljšala, takođe je postalo moguće korišćenje gena za rekonstruisanje evolucione istorije organizama." Ova knjižica sa preporukom zaključuje: "Dokazi za evoluciju iz molekularne biologije su obilni i brzo se uvećavaju." Međutim, ono što ova preporuka ne spominje, jeste da ovi rastući dokazi *čupaju iz korena* standardnu evolucionu istoriju života.

Neko bi mogao da dođe u iskušenje da oprost autorima ove knjižice sa preporukom na neobaziranju na članke iz molekularne filogenije objavljene tokom poslednje tri godine, na osnovu toga da se ne može očekivati od njih da prate sva istraživanja. Ali, oni se takođe nisu obazi-

rali ni na fosilne činjenice iz kambrijumske eksplozije, i (kao što smo videli u prethodnom poglavlju) činjenice da Miler-Urijev eksperiment nije uspeo da simulira uslove sa primitivne Zemlje. Ovi pisci bi trebalo da predstavljaju prvu nacionalnu naučnu organizaciju, pa ipak se čak i od običnih naučnika očekuje da prate istraživanja u svojoj oblasti - naročito ako nameravaju da pišu autoritativne knjige o njoj.

Pošto preporuke objavljene od strane Nacionalne akademije nauka ignorišu fosilne i molekularne činjenice i nazivaju evoluciju "činjenicom", možda nije iznenađujuće videti da i biološki udžbenici rade isto. "Poreklo sa promenama od zajedničkih predaka je naučna *činjenica*, to jest, hipoteza toliko dobro podržana dokazima da je uzimamo za istinitu", prema fakultetskom udžbeniku Dagleasa Futujame iz 1998. godine, "Evoluciona Biologija". "Teorija evolucije, u drugu ruku, je složena grupa tvrdnji, dobro podržanih, ali još uvek nekompletnih, o uzrocima evolucije" (naglašeno u originalu). Iako Futujamina knjiga kasnije izlaže kambrijumsku eksploziju, njen naglasak je na uzgrednom objašnjavanju umesto otvorenog bavljenja sa njenim izazovom Darwinovoj teoriji.

Razdvajanje između činjenice i teorije - i izolovanje univerzalnog zajedničkog porekla od kritike, stavljajući ga na "činjeničnu" stranu linije razdvajanja - takođe je tipično i u drugim biološkim udžbenicima. Na primer, izdanje knjige "Biologija" (*Biology*) iz 1999. godine, od Nila Kembela (Neil Campbell), Džejn Ris (Jane Reece) i Lorensa Mičela (Lawrence Mitchell) - verovatno najšire korišćen uvodni fakultetski biološki udžbenik u Sjedinjenim Državama - objašnjava da "Darvinizam ima dvojno značenje". Prvo je istorijska činjenica da su "svi organizmi srodni kroz poreklo od nekog nepoznatog prototipa koji je živio u dalekoj prošlosti", tako da "istorija života liči na drvo". Drugo je "Darvinova teorija prirodnog odabiranja - mehanizam koji je Darwin predložio da objasni istorijske činjenice" uključene u prvo značenje.

Svako bi čitajući ove knjige, bez boljeg poznavanja stvari, stekao utisak da su dokazi za Darwinovo drvo života obilni i da nijedan naučnik ne bi ni pomislio da sumnja u univerzalno zajedničko poreklo. Ipak, Hari Vittington (Harry Whittington), čuveni paleontolog čiji rad je prvi otkrio veličinu kambrijumske eksplozije u Bardžis glini, nije oklevao da ga dovede u pitanje. Vittington je napisao 1985. godine: "Gledam skeptično na dijagrame koji prikazuju razgranatu raznovrsnost životinjskog života kroz vreme, i spuštaju se do osnove na samo jednu vrstu životinje... Životinje su mogle da nastanu više nego jedanput, na različitim mestima i u različita vremena."

A Vittington čak nije ni znao za skorašnje činjenice iz molekularne filogenije. Biolog Malkolm Gordon, koji zna o njima, napisao je 1999. godine da "izgleda da je život imao više porekla. Izgleda da osnova univerzalnog drveta života nije bio jedinstveni koren". Gordon je zaključio:

"Tradicionalna verzija teorije o zajedničkom poreklu se izgleda ne odnosi na carstva... (ili) kola, a verovatno ni na mnoge klase u okviru kola."

Očigledno, kvalifikovani biolozi mogu, a i dovode u pitanje Darwinovo drvo života. Međutim, neki uticajni pisci nastavljaju da insistiraju da je evolucija - u smislu porekla sa promenama od zajedničkih predaka - "činjenica". Ali, osim ako ne ukazuju samo na ono što se dešava u okviru vrsta, to je otprilike onoliko daleko od istine koliko se god može ići. Na nivou carstava, kola i klasa, poreklo sa promenama od zajedničkih predaka očigledno *nije* uočena činjenica. Procenjivano na osnovu fosilnih i molekularnih činjenica, nije čak ni dobro potkrepljena teorija.

Pa zašto onda drvo života nastavlja da bude tako popularna ikona evolucije? Najbolji način za studente biologije da to saznaju jeste da pitaju one koji nastavljaju da je koriste. Ali, njihovo pitanje bi moglo da ne bude toplo dočekano, bar ne u Sjedinjenim Državama. Godine 1999., kineski paleontolog koji je priznati ekspert za kambrijumske fosile, posećio je Sjedinjene Države da održi predavanja na nekoliko univerziteta. Prisustvovao sam jednom predavanju na kojem je istakao da "od vrha na dole" obrazac kambrijumske eksplozije protivreči Darwinovoj teoriji evolucije. Posle toga, naučnici u publici su mu postavljali mnogo pitanja o specifičnim fosilima, ali su u potpunosti izbegli raspravu o Darwinovoj evoluciji. Kada me je kasnije naš kineski gost pitao zbog čega, rekao sam mu da su možda samo bili ljubazni prema svom gostu, zato što je kritikovanje Darvinizma nepopularno među američkim naučnicima. Na to se on nasmejao i rekao:

"U Kini mi možemo da kritikujemo Darvina, ali ne i vladu; u Americi, vi možete da kritikujete vladu, ali ne i Darvina."

Homologija udova kičmenjaka

Biolozi su još od Aristotela primetili da vrlo različiti organizmi mogu da dele znatne sličnosti. Jedna vrsta sličnosti je funkcionalna: Leptiri imaju krila za letenje, a takođe i slepi miševi, ali su ove dve životinje građene vrlo različito. Druga vrsta sličnosti je strukturna: Raspored kostiju u krilu slepog miša je sličan onom u peraju morskog praseta, iako krilo služi za letenje, a peraje se koristi za plivanje.

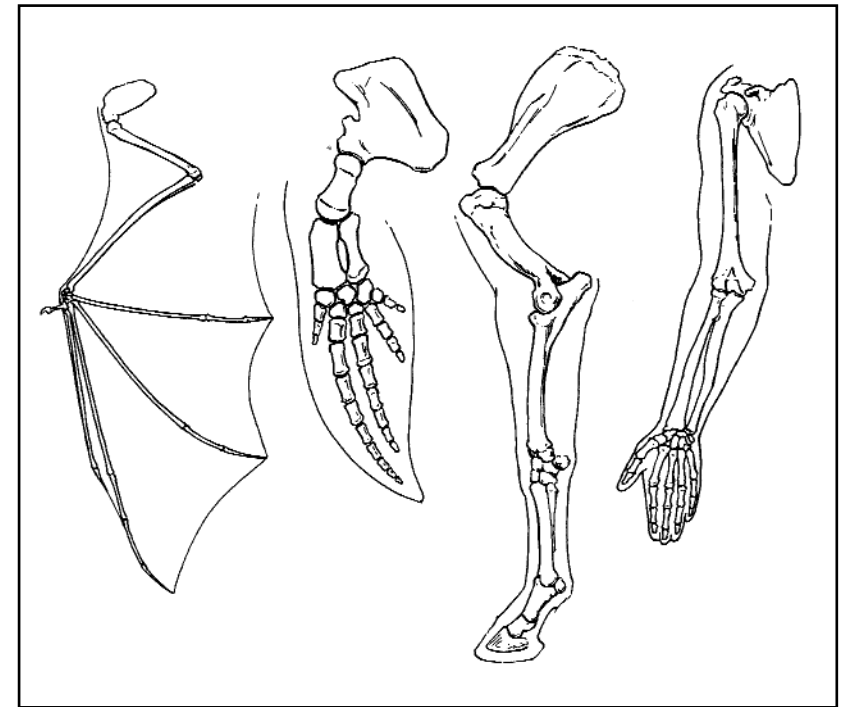
Britanski anatom Ričard Oven (Richard Owen) je 1840. godine nazvao ovu prvu vrstu sličnosti "analogija", a drugu vrstu "homologija". U to vreme, razlika je služila prvenstveno kao pomoćno sredstvo u biološkoj klasifikaciji: Analogija pretpostavlja nezavisne adaptacije na spoljašnje uslove, dok homologija pretpostavlja dublje strukturne srodnosti. Ovo drugo je smatrano kao pouzdaniji vodič za grupisanje organizama zajedno u familije, redove, klase i kola.

Klasični primeri homologih struktura su prednji udovi kičmenjaka (životinje sa kičmom). Iako slepi miš ima krila za letenje, morsko prase ima peraja za plivanje, konj ima noge za trčanje, a čovek ima ruke za hvatanje, raspored kostiju u njihovim prednjim udovima je sličan (slika 4-1). Takve skeletne sličnosti, zajedno sa drugim unutrašnjim srodnostima kao što je toplokrvnost i produkcija mleka, opravdavaju klasifikovanje svih ovih organizama kao sisara, uprkos njihovih spoljašnjih razlika.

Kao i drugi biolozi pre Darvina, Oven je smatrao da su homologe karakteristike izvedene iz zajedničkog "arhetipa". Ipak, "arhetip" može da bude shvaćen na različite načine: neotelotvorena platonistička ideja, plan u umu kreatora, aristotelovska forma koja je svojstvena strukturi prirode, ili prototipski organizam, između ostalog. Obojica, i Oven i Darwin, gledali su na arhetip kao prototipski organizam, ali Oven nije bio evolucionista. Dok je Oven gledao na organizme kao konstruisane po zajedničkom planu, Darwin je gledao na njih kao potekle od zajedničkog pretka.

U knjizi "Postanak vrsta" Darwin je obrazlagao da je najbolje objašnjenje za homologiju - potomak sa modifikacijom. "Ako pretpostavimo da je rani predak - arhetip, kako se može nazvati - svih sisara, ptica i gmizavaca imao svoje udove građene po postojećem obrascu", onda "sličan sklop kostiju u ruci čoveka, krilu slepog miša, peraju morskog praseta i nozi konja... odjednom objašnjavaju sami sebe po teoriji o lozi sa sporim i malim promenama". Darwin je gledao na homologiju kao na važan dokaz za evoluciju, ubrajajući je među činjenice koje "objavljaju tako jasno da su bezbrojne vrste, rodovi i familije, sa kojima je ovaj svet naseljen, sve potekle, svaka u okviru sopstvene klase ili grupe, od zajedničkih roditelja".

Veza između homologije i zajedničkog porekla bila je toliko centralna za Darwinovu teoriju da su njegovi sledbenici u stvari *redefinisali* homologiju da znači karakteristike nasledene od zajedničkog pretka.



SLIKA 4-1. Homologija udova kičmenjaka.

Prednji udovi (a) slepog miša, (b) morskog praseta, (c) konja i (d) čoveka, prikazuju kosti za koje se smatra da su homologe.

Čak i pošto je homologija redefinisana, Darwinov opis je ipak ostao nepotpun bez mehanizma koji bi objasnio zašto su homologe karakteristike bile toliko slične kod tako različitih organizama. Kada se neo-darvinizam pojavio 1930-tih i 1940-tih, činilo se da postoji rešenje za ovaj problem: Homologe karakteristike su pripisane sličnim genima nasleđenim od zajedničkog pretka.

Moderni darvinisti nastavljaju da koriste homologiju kao dokaz za njihovu teoriju. U stvari, pored Darwinovog drveta života, homologija udova kičmenjaka je verovatno najčešća ikona evolucije u udžbenicima biologije. Ali, ikona krije dva ozbiljna problema: Prvo, ako je homologija *definisana* kao sličnost prouzrokovana zajedničkim poreklom, onda je to kružno rezonovanje koristiti je kao dokaz za zajedničko poreklo. Drugo, biolozi znaju već decenijama da homologe karakteristike nisu prouzrokovane sličnim genima, tako da mehanizam koji ih proizvodi ostaje nepoznat.

Redefinisanje homologije

Za Darvina, homologije su bile slične strukture objašnjenje zajedničkim poreklom. Ali neke slične strukture *nisu* stečene kroz zajedničko poreklo. Na primer, struktura oka oktopoda je izuzetno slična strukturi čovečjeg oka, pa ipak, biolozi ne misle da je zajednički predak oktopoda i ljudi posedovao takvo oko. Da bi osigurali da samo strukture nasleđene od zajedničkog pretka budu nazvane homologim, Darwinovi sledbenici su redefinisali homologiju da znači sličnost prouzrokovanu zajedničkim poreklom.

Tako je pre Darvina (i za samog Darvina) definicija homologije bila sličnost strukture i pozicije (kao u rasporedu kostiju udova kičmenjaka). Ali sličnost strukture i pozicije nije objašnjavalo poreklo homologije, tako da je objašnjenje trebalo da bude obezbeđeno. Za biologe pre Darvina, objašnjenje je bilo izvođenje iz originalnog obrasca ili arhetipa. Darwin je identifikovao "izvođenje" sa biološkom evolucijom i "arhetip" sa zajedničkim pretkom.

Ali, za neo-darviniste dvadesetog veka zajedničko poreklo je *definicija* homologije, a isto tako i njeno *objašnjenje*. Ernest Majer (Ernst Mayr), koji je jedan od prvih arhitekata neo-darvinizma, kaže: "Posle 1859. godine bila je samo jedna definicija homologije koja biološki ima smisla... Karakteristike dva organizma su homologe kada su izvedene od ekvivalentne karakteristike zajedničkog pretka."

Drugim rečima, sa Čarlsom Darwinom evolucija je bila teorija, a homologija je bila dokaz za nju. Sa Darwinovim sledbenicima, evolucija se uzima kao nezavisno uspostavljena, a homologija je njen rezultat.

Problem je da sada homologija ne može da bude korišćena kao dokaz za evoluciju, osim kao kružno rezonovanje.

Homologija i kružno rezonovanje

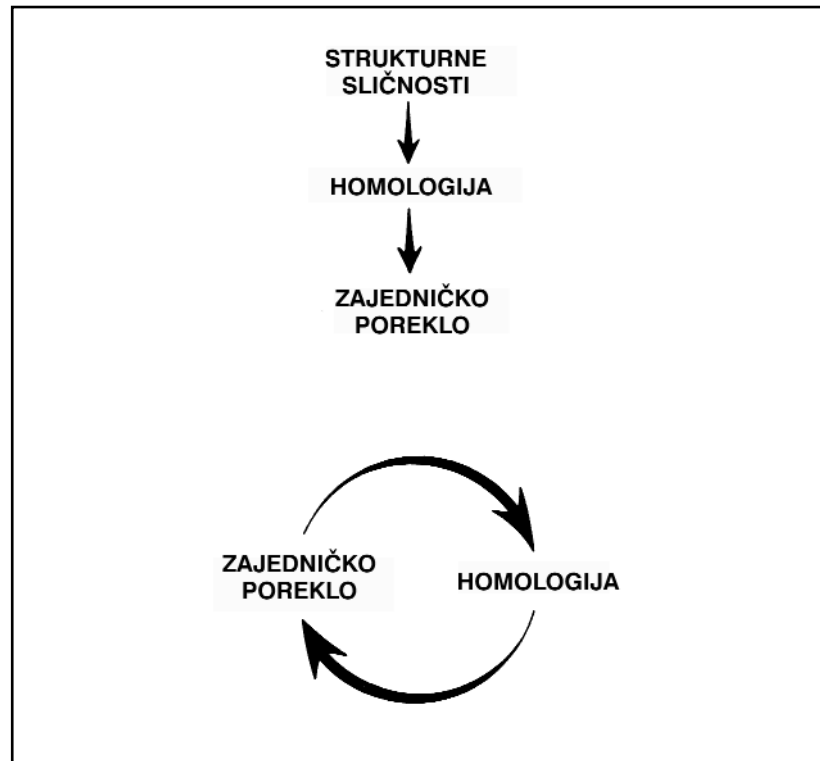
Razmotrimo primer rasporeda kostiju u prednjim udovima (slika 4-1) na koji je Darwin gledao kao na dokaz za zajedničko poreklo. Neo-darvinista koji želi da odredi da li su prednji udovi kičmenjaka homologi, mora prvo da odredi da li su oni izvedeni od zajedničkog pretka. Drugim rečima, mora da bude dokaza za zajedničko poreklo pre nego što se udovi mogu nazvati homologim. Ali, da se onda krene unazad i da se dokazuje da homologi udovi ukazuju na zajedničko poreklo, to je pogrešan kružni proces - zajedničko poreklo dokazuje homologiju koja dokazuje zajedničko poreklo (slika 4-2).

Ovo kružno rezonovanje je bilo primećeno i kritikovano od strane mnogih biologa i filozofa. Godine 1945., Dž. H. Vudžer (J. H. Woodger) je napisao da nova definicija "stavja kola ispred konja". Alan Bojden (Alan Boyden) je 1947. godine istakao da neo-darvinistička homologija iziskuje "da mi prvo *znamo* poreklo i da onda odlučimo da su odgovarajući organi ili delovi" homologi. "*Kao kada bismo mogli da znamo poreklo, a da nas na to ne navode glavne sličnosti!*" (naglašeno u originalu). Kada je neo-darvinistički paleontolog Džordž Gejlord Simpson (George Gaylord Simpson) pokušao da iskoristi homologiju - kao zajedničko poreklo - da zaključuje o evolucionim odnosima, biolozi Robert Sokal (Robert Sokal) i Piter Snit (Peter Sneath) su ga kritikovali zbog "kružnog rezonovanja" koje postoji u njegovoj proceduri.

Filozofi neo-darvinisti ustali su u odbranu. Godine 1966., Majkl Giselin (Michael Ghiselin) istakao je da neo-darvinistička definicija nije kružna zato što homologija nije definisana sama sobom. Ali ovo nije rešilo problem, jer iako definicija nije kružna, rezonovanje zasnovano na njoj jeste. Sledeće godine, Dejvid Hal (David Hull) je dokazivao da rezonovanje nije kružno, već je samo primer naučnog "metoda uzastopne aproksimacije" (ili što je nemački biolog Vili Henig (Willi Hennig) nazvao "metod uzajamnog objašnjenja"). Po Halu, evolucionari biolozi počinju pretpostavljajući konkretnu hipotezu o poreklu, a onda koriste sličnosti da usvrše hipotezu. Ali metod - koga su kritičari u to vreme podsmešljivo nazivali "opipavanje" - radi, ako uopšte radi, samo ako se pretpostavi istina o zajedničkom poreklu. Ako je pitanje, da li je Darwinova teorija uopšte tačna, onda je Halov metod uzastopne aproksimacije još jedan kružni argument.

Rasprava otada besni. Neo-darvinisti brane svoje gledište o homologiji kao zajedničkom poreklu, dok kritičari zameraju da to meša

definiciju sa objašnjenjem i da vodi ka kružnom rezonovanju. Filozof Ronald Bredi (Ronald Brady) je napisao 1985. godine: "Postavljajući naše objašnjenje u definiciju okolnosti koja treba da se objasni, mi ne izražavamo naučnu hipotezu već verovanje. Mi smo toliko ubeđeni da je naše objašnjenje istinito da više ne vidimo potrebu da ga razlikujemo od situacije koju smo pokušavali da objasnimo. Dogmatska stremljenja ovakve vrste moraju konačno da napuste oblast nauke."



SLIKA 4-2. Homologija i kružno rezonovanje.

(Vrh) Darwin je, kao i njegovi prethodnici, zaključivao o homologiji zbog strukturne sličnosti, a onda zaključivao o zajedničkom poreklu zbog homologije; (dole) u kružnom rezonovanju koje koriste neki neo-darvinisti, o homologiji se zaključuje zbog zajedničkog porekla, a onda se okrene naopačke i koristi se kao dokaz za zajedničko poreklo.

Presecanje kruga

Izgleda da postoje samo tri načina da se izbegne kružno rezonovanje prouzrokovano definisanjem i objašnjavanjem homologije zajedničkim poreklom. Jedan način je da se prihvati neo-darvinistička definicija, ali da se odustane od pokušaja da se iz nje zaključi zajedničko poreklo - drugim rečima, da se prizna da homologija više ne obezbeđuje dokaz za evoluciju. "Zajedničko poreklo je sve što je potrebno za homologiju", napisao je biolog Dejvid Vejk (David Wake) 1999. godine; tako da je "homologija predviđena i očekivana posledica evolucije. Homologija nije dokaz za evoluciju."

Drugi način jeste da se zadrži pre-darvinistička definicija homologije kao strukturne sličnosti, ali da se prihvati da to ponovo otvara pitanje da li je poreklo sa promenom najbolje objašnjenje za nju. Moderne zastupnike ovog gledišta je teško naći, jer je među biologima u Sjedinjenim Državama krajnje nepopularno (i profesionalno rizično) dovoditi u pitanje da li je Darwinova evolucija najbolje objašnjenje.

Treći (i trenutno najpopularniji) način bavljenja ovim problemom jeste definisati homologiju u terminima zajedničkog porekla, a onda tražiti dokaze za poreklo sa promenom koji su nezavisni od homologije. Takvi dokazi mogu da dođu iz rasporeda (upoređenja DNK sekvenci ili iz fosilnog zapisa) ili iz procesa (puteva razvića i genetike razvića). Prva dva počinju pretpostavljajući zajedničko poreklo, a onda pokušavaju da izvedu zaključak o najverovatnijem rasporedu odnosa predak-potomak. Druga dva pokušavaju da identifikuju proces koji bi objasnio sličnost usled zajedničkog porekla.

Dokazi na osnovu DNK sekvenci

Kao što smo videli u prethodnom poglavlju, molekularne filogenije su konstruisane poređenjem DNK sekvenci (ili njihovih proteinskih produkata) u različitim organizmima. Pošto se DNK sekvence kopiraju direktno od drugih DNK sekvenci kroz proces replikacije, molekularni filogenetičari pretpostavljaju da sličnosti sekvenci verovatnije ukazuju na odnose predak-potomak nego na morfološke sličnosti koje nastaju kroz kompleksne serije događaja u embrionu pre nego da se nasleđuju direktno od roditelja.

Na žalost, poređenja molekularnih sekvenci suočavaju se sa isto tako mnogo problema kao i morfološka poređenja. Prvo, u molekularnoj filogeniji značenje "homologije" nije ništa manje problematično. Kao što je molekularni biolog Dejvid Hilis (David Hillis) napisao 1994. godine: "Reč homologija se sada koristi da opiše sve - od obične sličnosti (ma

kakav da joj je uzrok) do zajedničkog porekla (bez obzira koliko su strukture različite)." Tako su "molekularni biolozi možda uspjeli više da pobrkaju značenje izraza homologija nego što je to uradila bilo koja druga grupa naučnika".

Drugo, identifikovanje homologih sekvenci je isto tako teško kao i identifikovanje homologih organa. Hilis kaže: "Neki pobornici molekularnih tehnika su tvrdili da molekularna biologija 'rešava problem homologije'... (ali) poteškoće pripisivanja homologije molekulima odgovaraju mnogim poteškoćama pripisivanja homologije morfološkim strukturama."

Konačno, molekularna homologija proizvodi bar isto toliko protivrečnih rezultata kao i tradicionalniji pristup. "Saglasnost između molekularnih filogenija", napisali su britanski biolozi Kolin Peterson (Colin Patterson), Dejvid Viliams (David Williams) i Kristofer Hamfris (Christopher Humphries) 1993. godine, "nepouzdana je kao što je i u morfologiji". Ali kada se molekularne filogenije sukobe, jedini način za izbor između njih jeste imati nezavisno znanje o zajedničkom poreklu, a to vodi tačno nazad u isto ono kružno rezonovanje koje su molekularna poređenja trebala da izbegnu.

Fosilni zapis

Šta je sa fosilnim zapisom? Neki biolozi su obrazlagali da bi najbolji način da se odrede evolucionari odnosi bio da se prate sličnosti kod dva ili više organizama unazad kroz neprekinut niz fosilnih organizama do njihovog zajedničkog pretka. Na žalost, poređenje fosila nije ništa pouzdanije nego poređenje živih primeraka. Kao što su Sokal (Sokal) i Snit (Sneath) naglasili 1963. godine: "Čak i kada je fosilni dokaz dostupan, i ovaj sam dokaz mora prvo da bude protumačen" poredeći slične karakteristike. Bilo koji pokušaj da se izvode zaključci o evolucionim odnosima među fosilima zasnovan na homologiji kao zajedničkom poreklu "ubrzo vodi u zbrku kružnih argumenata iz koje nema izlaza".

U stvari, zaključivanje o evolucionim odnosima na osnovu fosilnog zapisa teže je nego zaključivanje o njima na osnovu živih primeraka, zato što je zapis fragmentaran i zato što fosili nemaju očuvane sve značajne karakteristike. Kao što je biolog Brus Jang (Bruce Young) napisao 1993. godine: "Pa ipak, fosili su od manje vrednosti u uspostavljanju homologija pošto oni normalno sadrže daleko manje karakteristika" nego živi organizmi.

Ali čak i kada bi fosilni zapis bio kompletan i kada bi sačuvao sve željene karakteristike, ne bi ustanovio da je homologija prouzrokovana zajedničkim poreklom. Ovaj problem je nenamerno ilustrovao biolog

Tim Bera (Tim Berra) u knjizi iz 1990. godine, braneći Darvinovu evoluciju od kritika zastupnika stvaranja. Bera je poredio fosilni zapis sa serijom modela automobila: "Ako poredite Korvetu iz 1953. i 1954. godine, jednu pored druge, a onda model iz 1954. i 1955., i tako dalje, poreklo sa promenom je više nego očigledno. To je ono što (paleontolozi) rade sa fosilima, i dokazni materijal je toliko solidan i obiman da ne može da bude odbijen od strane razumnih ljudi" (naglašeno u originalu).

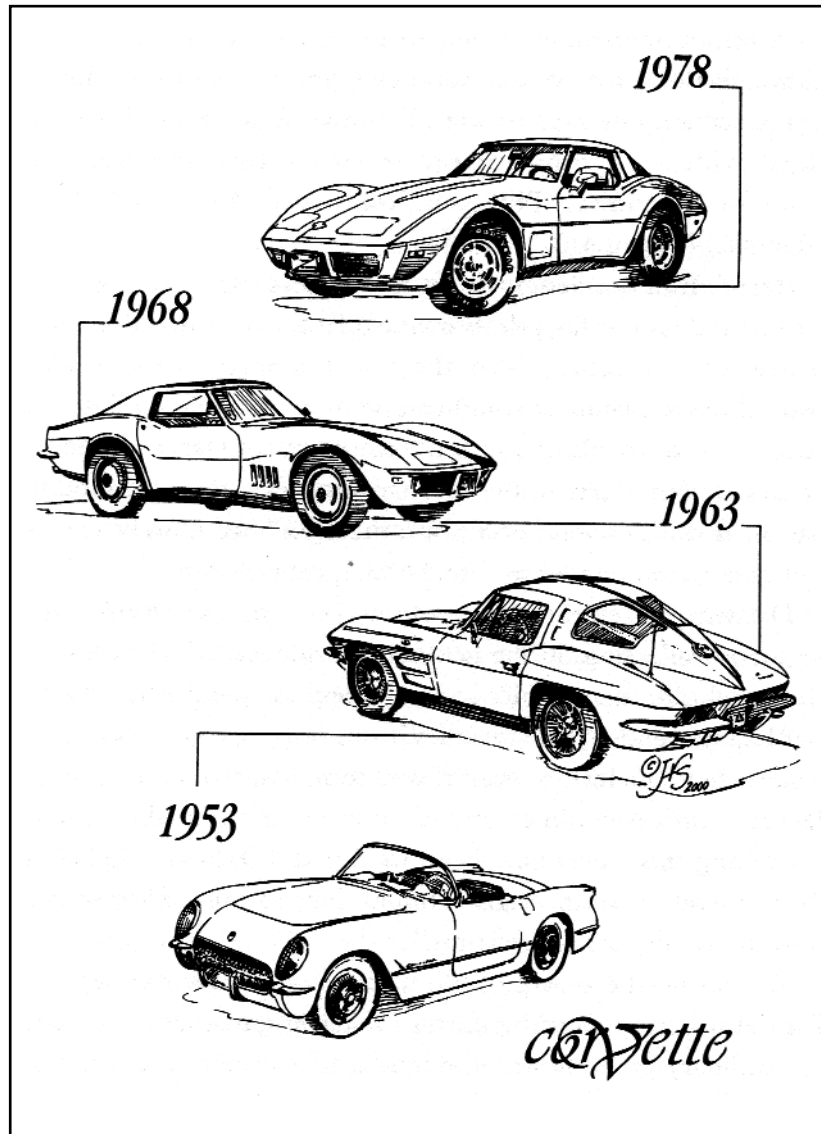
Ali, Berina analogija u stvari osvetljava problem korišćenja niza sličnosti kao dokaz za Darvinovu teoriju. Mi svi znamo da se automobili proizvode po arhetipovima (u ovom slučaju, planovima crtanim od strane inženjera), tako da je jasno da mogu da postoje druga objašnjenja za niz sličnosti pored porekla sa promenom. U stvari, većina biologa pre Darvina objasnila bi takve nizove nečim bliskim proizvodnji automobila - to jest, stvaranje po planu. Pa iako je Bera verovao da brani Darvinovu evoluciju od objašnjenja zastupnika stvaranja, on je nesvesno pokazao da je fosilni dokazni materijal saglasan i sa jednim i sa drugim. Profesor prava (i kritičar Darvinizma) Filip E. Džonson (Phillip E. Johnson) nazvao je ovo "Berina zabluda" (slika 4-3).

Berina zabluda pokazuje da prosto ređanje sličnih formi ne snabdeva sopstveno objašnjenje. Potrebno je nešto više - mehanizam. U slučaju Korvete, mehanizam (ljudska proizvodnja) može da bude direktno uočen; ali u nizu fosila, ne može. Ovde nastupa Darvinova teorija. Za Darvina, mehanizam je poreklo sa promenom. Ali "poreklo" i "promena" su samo reči, ukoliko ne mogu da budu povezani sa realnim biološkim procesima.

Darvin je ovo shvatio. U knjizi "Postanak vrsta" napisao je da bi prirodni razmišljajući o geološkom dokaznom materijalu "mogao da dođe do zaključka da vrste nisu nezavisno stvorene, već da su potekle, kao varijeteti, od drugih vrsta. Ipak, takav zaključak, čak iako dobro zasnovan, bio bi nezadovoljavajuć, dok ne bi mogao da pokaže kako su bezbrojne vrste koje naseljavaju ovaj svet bile promenjene". Darvin je zaključio: "Zbog toga je od najvećeg značaja dobiti jasno razumevanje sredstva promene."

Naravno, sredstvo promene u Darvinovoj teoriji je prirodna selekcija. Ali su sredstva *porekla* ostala nejasna. U običnom procesu reprodukcije, slično uvek prouzrokuje slično. Da li prirodna selekcija može da izmeni proces, pa da slično ponekad proizvede ne tako slično? Darvin nije znao dovoljno o razviću embriona da bi odgovorio na ovo pitanje. Bez poznavanja mehanizama koji čine embrione sličnim, obična je spekulacija reći da ti nepoznati mehanizmi mogu da budu izmenjeni prirodnom selekcijom.

Evolucionari biolog sa Univerziteta Čikago, Leig Van Valen (Leigh Van Valen), napisao je 1982. godine da ključ za objašnjenje homologije



SLIKA 4-3. Berina zabluda.

Bera je koristio 4 modela automobila Korveta da bi ilustrovaio poreklo sa promenom. Ovde su prikazani, od dna ka vrhu, modeli iz 1953., 1963., 1968. i 1978. godine.

leži u razumevanju "kontinuiteta informacije". Embrion sadrži informaciju, nasledenu od svojih roditelja, koja upravlja njegovim razvićem. Dok ne budemo razumeli prirodu te informacije ne možemo da razumemo kako bi ona mogla da bude modifikovana.

Informacija o razviću može da bude u formi "razvojnih puteva" - obrazaca ćelijskih deoba, ćelijskih pokreta i diferencijacije tkiva po kojima embrioni produkuju strukture odraslih jedinki. Ili bi mogla da bude kodirana u genima koji utiču na razviće embriona. Ali, ni razvojni putevi ni genetika razvića nisu rešili problem o tome šta prouzrukuje homologiju.

Dokazi na osnovu puteva razića

Teorija da su homologe strukture produkti sličnih razvojnih puteva ne odgovara činjenicama i biolozi su znali to više od jednog veka. "To je dobro poznata činjenica", rekao je američki embriolog Edmund Vilson (Edmund Wilson) 1894. godine, "da se delovi koji se blisko podudaraju kod odraslih jedinki, i nesumnjivo su homologe, često veoma razlikuju u larvalnom ili embrionalnom poreklu ili po načinu formacije ili po poziciji, ili i po jednom i po drugom". Više od šezdeset godina kasnije, posle revizije embrioloških činjenica koje su nagomilane od Vilsonovog vremena, britanski biolog Gavin de Bir (Gavin de Beer) se složio: "Činjenica je da sličnost između homologih struktura ne može da se preštampa nazad na sličnost pozicije ćelija u embrionu, ili delova jajeta od kojih su strukture konačno sastavljene, ili razvojnih mehanizama po kojima su formirane."

De Birova procena je još uvek tačna. To je "pre pravilo nego izuzetak", pisao je razvojni biolog Pir Alberh (Pere Alberch) 1985. godine, da se "homologe strukture formiraju iz jasno različitih početnih stanja". Biolog evolucionog razvića Rudolf Raf (Rudolf Raff), koji proučava dve vrste morskih ježeva koji se razvijaju radikalno različitim putevima u skoro identične odrasle forme, obnovio je problem 1999. godine: "Homologe karakteristike dva srodna organizma trebalo bi da nastanu sličnim razvojnim procesima... (ali) karakteristike koje mi smatramo za homologe po morfološkom i filogenetskom kriterijumu mogu da nastanu iz različitih puteva razvića."

Nedostajanje slaganja između homologije i razvojnih puteva je tačno ne samo u opštim, već i u pojedinačnim slučajevima udova kičmenjaka. Klasičan primer ovog problema jesu salamandre. Kod većine udova kičmenjaka razviće prstiju se odvija od zadnjeg ka prednjem kraju - to jest, u pravcu od repa ka glavi. Ovo tačno opisuje žabe, ali njihovi sadrugovi vodozemci - salamandre, rade to drugačije. Kod salamandri, razviće

prstiju se odvija u suprotnom smeru, od glave ka repu. Razlika je toliko upečatljiva da su neki biolozi obrazlagali da je evoluciona istorija salamandri morala da bude drugačija od svih ostalih kičmenjaka, uključujući žabe.

Ima i drugih anomalija, takođe. Skeletni obrasci u udovima kičmenjaka se prvobitno formiraju kao hrskavica, koja se kasnije pretvara u kost. Ako razviće udova kičmenjaka odražava njihovo poreklo u zajedničkom pretku, neko bi mogao da očekuje da vidi oblik hrskavice zajedničkog pretka rano u razviću uda kičmenjaka. Ali to nije slučaj. Oblici hrskavice odgovaraju obliku uda odrasle jedinke od početka, ne samo kod salamandri, već i kod žaba, pilića i miševa. Po britanskim zooolozima Ričardu Hinčlifu (Richard Hinchliffe) i P. J. Grifitsu (P. J. Griffiths), ideja da se udovi kičmenjaka ravijaju po obrascu zajedničkog pretka u embrionu "nastala je zato što su istraživači postavili svoja predubedenja" iznad dokaza.

Znači, homologe karakteristike, čak i u udovima kičmenjaka, nisu proizvedene sličnim razvojnim putevima. A šta je sa sličnim genima?

Dokazi na osnovu genetike razvića

Po neo-darvinističkoj teoriji, informacija koju je opisao Van Valen, sadržana je u DNK sekvencama ili genima. Geni nose informaciju iz jedne generacije u drugu, i po teoriji, upravljaju razvićem embriona. Prema tome, neo-darvinističko objašnjenje za homologe karakteristike jeste da su one programirane sličnim genima nasleđenim od zajedničkog pretka. Ako bi moglo da bude pokazano da su homologe strukture u dva različita organizma proizvedene sličnim genima i da homologe strukture nisu proizvedene različitim genima, onda bismo imali dokaze za "kontinuitet informacije" o kome je Van Valen pisao.

Ali to nije slučaj, i biolozi su znali to već decenijama. Gavin de Bir je 1971. godine napisao: "Pošto homologija implicira zajedničko poreklo od... zajedničkog pretka moglo bi se pomisliti da će genetika obezbediti ključ za problem homologije. To je mesto gde se naišlo na najgori šok od svih... (zato što) karakteristike kontrolisane identičnim genima nisu neophodno homologe... (i) homologe strukture ne moraju da budu kontrolisane identičnim genima." De Bir je zaključio da "nasleđivanje homologih struktura od zajedničkog pretka... ne može da budž pripisano identičnosti gena".

Da bi ilustrovao svoje gledište da homologe strukture mogu da nastanu od različitih gena, de Bir je naveo samo jedan eksperiment (u vezi razvića oka vinskih mušica), ali su otada nađeni i drugi primeri. Jedan obuhvata formiranje segmenata kod insekata. Embrionima vinske

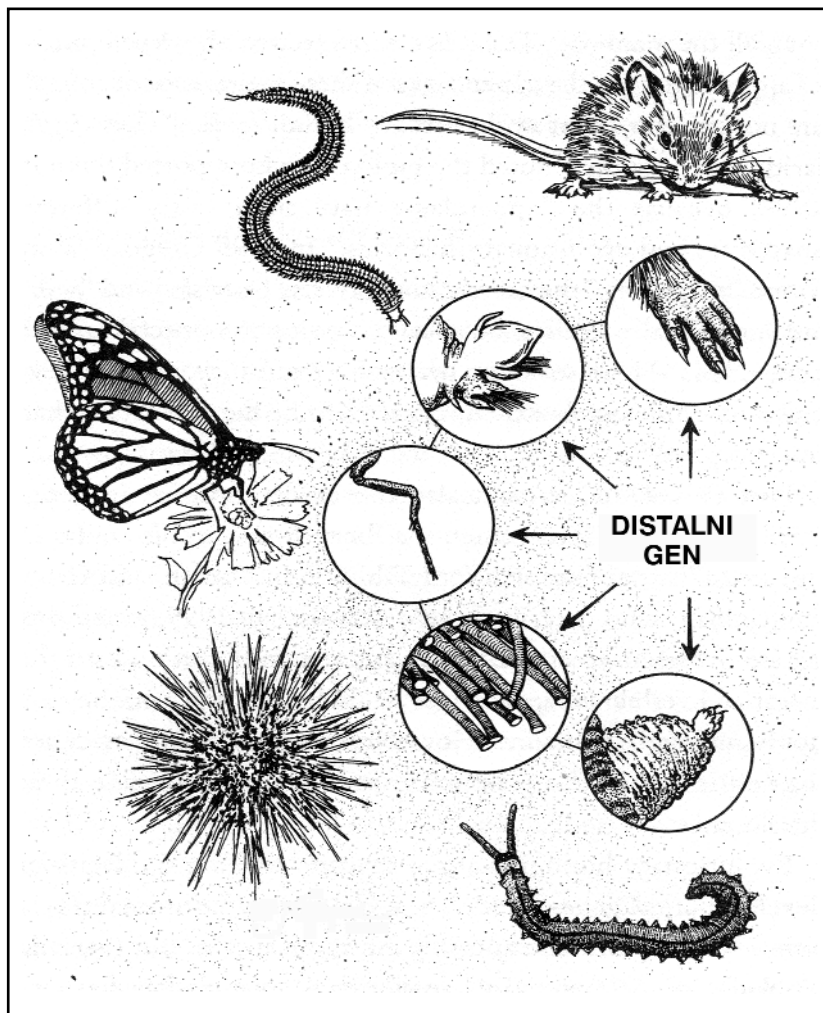
mušice potreban je gen za pravilno razviće telesnih segmenata (engl. *even-skipped*); ali drugi insekti, kao što su skakavci i ose, formiraju segmente bez korišćenja ovog gena. Pošto se segmenti svih insekata smatraju homologim (bilo definisano izrazima strukturne sličnosti ili zajedničkog porekla), ovo pokazuje da homologe karakteristike ne moraju da budu kontrolisane identičnim genima. Drugi primer je jedan gen (engl. *sex-lethal*) koji je potreban za određivanje pola kod vinskih mušica, ali ne i kod drugih insekata, koji stvaraju mužjake i ženke bez njega.

Suprotna situacija, kada nehomologe strukture nastaju od identičnih gena, je i upečatljivija i češća. Genetičari su otkrili da su mnogi od gena, potrebnih za pravilno razviće kod vinskih mušica, slični genima kod miševa, morskih ježeva, čak i crva. U stvari, eksperimenti transplantacije gena pokazali su da geni za razviće miševa (i ljudi) mogu funkcionalno da zamene njihove duplikate kod mušica. Ako geni kontrolišu strukture, a geni za razviće miševa i mušica su toliko slični, zašto se embrion miša ne razvije u mušicu, ili embrion mušice u miša?

Nedostajanje slaganja između gena i struktura je tačno ne samo za čitave organizme, već i za udove. Jedan gen za razviće, kojeg dele nekoliko različitih tipova životinja, jeste "distalni gen" (engl. *distal-less*), tako nazvan zato što mutacija u njemu blokira razviće udova kod vinskih mušica ("distalni" - daljni - odnosi se na strukture daleko od glavnog dela tela). Gen sa veoma sličnom DNK sekvencom nađen je kod miševa; u stvari, geni slični distalnom genu nađeni su kod morskih ježeva, čekinjastih glista (članova istog kola kao i kišne gliste) i baršunastih crva (sasvim drugo kolo) (slika 4-4).

Kod svih ovih životinja, distalni gen je uključen u razviće izraštaja, pa ipak izraštaji ovih pet grupa životinja nisu strukturno ili evoluciono homologi. "Ove sličnosti su zbunjujuće", zabeležili su biolozi koji su izvestili o njima 1997. godine, zato što "izraštaji imaju tako izraženo različite anatomije i različite evolucione istorije". Gregori Vrej (Gregory Wray) je 1999. godine našao kao "iznenađujuću" povezanost između distalnog gena i "onoga što su površno slične, ali nehomologe strukture". Zaključio je: "Ova povezanost između regulatornog gena i nekoliko nehomologih struktura izgleda da je pravilo, pre nego izuzetak."

Ne samo distalni gen, već je takođe nađena čitava mreža gena uključenih u razviće udova koja je slična kod insekata i kičmenjaka. Kliford Tabin (Clifford Tabin), Šin Kerol (Sean Carroll) i Grejs Panganiban (Grace Panganiban), koji su opisali ove mreže 1999. godine, zabeležili su da "nije bilo kontinuiteta nijedne strukture iz koje bi izraštaji insekta i kičmenjaka mogli biti izvedeni, to jest, oni nisu homologe strukture. Ipak, postoji obilje činjenica za kontinuitet genetske informacije" uključene u njihovo razviće.



SLIKA 4-4. Slični geni u nehomologim udovima.

Distalni gen je uključen u razviće izraštaja kod svih ovih pet životinja, pa ipak izraštaji nisu homologni ni po sličnoj strukturi ni po zajedničkom poreklu. Životinje, svaka u različitom kolu, jesu (od vrha, suprotno smeru kazaljke na satu): miš, čekinjasta glista, leptir; morski jež (njegovi udovi su cevaste nožice ispod njegovog tela) i baršunasti crv.

Evolucionari biolozi obrazlažu da upadljiva sličnost gena za razviće kod tako velike raznovrsnosti životinjskih kola ukazuje na njihovo zajedničko poreklo. I mogla bi. Ali onda problemi sa molekularnom filogenijom, sa kojima smo se ranije susreli, ponovo izlaze na površinu, dok problem objašnjavanja kako homologe strukture nastaju - ostaje nerešen.

Zaključak je jasan: Bez obzira da li je tačno ili ne da je homologija nastala usled porekla sa promenom, specifičan mehanizam odgovoran za njihov nastanak ostaje nepoznat. Gavin de Bir je 1971. godine napisao: "Koji to mehanizam može da bude koji bi rezultovao stvaranje homologih organa, istih 'obrazaca', uprkos tome što *nisu* kontrolisani istim genima? Postavio sam ovo pitanje 1938. godine i još uvek nije odgovoreno na njega." Danas, više od šezdeset godina otkad je prvi put postavljeno, na de Birovo pitanje još uvek nije odgovoreno.

Udovi kičmenjaka kao dokaz za evoluciju?

Kako udovi kičmenjaka obezbeđuju dokaz za Darwinovu evoluciju? Ako kontinuitet informacije ne dolazi od gena ili razvojnih puteva, kako mi znamo da dolazi od porekla sa promenom? Da li je uopšte moguće da se zaključuje o zajedničkom poreklu na osnovu homologije? Ako pokušamo da rešimo stvar jednostavno *definišući* homologiju kao zajedničko poreklo, kako onda možemo da koristimo homologiju kao dokaz za evoluciju? Ovo su pravilna naučna pitanja, ali ih studenti biologije verovatno neće naći u svojim udžbenicima.

Skoro svaki udžbenik biologije koristi udove kičmenjaka da ilustruje homologiju, i tvrdi da je homologija dokaz za zajedničko poreklo. Ali većina tih udžbenika takođe *definiše* homologiju u terminima zajedničkog porekla. Oni zbog toga upadaju u onaj isti pogrešan krug kojeg su biolozi i filozofi kritikovali više od pola veka.

Na primer, izdanje iz 1999. godine, knjige Tereze i Džeralda Auderzika (Teresa and Gerald Audersik), "Biologija: Život na Zemlji" (*Biology: Life on Earth*), objašnjava da se "unutražnje slične strukture zovu homologe strukture, što znači da imaju isto evoluciono poreklo", i na toj istoj strani izjavljuje da homologe strukture "obezbeđuju dokaz srodnosti među organizmima". Na isti način, najnovije izdanje knjige Silvije Mader (Sylvia Mader) "Biologija" (*Biology*), izjavljuje: "Strukture koje su slične zato što su nasleđene od zajedničkog pretka zovu se homologe strukture", i na istoj strani tvrdi: "Ovo jedinstvo plana je dokaz zajedničkog pretka."

Prema izdanju iz 1999. godine, knjige Pitera Rejvena (Peter Raven) i Džordža Džonsona (George Johnson) "Biologija" (*Biology*), homologija se odnosi na "strukture sa različitim izgledom i funkcijama koje su sve

izvedene od istog dela tela zajedničkog pretka", pa ipak knjiga takođe tvrdi da je homologija "dokaz evolucionih srodnosti". A izdanje iz 1999. godine, knjige Kembela (Campbell), Risa (Reece) i Mičela (Mitchell) "Biologija" (*Biology*) sadrži sledeće: "Sličnost karakteristika koja je rezultat zajedničkog porekla poznata je kao homologija, a takvi anatomski znaci evolucije zovu se homologe strukture. Usporedna anatomija je saglasna sa svim drugim dokazima u potvrđivanju evolucije."

Ovi udžbenici ne daju studentima nikakav nagoveštaj o neprekidnom sporu oko homologije. Umesto toga, oni odaju utisak da je naučno korektno definisati homologiju pojmovima zajedničkog porekla, a onda okrenuti naopako i predstavljati je kao dokaz za zajedničko poreklo. Takvo kružno rezonovanje uspavljuje studente u aljkavo i nekritično razmišljanje. Ovo je problem ne samo za nauku, već i za naše društvo u celini. Društvu trebaju dobro obrazovani ljudi koji mogu da uoče netačne argumente i da misle sami za sebe, a ne poslušne mase koje gutaju ono čime su hranjeni od strane autoriteta.

Kritičko razmišljanje na delu

Suočeni sa kružnim rezonovanjem koje preovlađuje u većini bioloških udžbenika, studentima može biti bolje da postavljaju više pitanja na času. Prema Henri Giju (Henry Gee), koji je glavni naučni dopisnik za prestižni časopis *Nature*, "izjave od autoriteta u nekoj oblasti trebaju da budu predmet kritičkog ispitivanja kao i one koje potiču iz najskromnijih izvora, čak i od studenta početnika".

Šta bi se desilo kada bi student početnik počeo da postavlja neka odgovarajuće učtiva pitanja o homologiji? Neko bi mogao da zamisli sledeći dijalog između radoznalog studenta i nastavnika biologije:

Nastavnik: U redu, hajde da počnemo današnju lekciju sa brzim pregledom. Juče sam govorio o homologiji. Homologe karakteristike, kao što su udovi kičmenjaka, prikazani u vašim udžbenicima, snabdevaju nas sa nekim od naših najboljih dokaza da su živa bića evoluirala od zajedničkog pretka.

Student (podizujući ruku): Znam da ste prešli to juče, ali sam još uvek zbunjen. Kako mi znamo da li su te karakteristike homologe?

Nastavnik: Pa, ako pogledate udove kičmenjaka, možete da vidite da iako su adaptirani da vrše različite funkcije, njihovi rasporedi kostiju su strukturno slični.

Student: Ali vi ste nam juče rekli da iako je oko oktopoda slično oku čoveka, ovo dvoje nisu homologe.

Nastavnik: To je tačno. Oči oktopoda i čoveka nisu homologe zato što njihov zajednički predak nije imao takvo oko.

Student: Znači bez obzira na sličnost, karakteristike nisu homologe ako nisu nasledene od zajedničkog pretka?

Nastavnik: Da, sada napreduješ.

Student (izgledajući zbunjeno): Pa, u stvari, još uvek sam zbunjen. Kažete da homologe karakteristike obezbeđuju neke od naših najboljih dokaza za zajedničko poreklo. Ali pre nego što možemo da odredimo da li su karakteristike homologe, moramo da znamo da li su potekle od zajedničkog pretka.

Nastavnik: To je tačno.

Student (češajući glavu): Mora da nešto propuštam. Zvuči kao da kažete da znamo da su određene karakteristike izvedene od zajedničkog pretka zato što su izvedene od zajedničkog pretka. Zar to nije kružno rezonovanje?

Na ovom mestu, preopterećeni nastavnik bi mogao jednostavno da završi diskusiju i da pređe na nešto drugo. Ali naučno obrazovanje bi bolje služilo ako bi on ili ona priznali problem i izdvojili nešto vremena da ga analiziraju na času. Umesto da im se govori da zapamte kružni argument, studenti bi mogli da budu ohrabreni da razmišljaju o razlici između teorije i dokaza, i kako da to dvoje uporede.

U tom procesu, mogli bi da postanu ne samo bolji naučnici, već i bolji građani.

Hekelovi embrioni

Darvin je znao da je fosilni zapis kambrijuma bio ozbiljan problem za njegovu teoriju. Takođe je znao da bez mehanizma za objašnjenje kako homologije nastaju, njegova identifikacija arhetipova sa zajedničkim precima je ostala otvorena za osporavanje. Otuda mu se činilo da ni fosilni zapis ni homologe strukture nisu podržavale njegovu teoriju tako uverljivo kao činjenice iz embriologije.

"Čini mi se", pisao je Darwin u knjizi "Postanak vrsta", "da glavne činjenice u embriologiji, koje su drugorazredne po važnosti, objašnjene su na principu varijacija mnogih potomaka od nekog drevnog pretka". I te glavne činjenice, po njemu, bile su da "su embrioni najrazličitijih vrsta koje pripadaju istoj klasi, blisko slični, ali da postaju, kada su potpuno razvijeni, veoma različiti". Razmišljajući da "zajedničko posedovanje embrionalnih struktura otkriva zajedničko poreklo", Darwin je zaključio da nam rani embrioni "pokazuju, manje ili više u potpunosti, stanje predka cele grupe na svom odraslom stupnju". Drugim rečima, sličnosti kod ranih embriona ne samo da pokazuju da su potekli od zajedničkog pretka, već i otkrivaju kako je predak izgledao. Darwin je smatrao to za "daleko najjaču pojedinačnu klasu činjenica u prilog" njegove teorije.

Darvin nije bio embriolog, pa se oslanjao za svoje dokaze na radove drugih. Jedan od njih je bio nemački biolog Ernest Hekel (Ernst Haeckel) (1834-1919). Darwin je pisao u knjizi "Postanak vrsta" da je profesor Hekel "uložio svoje veliko znanje i sposobnosti da bi proizveo ono što on naziva filogenija - linije porekla svih organskih bića. U crtanju nekoliko nizova on se oslanjao uglavnom na embrionalne karakteristike."

Hekel je napravio puno crteža, ali najpoznatiji su oni o ranim embrionima kičmenjaka. Hekel je crtao emrione iz različitih klasa kičmenjaka da bi pokazao da su stvarno identični u svojim najranijim stupnjevima i da postaju primetno različiti tek kada se razvijaju (slika 5-1). To je bio onaj obrazac rane sličnosti, a kasnije različitosti, koji je Darwin u knjizi

"Postanak vrsta" smatrao tako uverljivim. Otuda "je verovatno, iz onoga što znamo o embrionima sisara, ptica, riba i gmizavaca, da su ove životinje promenjeni potomci nekog drevnog pretka". U knjizi "Poreklo čoveka" (*The Descent of Man*), Darwin je proširio zaključak na ljude: "Sam (ljudski) embrion u vrlo ranom periodu teško može da se razlikuje od onih kod drugih članova grupe kičmenjaka." Pošto ljudi i drugi kičmenjaci "prolaze kroz iste rane faze razvića,... trebalo bi pošteno da priznamo njihovo zajedničko poreklo".

Čini se da Hekelovi embrioni obezbeđuju tako snažan dokaz za Darwinovu teoriju da neka od njihovih verzija može da se nađe u skoro svakom modernom udžbeniku koji se bavi evolucijom. Pa ipak, biolozi su znali već više od jednog veka da je Hekel *falsifikovao* svoje crteže; embrioni kičmenjaka nikada ne izgledaju toliko slični koliko ih je on načinio da to budu. Štaviše, stupanj koji je Hekel označio kao "prvi", u stvari je središnji u toku razvića; sličnostima koje je preuveličao, prethode upadljive razlike u ranijim fazama razvića. Iako biste mogli da to nikad ne saznate čitajući biološke udžbenike, Darwinova "najača pojedinačna klasa činjenica" je klasičan primer kako činjenice mogu da budu izvrnute da odgovaraju teoriji.

Molimo prave embriologe da ustanu

Pre objavljivanja knjige "Postanak vrsta", najpoznatiji evropski embriolog nije bio Ernest Hekel, već Karl Ernest fon Ber (Karl Ernst von Baer). Obučen u fizici i biologiji, fon Ber je objavio svoje važnije radove iz embriologije do sredine 1830-tih. Ti radovi su uključivali četiri generalizacije koje su postale značajne u kasnijim raspravama oko evolucije.

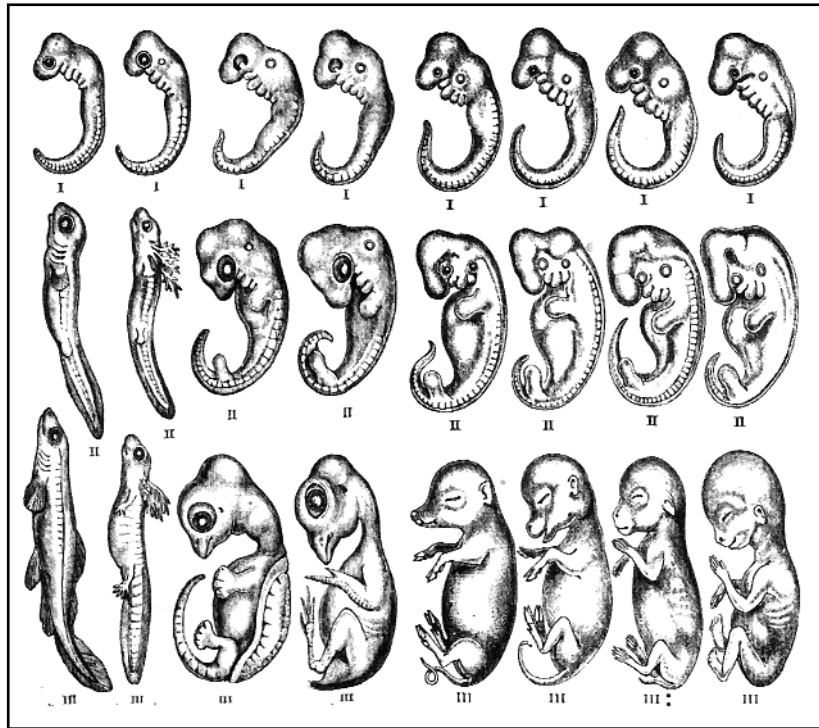
Fon Berove prve dve generalizacije bile su namenjene da pobiju "preformacionizam", staru ideju da su embrioni prosto minijaturni odrasli organizmi. Ako bi teorija preformacije bila tačna, onda bi svaki embrion pokazivao osobine odrasle jedinice svoje vrste od samog početka. Ali, fon Ber je istakao da se "opštije karakteristike velike grupe životinja javljaju ranije u njihovim embrionima od osobenijih karakteristika".

Druga dve generalizacije bile su namenjene da pobiju "zakon paralelizma" koji su zastupala dva fon Berova savremenika, Johan Fridrih Mekel (Johann Friedrich Meckel) i Etjen Siris (Etienne Serres). Po evolucionom paralelizmu Mekela i Sirisa, embrioni viših organizama prolaze kroz odrasle oblike nižih organizama u toku svog razvića. Ali je fon Ber napomenuo da "embrion višeg oblika nikada ne liči na bilo koji drugi oblik, već samo na svoj embrion".

Iako su fon Berove generalizacije bile zvane "zakoni", one su u stvari bile rezime empirijskih posmatranja. Bile su namenjene da pokažu da se

druga dva "zakona" - preformacije i paralelizma, nisu slagali sa činjenicama, i da zbog toga treba da budu napušteni. Kao istraživački embriolog, fon Ber je isticao značaj pažljivog posmatranja. Upravo to je dovelo do njegovog otkrića slične jajne ćelije sisara - što je predstavljalo glavni razlog za njegovu naučnu slavu.

Iako je fon Ber prihvatao mogućnost ograničenih promena vrsta na nižim nivoima biološke hijerarhije, nije video nikakve dokaze za promene velikih razmera kakve je predlagao Darwin. Na primer, fon Ber nije verovao da su različite klase kičmenjaka (na primer, ribe, vodozemci, gmizavci, ptice i sisari) potekle od zajedničkog pretka. Po istoričaru nauke Timotiju Lenoiru (Timothy Lenoir), fon Ber se plašio da su



SLIKA 5-1. Hekelovi embrioni.

Embrioni su (s leva na desno) riba, salamandra, kornjača, pile, svinja, tele i čovek. Zapazite da je predstavljeno samo pet od sedam klasa kičmenjaka, i da su pola embriona sisari. Ova verzija Hekelovih crteža je iz knjige Džordža Romanesa (George Romanes) iz 1892. godine, "Darvinizam ilustrirano" (*Darwinism Illustrated*).

Darvinisti "već prihvatili darvinističku evolucionu hipotezu kao tačnu pre nego što su prionuli na zadatak posmatranja embriona".

Prema tome, fon Ber je odbacivao evolucionu paralelizam Mekela i Sirisa i promene velikih razmera koje je predlagao Darwin. Pa ipak, Darwin je završio citirajući ga kao izvor za "najjaču pojedinačnu klasu činjenica" koja podržava njegovu teoriju evolucije.

Darvinova zloupotreba fon Bera

Darvin izgleda nikad nije čitao fon Bera, koji je pisao na nemačkom. Prva dva izdanja knjige "Postanak vrsta" citirala su pasus fon Bera koji je preveo Tomas Henri Haksli (Thomas Henry Huxley), ali je Darwin pogrešno pripisao pasus Luisu Agasiu (Louis Agassiz). Tek u trećem i kasnijim izdanjima pomenuo je fon Bera.

Darvin je pisao: "Obično su embrioni najosobnijih vrsta koje pripadaju istoj klasi veoma slični, ali postaju, kada se potpuno razviju, uveliko različiti. Za ovo se ne može navesti bolji dokaz od izveštaja fon Bera da su 'embrioni sisara, ptica, guštera i zmija, i verovatno (kornjača) u svojim najranijim stadijumima krajnje slični jedni drugima... Posedujem dva mala embriona u alkoholu, čija sam imena propustio da označim, i sada nisam u mogućnosti da kažem kojoj klasi pripadaju. Mogli bi da budu gušteri ili male ptice, ili vrlo mladi sisari, toliko je velika sličnost u načinu formiranja glave i trupa kod ovih životinja'."

Kada je fon Ber pisao ovo, može biti da je preterivao, zato što u stvari embrioni guštera, ptica, i sisara *možu* da se razlikuju od ranog doba. A embrioni drugih klasa kičmenjaka, kao što su ribe i vodozemci, razlikuju se još više. U svakom slučaju, fon Ber je znao da embrioni nikada ne liče na odrasle organizme druge vrste i nije video nikakvog dokaza za Darwinovu teoriju da su različite klase kičmenjaka delile zajedničkog pretka. Pa ipak, nekoliko strana posle citiranja fon Bera kao autoriteta po ovim pitanjima, Darwin je tvrdio da "je verovatno, iz onoga što znamo o embrionima sisara, ptica, riba i gmizavaca, da su ove životinje promeњeni potomci nekog drevnog pretka" i da "nam kod puno životinja embrionalni i larvalni stupnjevi pokazuju, više ili manje potpuno, stanje pretka cele grupe na svom odraslom stupnju".

Ova poslednja tvrdnja je upravo ono što su fon Berova druga dva zakona negirala. Drugim rečima, Darwin je citirao fon Bera kao izvor za svoj embriološki dokaz, ali je u ključnoj tački Darwin izvrnuo taj dokaz da bi odgovarao njegovoj teoriji. Fon Ber je živeo dovoljno dugo da prigovori Darwinovoj zloupotrebi njegovih posmatranja i bio je veliki kritičar darvinističke evolucije sve do svoje smrti 1876. godine. Ali je sve-

jedno Darwin nastavio da ga citira, čineći ga da izgleda kao zastupnik one iste doktrine evolucionog paralelizma koju je izričito odbacivao.

Po onome što istoričar nauke Fredrik Čerčil (Frederick Churchill) naziva "jednom od ironija biologije devetnaestog veka", fon Berovo gledište "je bilo pomešano sa, a zatim i pretvoreno u evolucionu oblik zakona paralelizma". Prirodnjak Fric Miler (Fritz Muller) (koga je Darwin takođe citirao) "podstakao je konfuziju", ali je Milerov student Ernest Hekel bio taj koji je "dramatizovao smetenost" i postao njen najvatreniji zastupnik.

Hekelov biogenetski zakon

Hekel je smislio termine "ontogenija" da označava embrionalno razviće jedinke, i "filogenija" da označava evolucionu istoriju vrsta. Tvrdio je da embrioni "rekapituliraju" evolucionu istoriju prolazeći u toku razvića kroz odrasle oblike njihovih predaka. Kada se nove karakteristike razvijaju, one se dodaju na kraju razvića, u procesu koji Stefan Džej Guld (Stephen Jay Gould) naziva "terminalno dodavanje", čineći da se predački oblici javljaju ranije u razviću nego skorije razvijene karakteristike. Hekel je nazvao ovo "biogenetski zakon" i sažeo u danas poznatu frazu - "ontogenija je rekapitulacija filogenije".

Fon Berovi zakoni i Hekelov biogenetski zakon veoma surazličiti. Ovi prvi su bili zasnovani na empirijskim posmatranjima i bili su namenjeni da pobijaju teorije koje se nisu slagale sa činjenicama, dok je drugi bio pre dedukovan iz evolucionne teorije nego što je zaključen iz činjenica. "Teorija rekapitulacije", pisao je britanski zoolog Adam Sedžvik (Adam Sedgwick) 1909. godine, "nastala je kao dedukcija iz evolucionne teorije i još uvek ostaje kao dedukcija". Deset godina kasnije, američki embriolog Frenk Lili (Frank Lillie) takođe je priznao da je rekapitulacija pre logička posledica evolucije nego što je empirijsko zaključivanje, iako je bio sklon da je svejedno prihvati. Lili je rasuđivao da pošto je "osnova bilo koje teorije o poreklu nasleđivanja, i mora da se prizna da su ontogenije nasleđene, onda sličnost između individualne istorije i filogenetske istorije neminovno proizilazi".

Znači da je od samog početka Hekelov biogenetski zakon bio pre teorijska dedukcija nego empirijsko zaključivanje. On je imao veliki uticaj u kasnom devetnaestom i ranom dvadesetom veku, ali je do 1920-tih počeo da gubi naklonost. Po Stefanu Džej Guldu, "biogenetski zakon je pao tek kada je izašao iz mode". Istoričar nauke Nikolas Rasmusen (Nicholas Rasmussen) se slaže. Svakako, nije pao zato što su mu nova otkrića protivrečila. Kao što Rasmusen kaže: "Svi važniji dokazi koji su

pozvani za odbacivanje biogenetskog zakona bili su tu od prvog dana prihvatnja zakona."

Vaskrsavanje rekapitulacije

Ipak, neki američki i britanski embriolozi dvadesetog veka pokušali su da spasu ono za šta su smatrali da je element istine u Hekelovom zakonu. Lili je znao da je Hekelov zakon bio empirijski pogrešan. Takođe je znao da su fon Berovi zakoni imali samo ograničenu primenljivost zato što se "nikad ne dešava da embrion bilo koje određene vrste liči u celini na odraslu jedinku niže vrste, čak ni na embrion niže vrste; njegova organizacija je specifična na svim stupnjevima od (jajne ćelije) pa nadalje, tako da je moguće bez ikakvih poteškoća prepoznati kom redu životinja dati embrion pripada". Pa ipak, na teorijskom nivou Lili je afirmisao neku vrstu paralelizma između ontogenije i filogenije.

Godine 1922., britanski embriolog Volter Garstang (Walter Garstang) kritikovao je Hekelov biogenetski zakon kao "demonstrabilno pogrešan", zato što "ontogenetski stupnjevi ne pružaju ni najmanji dokaz o osobenim odraslim karakteristikama predaka". Po Garstangu, Hekelova teorija da se novorazvijene karakteristike prosto dodaju na kraju razvića - nema nikakvog smisla: "Zgrada nije koliba sa dodatnim spratom na vrhu. Kuća predstavlja viši stupanj u evoluciji stanovanja, ali je cela građevina izmenjena - temelji, građa i krov - čak i ako su cigle iste." Pa ipak, Garstang je (kao i Lili) smatrao na teorijskom planu da mora da postoji opšta sličnost između ontogenije i filogenije, i da u tom "originalnom i opštem smislu" - koji je Garstang pripisivao Mekelu - "rekapitulacija je činjenica". Tako su Garstang i Lili znali da biogenetski zakon ne odgovara činjenicama, ali zbog svog verovanja u darvinističku evoluciju bili su ubeđeni da neki oblik rekapitulacionizma mora da je bio tačan.

Od 1940. do 1958. godine britanski embriolog Gavin de Bir (Gavin de Beer) objavio je tri izdanja knjige o embriologiji i evoluciji u kojoj je kritikovao Hekelov biogenetski zakon. "Rekapitulacija", pisao je de Bir, "to jest, pojava odraslih predačkih stupnjeva u ranim stupnjevima razvića potomaka, ne dešava se". Ali problem nije bio samo tvrdnja da se *odrasli* oblici rekapituliraju, pošto "varijacije od evolucionog značaja mogu da se pojave, a i pojavljuju se na najranijim stupnjevima razvića". Drugim rečima, najraniji stupnjevi razvića pokazuju značajne razlike, suprotno Darwinovom verovanju da su najbližnji. De Bir je zaključio da je rekapitulacija "mentalna ludačka košulja" koja je "sprečavala i usporavala" embriološka istraživanja.

Pa ipak, ako su organizmi potekli od zajedničkog pretka čini se razumljivim očekivati da ontogenija obezbedi dokaze za filogeniju. Rekapitulacija je u nekom smislu logična posledica darvinističke evolucije. Pitanje je: U kom smislu? U diskusijama o razviću i evoluciji stalno se javljaju dva gledišta. Oba su stvorena u Darwinovoj knjizi "Postanak vrsta":

1. Najraniji stupnjevi embriona su sličniji nego njihovi kasniji stupnjevi. Darwinovim rečima: "Embrioni najosobnijih vrsta koje pripadaju istoj klasi veoma su slični, ali postaju, kada se potpuno razvijaju, uveliko različiti."

2. Embrioni tokom razvića prolaze kroz odrasle oblike svojih predaka. Darwinovim rečima: "Kod velikog broja životinja embrionalni ili larvalni stupnjevi nam pokazuju, više ili manje potpuno, stanje pretka cele grupe na svom odraslom stupnju."

Prvo gledište je fon Berovo, iako ga on ne bi proširio iznad nivoa klase. Savremeni darvinisti ga ponekad nazivaju "fon Berina rekapitulacija", iako je to u stvari jedan oksimoron - isto kao i "Kopernikov geocentizam" ili "darvinističko božansko stvaranje". Drugo gledište je Hekelov biogenetski zakon i zbog toga se zove "Hekelova rekapitulacija".

Oba gledišta su empirijski netačna. Pa ipak su se kroz ceo dvadeseti vek periodično izdizala, kao feniks, iz pepela empirijskih opovrgavanja. Pošto se oba često upotrebljavaju kao podrška darvinističkoj evoluciji, često ih je teško razlikovati. A kako ćemo u nastavku videti, u jednom od najbizarnijih izvrtanja, oba su danas ilustrovana sa istim nizom falsifikovanih crteža.

Crteži Hekelovih embriona

Hekel je napravio mnogo crteža embriona kičmenjaka da bi prikazao svoj biogenetski zakon. Crteži prikazuju embrione kičmenjaka kako veoma liče jedni na druge na svojim najranijim stupnjevima (slika 5-1, prvi red). U stvari, embrioni *previše* liče jedni na druge. Prema istoričaru Džejn Openhajmer (Jane Oppenheimer), Hekelova "umetnička ruka je izmenila ono što je video, sa onim što je trebalo da vidi oko preciznijeg posmatrača. Bio je više nego jednom, često opravdano, optuživan za naučno falsifikovanje od strane Viljema Hisa (Wilhelm His) i mnogih drugih."

U nekim slučajevima, Hekel je koristio isti drvorez za otiske embriona koji su navodno bili iz različitih klasa. U drugim slučajevima, doterivao je crteže tako da načini embrione da izgledaju sličniji jedni drugima nego što su stvarno bili. Hekelovi savremenici su ga često kri-

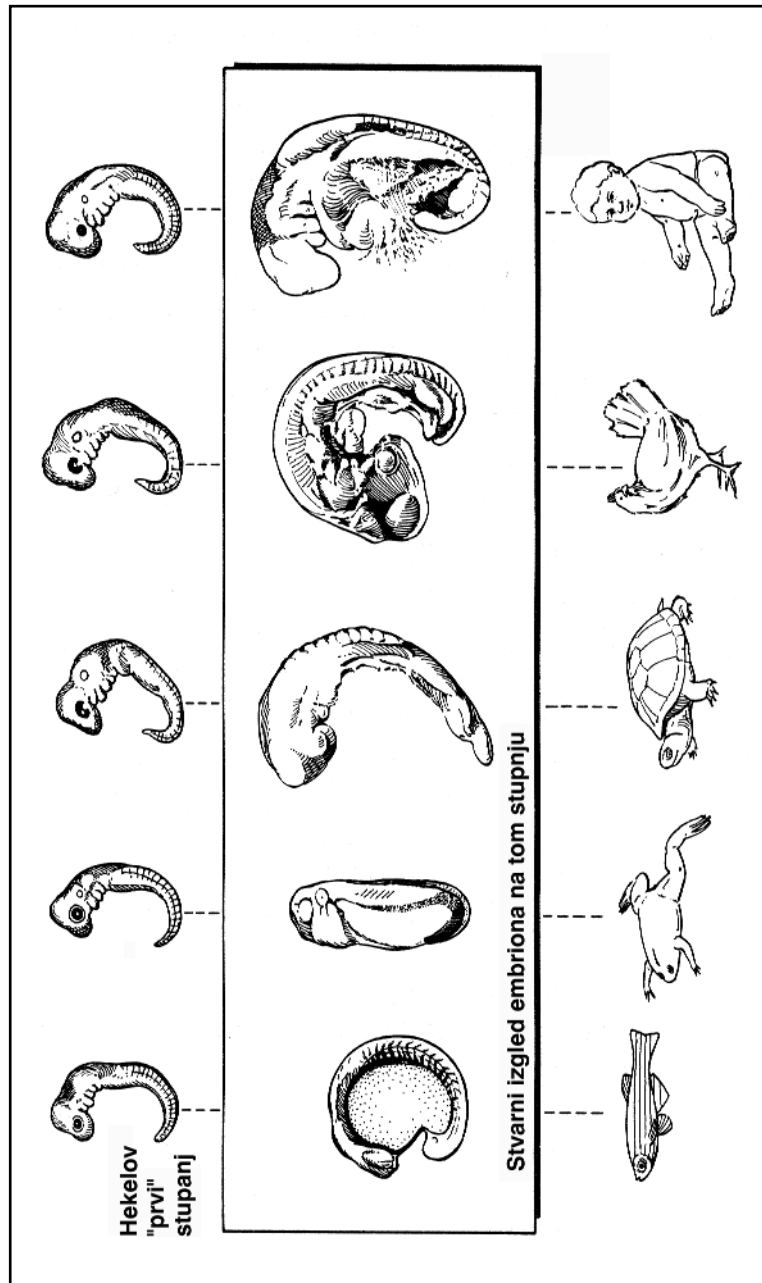
tikovali za ova pogrešna predstavljanja i optužbe za prevaru su se nagomilavale za vreme njegovog života.

Bez obzira da li je Hekel bio kriv za prevaru - to jest, namerno obmanjivanje - nema sumnje da su njegovi crteži pogrešno predstavljali embrione kičmenjaka. Prvo, on je izabrao samo one embrione koji su najviše odgovarali njegovoj teoriji. Iako ima sedam klasa kičmanjaka (bezvilične ribe, hrskavičave ribe, koštane ribe, vodozemci, gmizavci, ptice i sisari), Hekel je prikazao samo pet, potpuno izostavljajući bezvilične i hrskavičave ribe. Štaviše, za predstavljanje vodozemaca upotrebio je salamandru umesto žabe, koja izgleda veoma drugačije. Konačno, polovina njegovih embriona su sisari, od kojih su svi iz jednog reda (placentalni sisari); drugi redovi sisara (monotremate koji legu jaja i torbarske marsupijalije) su izostavljeni. Prema tome, Hekel je počeo sa pristrasnim uzorkom.

Čak su i embrioni koje je izabrao izmenjeni da odgovaraju njegovoj teoriji. Britanski embriolog Majkl Ričardson (Michael Richardson) napisao je 1995. godine da gornji red embriona u Hekelovim crtežima "nije u saglasnosti sa ostalim podacima o razviću tih vrsta". Ričardson je zaključio: "Ove čuvene slike su netačne i daju pogrešan pogled na embrionalno razviće." Godine 1997., Ričardson i internacionalni tim stručnjaka poredili su Hekelove embrione sa fotografijama pravih embriona iz svih sedam klasa kičmenjaka, pokazujući sasvim jasno da Hekelovi embrioni pogrešno predstavljaju istinu.

Između ostalog, Ričardson i njegovi saradnici su otkrili da "postoje velike razlike u morfologiji embriona" među vodozemcima, ali je Hekel izabrao salamandru koja je odgovarala njegovoj teoriji. Ričardson i njegovi saradnici su takođe otkrili da embrioni kičmenjaka veoma variraju u veličini, od manje od jednog milimetra do skoro 10 milimetara, pa ipak ih je Hekel nacrtao kao da su svi iste veličine. Konačno, Ričardson i njegovi saradnici su otkrili značajno variranje u broju somita - ponavljajućih blokova ćelija sa obe strane embrionalne kičme u razvoju. Iako Hekelovi crteži (slika 5-1, gornji red) prikazuju približno isti broj somita u svakoj klasi, kod pravih embriona on varira od 11 do više od 60. Ričardson i njegovi saradnici su zaključili: "Naše istraživanje ozbiljno slabi verodostojnost Hekelovih crteža."

Kada se Hekelovi embrioni pregledaju zajedno sa pravim embrionima, ne može biti sumnje da su njegovi crteži namerno izmenjeni da bi odgovarali teoriji (slika 5-2). Pišući u martu 2000. godine članak za časopis *Naatural History*, Stefan Džej Guld je zabeležio da je Hekel "preuveličao sličnosti uz pomoć idealizacija i izostavljanja" i zaključio da se njegovi crteži karakterišu "netačnostima i direktnim falsifikacijama". Ričardson je, kada je intervjuisan za časopis *Science*, pošto su on i njegovi saradnici objavili njihova danas čuvena poređenja između



SLIKA 5-2. Poređenje Hekelovih crteža sa stvarnim embrionima kičmenjaka.

Hekelovih crteža i stvarnih embriona, otvoreno rekao: "Izgleda kao da se ispostavlja da je to jedna od najvećih prevara u biologiji."

Prema tome, Hekelovi crteži su falsifikati i oni pogrešno predstavljaju embrione koje bi trebalo da prikažu. Ali, oni su falsifikati i u drugom smislu. Darwin je zasnovao svoj zaključak o zajedničkom poreklu na verovanju da su najraniji stupnjevi embrionalnog razvića najslabiji. Hekelovi crteži, ipak, potpuno izostavljaju najranije stupnjeve, i počinju od sredine razvića. Raniji stupnjevi su veoma različiti.

Najraniji stupnjevi embriona kičmenjaka nisu najslabiji

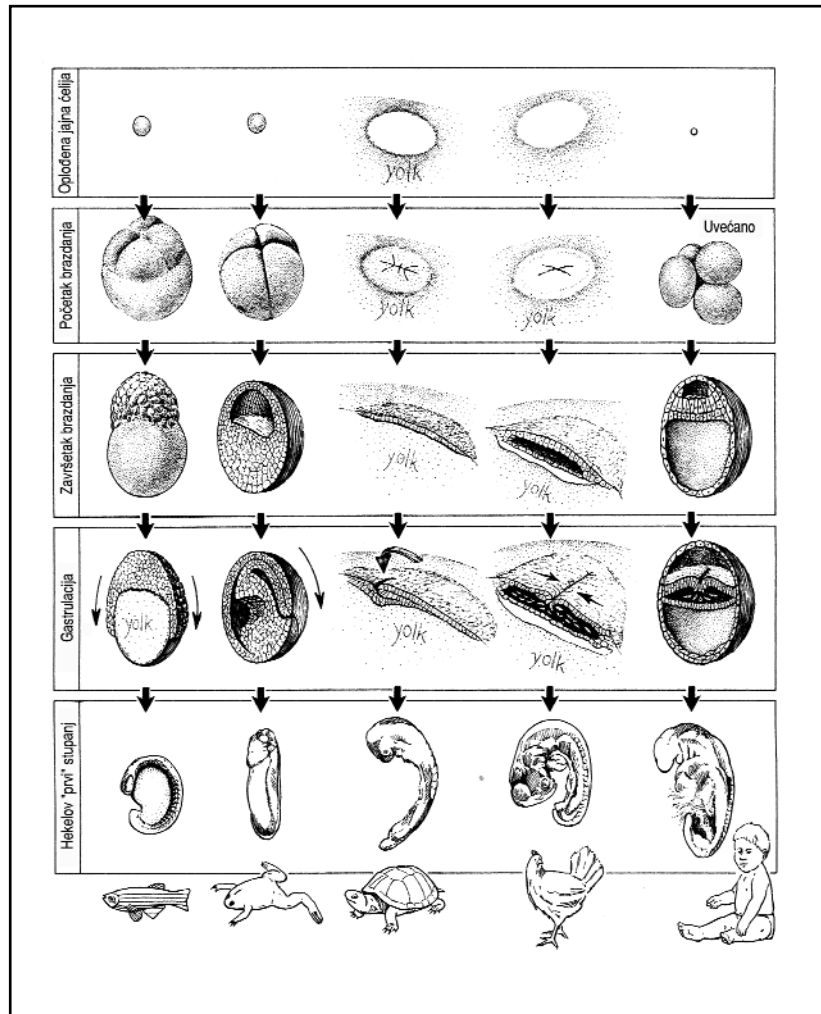
Kada se životinjska jajna ćelija oplodi, prvo podleže procesu nazvanom "brazdanje", za vreme kojeg se podeli na stotine ili hiljade pojedinačnih ćelija bez rastjenja u ukupnoj veličini. Na kraju brazdanja, ćelije počinju da se kreću i preraspoređuju u procesu nazvanom "gastrulacija". Gastrulacija je, čak i više od brazdanja, odgovorna za uspostavljanje opšteg telesnog plana građe tela životinje (na primer, insekta ili kičmenjaka) i za stvaranje osnovnih tipova tkiva i organskih sistema (na primer: koža, mišići i crevo). Britanski embriolog Luis Vulpert (Lewis Wolpert) pisao je da "nisu rođenje, brak ili smrt, već je gastrulacija ta koja je stvarno 'važan događaj u vašem životu'."

Pa ipak, tek posle brazdanja i gastrulacije embrion kičmenjaka dolazi na stupanj koji je Hekel označio kao "prvi". Kada bi bilo tačno (kao što su Darwin i Hekel tvrdili) da su kičmenjaci najslabiji na najranijim stupnjevima svog razvića, onda bi različite klase bile najslabije za vreme brazdanja i gastrulacije. Pa ipak, pregled pet klasa (riba sa koštanim skeletom, vodozemaca, gmizavaca, ptica i sisara) otkriva da to nije slučaj (slika 5-3).

Razlike između pet klasa su očigledne čak i kod oplodjenih jaja. Jaja zebaste ribice i žabe su oko 4 milimetra u prečniku; kornjače i pilići počinju kao diskovi sa 3 ili 4 milimetara u prečniku koji leže na vrhu velikog žumanceta; dok je ljudsko jaje svega deseti deo milimetra u

SLIKA 5-2. Poređenje Hekelovih crteža sa stvarnim embrionima kičmenjaka.

Gornji red je Hekelov. Srednji red se sastoji od crteža realnih embriona na stupnju za koji je Hekel pogrešno tvrdio da je najraniji. Oni su (s leva na desno): riba sa koštanim skeletom (zebrasta ribica); vodozemac (žaba); gmizavac (kornjača); ptica (pile); i placentalni sisar (čovek). Za prikazivanje vodozemaca Hekel je koristio salamandru, koja bolje odgovara njegovoj teoriji nego žaba; žaba je ovde korišćena da osvetli ovu činjenicu. Druge grupe koje Hekel nije uvrstio (kao što su bezvilične i hrskavičave ribe, i monotremate i marsupijalni sisari) značajno se razlikuju od embriona prikazanih ovde.



SLIKA 5-3. Rani stupnjevi embriona kičmenjaka.

Crteži ranih embrionalnih stupnjeva kod pet klasa kičmenjaka. Stupnjevi su (od vrha na dole): oplodena jajna ćelija; rano brazdanje; kraj brazdanja; gastrulacija; i Hekelov "prvi" stupanj. Oplodene jajne ćelije su nacrtane tako da prikažu međusobni odnos veličina, dok su razmere narednih stupnjeva normalizovane da bi se olakšalo poređenje. Embrioni su (s leva na desno): riba sa koštanim skeletom (zebrasta ribica), vodozemac (žaba), gmizavac (kornjača), ptica (pile) i sisar (čovjek).

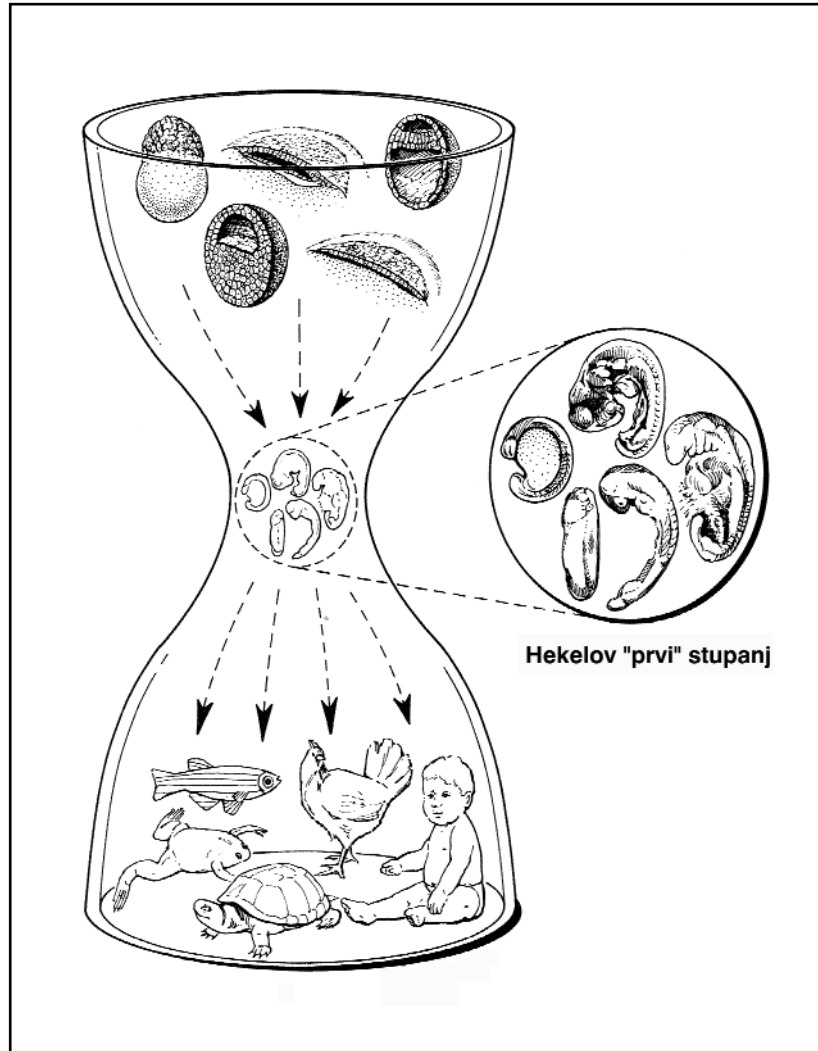
prečniku (slika 5-3, prvi red). Najranije ćelijske deobe kod embriona zebaste ribice, kornjače i pileta donekle su slične, ali kod većine žaba one prožimaju i žumance. Međutim, sisari su potpuno drugačiji, pošto je jedna od dve deobne ravni u drugoj deobi pod pravim uglom u odnosu na drugu (slika 5-3, drugi red). Dalje brazdanje kod četiri druge klase proizvodi stabilan raspored ćelija, ali embrioni sisara postaju nepravilne gomile.

Na kraju brazdanja, ćelije embriona zebaste ribice formiraju veliku kapu na vrhu žumanceta; kod žabe formiraju loptu sa dupljom; kod kornjače i pileta formiraju tanak, dvoslojni disk na vrhu žumanceta; a kod ljudi formiraju disk u okviru lopte (slika 5-3, treći red). Čelijski pokreti tokom gastrulacije su veoma različiti kod ovih pet klasa: kod zebaste ribice ćelije puze preko površine žumanceta; kod žaba one se kreću kao spojen sloj kroz poru u unutrašnju duplju; a kod kornjača, pilića i ljudi prelivaju se preko brazde u šuplju unutrašnjost embrionalnog diska (slika 5-3, četvrti red).

Ako bi implikacije Darwinove teorije za rano razviće kičmenjaka bile tačne, očekivali bismo da ovih pet klasa budu najbližnije kao oplodena jaja; blage razlike bi se pojavile za vreme brazdanja i klase bi se razdvojile još više za vreme gastrulacije. Međutim, ono što stvarno opažamo jeste da jaja ovih pet klasa otpočinju kao prilično različita jedna od drugih; tipovi brazdanja u četiri od pet klasa pokazuju neke opšte sličnosti, ali je tip kod sisara korenito drugačiji. U fazi gastrulacije, riba je veoma različita od vodozemca, a oboje su veoma različiti od gmizavaca, ptica i sisara, koji su donekle međusobno slični. Koji god obrazac da se ovde primeti, to sigurno *nije* obrazac po kome su najraniji stupnjevi najbližniji, a kasniji stupnjevi različiti.

Različitost ranih embriona dobro je poznata

Različitost ranih embriona kičmenjaka bila je poznata biologima više od jednog veka. Embriolog Adam Sedžvik istakao je 1894. godine da fon Berov zakon ranih sličnosti i kasnijih razlika "nije u saglasnosti sa činjenicama razvića". Upoređujući morskog psa sa piletom, Sedžvik je pisao: "Nema stupnja u razviću na kome vešto oko ne bi uspeo da razlikuje ovo dvoje sa lakoćom." Još bliže suštini: "Ako fon Berov zakon uopšte ima neko značenje, sigurno mora da ukazuje da životinje koje su toliko blisko srodne, kao što su pile i patka, ne bi mogle da se razlikuju na ranim stupnjevima razvića; ... ipak, ja mogu da razlikujem embrion pileta i patke od drugog dana." "Nije potrebno naglašavati dalje ove embrionalne razlike", nastavio je Sedžvik, zato što "svaki embriolog zna da one postoje i mogao bi da navede bezbrojne primere za njih. Ja



SLIKA 5-4. Razvojni časovnik sa peskom.

Vertikalna osa predstavlja razvojno vreme, od vrha na dole; horizontalna osa predstavlja morfološku raznovrsnost. Embrioni kičmenjaka otpočinju izgledajući veoma različito, zatim se površno približavaju sredinom razvića na "faringula" ili "filotipskom" stupnju, pre nego što se razdvoje u svoje odrasle oblike.

moram samo da kažem što se tiče njih da je *vrsta posebna i može se razlikovati od svojih srodnika od samih najranijih stupnjeva i tokom celokupnog vremena razvića*" (naglašeno u originalu).

Moderni biolozi su ovo potvrdili. Vilijam Balard (William Ballard) napisao je 1976. godine da "samo semantičkim trikovima i subjektivnim odabiranjem činjenica", "iskrivljivanjem prirodnih činjenica", neko može da obrazlaže da su stupnjevi brazdanja i gastrulacije kičmenjaka "sličniji nego njihovi odrasli stadijumi". Sledeće godine je Erih Blešmit (Erich Blechschmidt) istakao: "Rani stupnjevi ljudskog embrionalnog razvića su različiti od ranog razvića drugih vrsta." A godine 1987., Ričard Elinson (Richard Elinson) je objavio da su žabe, pilići i miševi "korenito različiti u takvim osnovnim karakteristikama kao što su veličina jajeta, mehanizmi oplodjenja, oblici brazdanja i (gastrulacijski) pokreti."

Iznenadujuće, posle prilično različitog razvića u svojim ranim fazama, embrioni kičmenjaka postaju donekle slični tokom sredine razvića. Upravo tu srednju tačku Hekel je izabrao kao "prvi" stupanj za svoje crteže. Iako je uveliko preuveličao sličnosti na ovom stupnju, neke sličnosti postoje. Klasični embriolozi su nazivali ovu središnju tačku "stadijum repnog pupoljka." Godine 1976., Vilijam Balard je nazvao ovaj stupanj "faringula" zbog parnih brazdi i kesica sa obe strane ždrele. Klaus Sander (Klaus Sander) je predložio 1983. godine da se stupanj nazove "filotipski stupanj", pošto različite klase ovde prvi put pokazuju karakteristike zajedničke za sve kičmenjake.

Međutim, neki razvojni biolozi ističu da se srednji deo razvića na kojem su embrioni kičmenjaka najbliži prostire preko nekoliko stupnjeva. "Filotipska tačka nije ni tačka ni stupanj", pisao je Denis Duboul (Denis Duboule) 1994. godine, "već tačnije, niz stupnjeva". A po Majklu Ričardsonu "filotipski stupanj je obmanjujući koncept koji treba da bude ponovo procenjen", zato što se "kod kičmenjaka telesne karakteristike razvijaju tokom širokog opsega različitih stupnjeva, a ne samo na jednom stupnju".

Ipak, niko ne sumnja da embrioni kičmenjaka otpočinju izgledajući veoma različito, približavaju se po izgledu sredinom razvića (iako ne u isto vreme), zatim postaju sve različitiji kako napreduju prema odrasloj dobi. Duboul koristi metaforu "razvojno tajmer-jaje" da opiše ovaj obrazac, dok ga Rudolf Raf (Rudolf Raff) naziva "razvojni peščani sat" (slika 5-4). Iako fon Berovi zakoni nisu primenjivi na embrionalne stupnjeve pre sredine razvojnog časovnika sa peskom, izgleda da su približno primenljivi na kasnijim stupnjevima. Kao što je Raf napisao 1996. godine: "Treba naglasiti da fon Berovi zakoni obezbeđuju nepotpun opis razvića... U stvari, on se bavio samo drugom polovinom ontogenije."

Paradoks za Darwinovu evoluciju

Ali, ako fon Berovi zakoni važe samo za drugu polovinu ontogenije, poreklo sa promenama je lišeno onoga za šta je Darwin verovao da je "najjača pojedinačna klasa činjenica" u njegovu korist. Po Darwinu, sličnosti embriona *na svojim najranijim stupnjevima* su obezbedile dokaze za zajedničko poreklo. Realni obrazac - rane razlike su zame njene sličnostima, a onda ponovo razlikama - potpuno je neočekivan u kontekstu Darwinove evolucije. Umesto da obezbede podršku za Darwinovu teoriju, embriološke činjenice predstavljaju paradoks.

U skorije vreme, neki embriolozi su pokušali da objasne ovaj paradoks predlažući da rano razviće evoluiralo mnogo lakše nego što je bilo ko očekivao. Prema Gregori Vreju (Gregori Wrey), razlike u ranom razviću ukazuju da "velike promene u razvojnim mehanizmima mogu da se razviju prilično brzo". Rudolf Raf predlaže da je "evoluciona sloboda ranih ontogenetskih stupnjeva značajna za obezbeđivanje novih razvojnih obrazaca i životnih istorija". Kakva god da je vrednost takvih predloga, jasno je da oni počinju *pretpostavljajući* realnost Darwinove evolucije, a onda je tumače u okviru embrioloških dokaza.

Naravno, ovo je upravo suprotno zasnivanju evolucione teorije na embriološkim činjenicama. Ako bi neko počeo sa činjenicama, a zatim sledio Darwinovo razmišljanje o implikacijama razvića na evoluciju, verovatno bi zaključio da različite klase kičmenjaka *nisu* potekle od zajedničkog pretka, već da su imale odvojena porekla. Pošto je ovaj zaključak neprihvatljiv za ljude koji su već odlučili da je Darwinova teorija tačna, oni ne mogu da prihvate embriološke činjenice na osnovu izgleda, već moraju da ih reinterpreтираju tako da odgovaraju teoriji.

Tako smo se vratili na polaznu tačku. Fon Ber je zamerao Darwinistima iz devetnaestog veka zato što su prihvatili evolucionu teoriju pre nego što su i počeli da posmatraju embrione. Mnogi savremeni Darwinisti se nisu promenili. Nije važno koliko su embriološke činjenice u suprotnosti sa evolucionom teorijom - teorija, čini se, ne sme da bude dovedena u pitanje. Zbog toga, uprkos ponavljanim osporavanjima, Hekelov biogenetski zakon i lažni crteži nisu otišli.

Hekel je mrtav! Živeo Hekel!

Pošto je Darwinova teorija prihvaćena bez obzira na činjenice, i "ontogenija rekapitulira filogeniju" je logička dedukcija na osnovu te teorije, biološki udžbenici nastavljaju da je predaju - iako obično stavljaju fon Berovo ime u vezu sa njom. Tako izdanje iz 1975. godine klasičnog udžbenika B. I. Balinskog (B. I. Balinsky), "Uvod u embriologiju"

(*Introduction to Embryology*), uključuje zapanjujući pasus: "Fon Berov zakon... može da bude protumačen u svetlu evolucione teorije. U svom novom obliku zakon je poznat kao Miler-Hekelov biogenetski zakon." Po fon Berovom zakonu, nastavlja knjiga, "karakteristike starijeg porekla razvijaju se rano u ontogeniji; karakteristike novijeg porekla razvijaju se kasnije. Otuda, ontogenetsko razviće prikazuje različite crte životinjske organizacije istim redosledom kojim su se razvile tokom filogenetskog razvića. *Ontogenija je rekapitulacija filogenije*" (naglašeno u originalu).

Teško je zamisliti kako bi bilo koja istorija biogenetskog zakona mogla da bude iskrivljenija od ove. Ipak, izvrtnje je ovekovečeno u mnogim savremenim biološkim udžbenicima. I kao da ovo nije dovoljno loše, neki udžbenici čak koriste Hekelove falsifikovane crteže da ilustruju fon Berov zakon.

Na primer, Hekelovi crteži su reprodukovani u izdanju iz 1998. godine višeg fakultetskog udžbenika Dagleasa Futujame, "Evoluciona biologija", ali naslov slike ne spominje Hekela; umesto toga, opisuje crteže kao "ilustraciju fon Berovog zakona". A najnovije izdanje knjige "Uvod u biologiju" (*Invitation to Biology*), od Helene Kertis (Helena Curtis) i Sju Barns (Sue Barnes), reprodukuju gornja dva reda Hekelovih crteža sa sledećim naslovom: "Ovi crteži su zasnovani na radu embriologa iz devetnaestog veka Karl Ernest fon Bera."

Ipak, pogrešno pripisivanje Hekelovih ideja i crteža fon Beru nije najozbiljnija greška u ovim udžbenicima. Ta osobenost ide do njihove upotrebe Hekelovih crteža da pogrešno predstavljaju embriološke činjenice. Kao što smo videli, Hekelovi crteži su obmanjujući na tri načina: (1) uključuju samo one klase i redove koji najbliže odgovaraju Hekelovoj teoriji; (2) iskrivljuju embrione koje bi trebalo da prikažu; i (3) najozbiljnije, u potpunosti izostavljaju ranije stupnjeve na kojima embrioni kičmenjaka izgledaju vrlo različito.

Hekelovi crteži se ne pojavljuju samo u Futujaminoj knjizi i knjizi Kertisove i Barnsove, već i u najnovijem izdanju "Molekularne biologije čelije", od predsednika Nacionalne akademije nauka Brusa Alberta i njegovih saradnika. "Rani razvojni stupnjevi životinja čiji odrasli oblici izgledaju veoma različito, često su iznenađujuće slični", tvrdi Albertsov udžbenik, a neo-darvinistički mehanizmi objašnjavaju zbog čega "embrioni različitih vrsta toliko često podsećaju jedni na druge na svojim ranim stupnjevima i zašto tokom razvića ponekad izgleda da ponavljaju korake evolucije".

Mnogi udžbenici koriste blago prerađene verzije Hekelovih embriona. Jedan primer je izdanje knjige "Biologija" iz 1999. godine, Pitera Rejevna i Džordža Džonsona, koja dopunjuje crteže sledećim tekstom: "Zapazite da rani embrionalni stupnjevi ovih kičmenjaka poseduju

upadljive međusobne sličnosti." Tekst takođe informiše studente: "Neke od najjačih anatomskih činjenica koje potkrepljuju evoluciju dolaze od poređenja razvića organizama. U mnogim slučajevima može se videti kako se evolucionarna istorija organizma pokazuje za vreme razvića preko embriona koji pokazuje karakteristike embriona svojih predaka."

Među drugim primerima su izdanje knjige "Biologija: Jedinstvo i raznovrsnost života" (*Biology: The Unity and Diversity of Life*) iz 1998. godine, od Sisi Star (Cecie Star) i Ralfa Tagarta (Ralph Taggart), koje dopunjuje crteže pogrešnom tvrdnjom da "rani embrioni kičmenjaka veoma liče jedni na druge"; najnovije izdanje knjige Džejsma Gulda (James Gould) i Vilijama Kitona (William Keeton) "Biološka nauka" (*Biological Science*), koja izveštava: "Jedna činjenica iz embriologije koja je navela Darvina na ideju o evoluciji jeste da rani embrioni većine kičmenjaka veoma liče jedni na druge"; i udžbenik Bartona Gatmana iz 1999. godine, "Biologija", koji dopunjuje svoju prerađenu verziju Hekelovih embriona sledećim rečima: "Jedno životinjsko embrionalno razviće nosi ključeve oblika svojih predaka."

Neki udžbenici, umesto da reprodukuju ili prerade Hekelove embrione, koriste stvarne *fotografije*. Knjiga "Biologija", Silvije Madere iz 1998. godine, na primer, sadrži fotografije embriona pileta i svinje, uz koje stoji tekst: "Na ova dva uporedna rana razvojna stupnja, dva embriona imaju mnogo zajedničkih karakteristika, iako su na kraju potpuno različite životinje. To je dokaz da su se razvili od zajedničkog pretka." Maderino korišćenje stvarnih fotografija umesto lažnih crteža je korak u pravom smeru, ali se embriološke činjenice i dalje pogrešno predstavljaju. Kao što smo videli, Hekelovo izvrtanje embriona na sredini razvića je bilo samo *jedan* od njegovih načina pogrešnog predstavljanja; drugi su bili - pristrasno odabiranje klasa i redova koji odgovaraju njegovoj teoriji i izostavljanje ranijih stupnjeva. Oba ova pogrešna predstavljanja su ovekovečena - rekapitulirana, kako bi neko mogao da kaže - od strane Madere.

Izdanje knjige "Biologija" iz 1999. godine, od Kembela, Risa i Mičela, takođe koristi fotografije stvarnih embriona koje obmanjuju studente. Kao i Maderina knjiga, ova poredi sisara sa piletom, koje sasvim slučajno liči na sisara više nego bilo koja druga klasa kičmenjaka na tom stupnju. Iako udžbenik upozorava studente da je "teorija rekapitulacije preuveličana", takođe im govori da "ontogenija može da obezbedi putokaze za filogeniju".

Da li ljudski embrion liči na ribu?

Korišćenje fotografija embriona za obmanjivanje ljudi o rekapitulaciji nije ograničeno na udžbenike. Izdanje časopisa *Life* iz novembra 1996. godine sadrži upečatljive fotografije embriona čoveka, makaki majmuna, lemura, svinje i pileta. Slike su rad fotografa Lenarta Nilsona (Lennart Nilsson), a prateći tekst je napisao biolog sa Braun Univerziteta, Kenet Miler (Kenneth Miller).

Miler opisuje razviće embriona čoveka kao "mikroskopski put kroz evoluciono vreme", iako odbacuje Hekelov biogenetski zakon da čovek "na svom putu ka rođenju postaje riba, vodozemac i tako dalje uz evolucionu lestvicu". Rekapitulacionizam, po Mileru, "obezbeđuje primer kako određena pojavljivanja mogu da obmanu čak i istaknute naučnike". Ipak, Miler takođe opisuje kako čovečijim embrionima "izrastaju izrastaji nalik na peraja i nešto što vrlo liči na škrge". Te karakteristike "nalik na škrge" su "zaveštanje primitivne ribe" i to je "jedan od najubedljivijih dokaza evolucije od kada je Darwin objavio knjigu 'Postanak vrsta' 1859. godine".

Miler nije jedini biolog koji vidi karakteristike "nalik na škrge" kod ljudskih embriona. Prema knjizi "Uvod u biologiju", autora Kertisa i Barnsa, "rani embrioni (kičmenjaka) skoro da ne mogu da se razlikuju. Svi imaju istaknute škržne kesice". Knjiga "Biološka nauka", autora Gulda i Kitona, informiše studente da su "nagoveštaji tragova njihove genealogije očigledni kod kičmenjaka... Ljudski embrioni, na primer, imaju škržne kesice". Knjiga "Biologija", autora Rejvena i Džonsona, tvrdi da "rano u svom razviću, ljudski embrioni poseduju škržne proreze, kao riba". A knjiga "Evolucionarna biologija", autora Futujame, takođe izjavljuje: "Rano u razviću, ljudski embrioni skoro da ne mogu da se razlikuju od ribljih, i nakratko pokazuju škržne proreze."

Međutim, sve ove izjave jesu verzije Hekelovog biogenetskog zakona. Sve one projektuju evolucionu teoriju na embriološke činjenice i iskrivljuju te činjenice da bi se slagale sa teorijom. Prava slika izgleda prilično drugačije.

"Škržni prorezi" nisu škržni prorezi

Tokom sredine razvića, svi embrioni kičmenjaka poseduju niz proreza u vratnom regionu, ili ždreleu. Konveksni delovi proreza se zovu ždrelni "luci" ili "grebeni", a konkavni delovi se zovu "prorezi" ili "kese". Ali ždrelni prorezi nisu škrge. Oni čak nisu škrge ni na faringula stupnju embriona riba.

Kod riba, ždrelni prorezi se kasnije razvijaju u škrge, ali kod gmizava- ca, sisara ili ptica razvijaju se u potpuno druge strukture (kao što su unutrašnje uho i paratireoidna žlezda). Kod gmizavaca, sisara i ptica, ždrelni prorezi nikada nisu čak ni začeci škrge; *nikada* nisu "nalik na škrge" osim u površnom smislu da formiraju niz paralelnih linija u vrat- nom regionu. Britanski embriolog Luis Vulpert (Lewis Wolpert) kaže: "Viša životinja, kao što je sisar, prolazi kroz embrionalni stupanj na kome postoje strukture koje liče na škržne proreze riba. Ali, ova sličnost je prividna i strukture kod embriona sisara samo liče na strukture *embri- ona* riba od kojih će nastati škrge."

Drugim rečima, nema *embrioloških* razloga da zovemo ždrelnu kesu "nalik škrgama". Jedino opravdanje za taj termin je teoretska tvrdnja da su se sisari razvili od ribolikih predaka. Švajcarski embriolog Ginter Rejger (Gunter Rager) objašnjava: "Koncept 'ždrelni luci' je čisto deskriptivan i ideološki neutralan. Opisuje proreze koji se javljaju u (vratnom) regionu.... Međutim, kod čoveka škrge nikada ne postoje."

Jedini način da se vide strukture "nalik na škrge" kod ljudskih embri- ona jeste da se evolucija tumači u okviru razvika. Ali kada je to jednom urađeno, razvike ne može da se koristi kao dokaz za evoluciju bez zapadanja u kružno rezonovanje - kao ono koje se koristilo da se zaključuje zajedničko poreklo iz neo-darvinističkog koncepta homologi- je (poglavlje 4). Jednostavno rečeno: Nema nikakvog načina da "škržni prorezi" kod ljudskih embriona mogu da se logički koriste kao dokaz za evoluciju.

Uprkos tvrdnjama da niko više ne veruje u Hekelovu rekapitulaciju, evo je opet. Škrge nisu embrionalne strukture, čak ni kod riba. "Videti" ih u drugim klasama kičmenjaka je tumačenje odraslih struktura u okviru embriona.

Prema tome, rekapitulacija nastavlja da diže svoju ružnu glavu. Iako su biolozi znali tokom jednog veka da ne odgovara činjenicama, i iako je trebalo da bude odbačena 1920-tih, rekapitulacija nastavlja da iskrivlju- je naša posmatranja embriona. Pored toga, iako su biolozi takođe znali više od jednog veka da su Hekelovi crteži falsifikati i da najraniji stup- njevi u razviku kičmenjaka nisu najbliži, udžbenici nastavljaju da koriste te crteže (ili gotovo isto obmanjujuće fotografije) da ubede stu- dente koji nisu sumnjičavi da Darwinova teorija počiva na embriološkim činjenicama.

Od 1977. godine kada su Ričardson i njegovi saradnici podsetili biologe da Hekelovi embrioni pogrešno predstavljaju istinu, darvinisti su došli pod pojačani kritičizam zbog nastavljanja njihovog korišćenja. Tek nedavno, Daglas Futujama i Stefan Džej Guld su bili podstaknuti da odgovore na te kritike.

Užasno!

Februara 2000. godine pisac udžbenika Daglas Futujama poslao je poruku internet forumu Kanzas Sitija kao odgovor kritičaru koji ga je optuživao za laganje korišćenjem Hekelovih embriona u svom udžbeniku iz 1998. godine, "Evoluciona biologija". U svoju odbanu, Futujama je objasnio da pre čitanja optužbe kritičara nije bio svestan nesaglasnosti između Hekelovih crteža i realnih embriona kičmenjaka. Tek pošto je konsultovao razvojnog biologa saznao je o skorašnjem radu Ričardsona i njegovih saradnika.

Prema tome, Futujama, profesionalni evolucionni biolog i autor udžbenika postdiplomskog nivoa, nije znao o Hekelovim falsifikovanim crtežima - priznanje neznanja za koje nije verovatno da će da izazove mnogo pouzdanja u kvalitet naših bioloških udžbenika. Ali, sada on zna da je "Hekel bio neprecizan i obmanjivački", i rekao je da će to uzeti u obzir u budućim izdanjima svoje knjige.

Međutim, Futujama je tvrdio da iako je Hekel preuveličao njihove sličnosti da su "raznovrsni embrioni stvarno veoma slični - govorimo o prilično malim razlikama". Obrazlagao je da su "Hekelove nepravilnosti, bilo da su bile sa namerom da obmanu ili ne, beznačajne u poređenju sa celokupnom porukom". Poruka, prema Futujami, jeste da je ono što on zove fon Berovim zakonom tačno: "Embrioni ptica i sisara su stvarno sličniji nego njihovi odrasli stadijumi." Na primer, "svi embrioni kičme- njaka... *stvarno* imaju škržne proreze" (naglašeno u originalu).

U izdanju časopisa *Natural History* iz marta 2000. godine, Stefan Džej Guld je odgovorio Majklu Bihu (Michael Behe), biologu koji je kri- tikovao Hekelove embrione u časopisu *New York Times* od 13. avgusta 1999. godine. Guld je potvrdio da je Hekel falsifikovao svoje crteže. "Da pređemo na suštinu ove drame", pisao je Guld, "Hekel je preuveličao sličnosti idealizacijama i izostavljanjima. Takođe je, u nekim slučajevima - u procesu koji može jedino da se nazove nepošten - prosto stalno izno- va kopirao istu sliku".

Međutim, za razliku od Futujame, Guld je priznao da je već znao za to; u stvari, znao je za to više od dvadest godina. (Kao istoričar nauke, Guld je napisao veliku knjigu o ovom predmetu 1977. godine, "Ontogenija i filogenija" (*Ontogeny and Phylogeny*).) Optuživao je skorašnje izveštaje za pravljenje senzacije od te priče dajući utisak "da je Ričardson prvi otkrio Hekelovo nečasno delo". Guld je nastavio: "Priče o prevarama u nauci uzbuđuju maštu sa dobrim razlogom. Provući se sa akademskim ekvivalentom ubistva, a onda biti otkriven vek posle svojih nedela, čini priču još boljom."

Ali, ako su biolozi od početka znali da su Hekelovi crteži falsifiko- vani, zašto se onda oni još uvek koriste? Guld je svalio krivicu na pisce

udžbenika, optužujući ih za pojednostavljanje njihovog predmeta do te mere da ga učine netačnim. "Mislim da imamo prava", pisao je, "da bude-
mo i zaprepašteni i postidjeni stoletnim nepromišljenim recikliranjem
koje je dovelo do opstanka ovih crteža u velikom broju, ako ne i u većini,
savremenih udžbenika".

Prema tome, Guld okrivljuje pisca udžbenika, dok se pisac udžbeni-
ka pravda neznanjem. Međutim, obojica su brzi kada treba da kritikuju
zastupnike stvaranja. "Zapazite da je nauka samoispravljaajući proces",
napisao je Futujama kao odgovor svom kritičaru iz Kanzasa, "za razliku
od kritika nauke koju iznose zastupnici stvaranja; evolucionari biolozi sami
otkrivaju nepravilnosti u ranijoj literaturi iz svoje oblasti". A Guld
optužuje zastupnike stvaranja za preneglašavanje rada Ričardsona i nje-
govih saradnika praveći "surogatne" i "senzacionalističke" napade da je
"osnovni stub Darvinizma, i evolucije uopšte, otkriven kao pogrešan
posle više od veka" nekritičkog prihvatanja.

Ali Futujama je bio taj koji je nepromišljeno reciklirao Hekelove
embrione u nekoliko izdanja svog udžbenika, dok ga jedan zastupnik
stvaranja nije kritikovao zbog toga. A Guld je bio taj koji je (uprkos tome
što je znao istinu više od dvadeset godina) ćutao dok jedan zastupnik
stvaranja (u stvari, kolega biolog) nije izložio problem. A za svo to vreme
Guld je puštao svoje kolege da postaju saučesnici u onome što on sam
naziva "akademskim ekvivalentom ubistva".

Archaeopteryx: karika koja nedostaje

Kada je Čarls Darvin objavio knjigu "Postanak vrsta" 1859. godine,
priznao je da fosilni zapis predstavlja ozbiljan problem za njegovu teori-
ju. "Prema teoriji prirodnog odabiranja", pisao je, "sve žive vrste su bile
povezane sa roditeljskom vrstom svakog roda, sa razlikama ne većim od
onih koje danas vidimo između prirodnih i domaćih varijeteta iste vrste".
Kao posledica toga, "broj posrednih i prelaznih formi, između svih živih
i izumrlih vrsta, mora da je bio neshvatljivo velik". Ipak, 1859. godine te
prelazne forme nisu bili nađene.

Darvin je pripisao njihovo odsustvo "neočuvanosti fosilnog zapisa".
Tvrđio je da većina organizama nikada nije bila sačuvana, ili ako je
sačuvana, bila je kasnije uništena, tako da "ne možemo da očekujemo da
nađemo u našim geološkim formacijama beskonačan broj tih prelaznih
forme koje su, po našoj teoriji, povezivale sve prošle i sadašnje vrste iste
grupe u dugačak i razgranat lanac života. Trebalo bi da tražimo samo
nekoliko veza".

Dve godine kasnije, usred žestokog spora oko Darvinove teorije,
došla je dramatična objava da je jedna od tih veza pronađena. Godine
1861., Herman fon Mejer (Hermann von Meyer) opisao je fosil za koji
je izgledalo da je prelazna forma između gmizavaca i ptica. Otkriven u
nalazištu krečnjaka u Solenhofenu, u Nemačkoj, fosil je imao krila i
perje; ali je takođe imao zube (koje nema nijedna savremena ptica),
dugačak rep nalik gušterskom i kandže na svojim krilima. Mejer je naz-
vao novootkrivenu životinju *Archaeopteryx* (što znači "drevno krilo").

Godine 1877., pronađen je jedan još očuvaniji primerak roda
Archaeopteryx. Prvi primerak je smešten u Prirodnačkom muzeju u
Londonu (i danas je poznat kao "Londonski primerak"), dok je drugi
smešten u Humboltovom muzeju u Berlinu ("Berlinski primerak") (slika
6-1). Nađeno je još šest drugih primeraka, što zajedno čini osam (iako
jedan predstavlja samo jedno pero, a jedan je izgubljen). Ali, berlinski
Archaeopteryx je najkompletniji i najbolje očuvan, i postao je poznat

milionima ljudi kao karika koja nedostaje, koja je potvrdila Darwinovu teoriju.

Ipak, uloga roda *Archaeopteryx* kao veze između gmizavaca i ptica veoma je sporna. Paleontolozi se sada slažu da *Archaeopteryx* nije predak savremenih ptica, a njegovi preci su predmet jedne od najžešćih raspravi u savremenoj nauci. Karika koja nedostaje izgleda da još uvek nedostaje.

"Prva Ptica"

Solenhofen krečnjak, u kojem je otkriveno svih osam primeraka roda *Archaeopteryx*, je iz geološkog perioda poznatog kao gornja (ili kasna) jura, od navodno pre oko 150 miliona godina. Ovo čini rod *Archaeopteryx* najranijom poznatom pticom - ili bar, najranijom nespornom pticom. Nekoliko njenih primeraka - naročito berlinski primerak - takođe su među najlepšim fosilima koji su ikada pronađeni. Solenhofen krečnjak je toliko sitnozrn da se vadi za upotrebu u štamparskom procesu poznatom kao litografija, i on je sačuvao rod *Archaeopteryx* do sitnih detalja - sve do strukture njegovog pera.

"Nadzornicima muzeja", pišu paleontolozi Lovel Dingus (Lowell Dingus) i Timoti Rou (Timothy Rowe), "ime *Archaeopteryx* zvuči kao ime Rembranta, Stradivarijusa ili Mikelandela". Rečima ornitologa Alana Fedučije (Alan Feduccia), berlinski *Archaeopteryx* "bi mogao da bude najznačajniji postojeći primerak iz istorije prirode... Van svake sumnje, to je najpoznatija i najviše ilustrovan fasilna životinja". A paleontologu Petu Šipmanu (Pat Shipman) on je "više nego najlepši fosil na svetu... (on je) ikona - sveti ostatak prošlosti koji je postao moćan simbol samih evolucionih procesa. On je Prva Ptica".

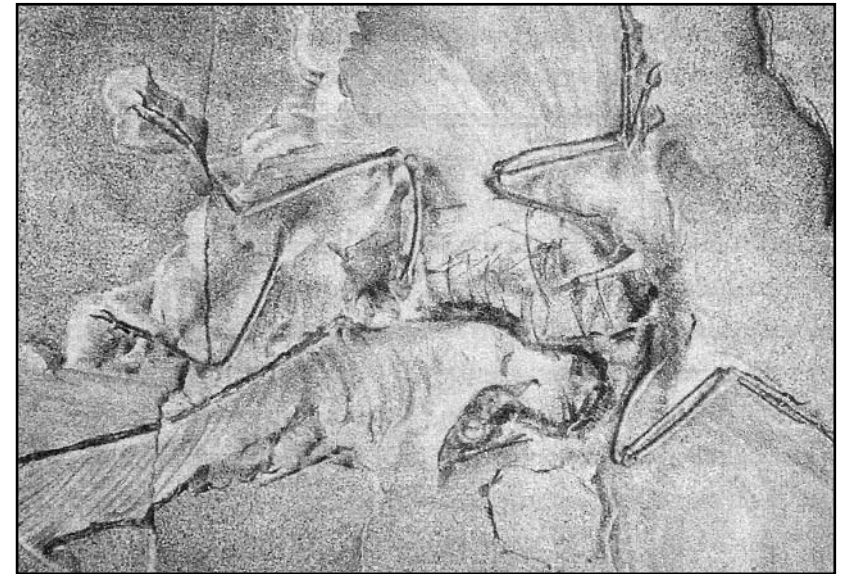
Status ikone Prve Ptice nije prošao bez osporavanja. Godine 1983., teksaški paleontolog Sankar Četerje (Sankar Chatterjee) pronašao je fosil iz gornjeg trijasa, starog navodno oko 225 miliona godina, koji je proglasio za "najstariju poznatu fosilnu pticu". Međutim, kada su Četerjeve kolege pregledali fosil, pronašli su ga "pregaženog" i bio je "zdrobljen i smrskan i razbijen". Nije bilo perja. Neki eksperti su čak doveli u pitanje da li su sve kosti delovi iste životinje. Četerje je od tada pronašao i druge primerke, iako nijedan od njih takođe nije imao perje. Drugi paleontolozi ostaju skeptični.

Druga vrsta izazova za rod *Archaeopteryx* došla je 1986. godine od britanskih kosmologa Freda Hojla (Fred Hoyle) i Čandra Vikramasinge (Chandra Wickramasinghe). Hojl i Vikramasinga tvrde da je londonski primerak falsifikovan pritiskanjem savremenih pera na cement kojim je premazan mali dinosaur. Međutim, britanski paleontolog Alan Čarig

(Alan Charig) i njegovi saradnici pokazali su da je optužba za prevaru neosnovana. Iako značaj roda *Archaeopteryx* za evoluciju ptica ostaje sporan, sve strane u sadašnjem sporu se slažu da su fosili pravi.

Karika koja nedostaje

Kada je prvi skelet roda *Archaeopteryx* otkriven 1861. godine, naveliko je proglašavan kao nedostajuća veza predviđena Darwinovom teorijom. Naučnici tog vremena označavali su ga kao "neosporan" dokaz za evoluciju. Za ogromni jaz između gmizavaca i ptica koji je ranije izgledao nepremostiv, sada je izgledalo da je premošten pticom nalik gušteru. Najupečatljivija stvar kod fosila roda *Archaeopteryx* jeste njegova divno sačuvano perje, koje je strukturno slično perju savremenih ptica letačica. Ali, životinja je imala vilice sa zubima kao gmizavac, umesto kljuna nalik ptičjem, i imala je dugačak, koščat rep nalik gmizavcima. Takođe je imala kandže na svojim krilima, karakteristiku koja se prolazno javlja za vreme razvića samo kod nekoliko savremenih ptica.



SLIKA 6-1. Berlinski *Archaeopteryx*.

U pitanju je najkompletniji i najočuvaniji od osam poznatih primeraka roda *Archaeopteryx*. Vlasništvo je Humbolt muzeja iz Berlina. (Fotografija biblioteke Linda Hol (Linda Hall Library), Kansas Siti, Misuri.)

Darvinov vatreni branilac, Tomas Henri Haksli (Thomas Henry Huxley), pomogao je u propagiranju roda *Archaeopteryx*, iako je u stvari smatrao drugi fosil iz Solenhofena za važniju "nedostajuću kariku" između gmizavaca i ptica. Drugi fosil je bio *Compsognathus*, mali dinosaurus nalik ptici koji je pomalo ličio na rod *Archaeopteryx*, ali nije imao perje. Jedan primerak roda *Archaeopteryx* (sastavljen 1951. godine) kod koga perje nije odmah prepoznato, čak je bio pogrešno indentifikovan kao *Compsognathus* tokom nekoliko godina.

Iako je Haksli gledao na rod *Archaeopteryx* kao na važan dokaz za Darwinovu teoriju, smatrao je da *Compsognathus* "još bliže odgovara 'nedostajućoj vezi' između gmizavaca i ptica", i čak je pretpostavljao da su se ptice razvile od dinosaurusa. Međutim, priznavao je da "mi ne posedujemo znanje o životinjama koje su povezivale gmizavce i ptice istorijski i srodnički", i da nam fosili "samo pomažu da formiramo razumnu predstavu o tome kakve su bile te prelazne forme".

U poslednjem izdanju knjige "Postanak vrsta", Darwin je pomenuo skorašnja fosilna otkrića koja su ubedila mnoge ljude u istinitost njegove teorije. "Čak je i veliki prekid između ptica i gmizavaca", pisao je, "kako je pokazao (Haksli), delom premošćen na najneočekivaniji način" uz pomoć rodova *Archaeopteryx* i *Compsognathus*. Ali, pošto je ovaj drugi bio savremenik sa prvim, nije mogao da bude njegov predak. *Archaeopteryx* je preuzeo centralno mesto kao nedostajuća karika. Godine 1982., neo-darvinista sa Harvarda, Ernest Majer (Ernst Mayr), nazvao je rod *Archaeopteryx* "skoro savršenom vezom između gmizavaca i ptica".

Ali, postoji mnogo strukturnih razlika između roda *Archaeopteryx* i savremenih ptica da bi one bile njegovi potomci. Godine 1985., paleontolog sa Univerziteta Kanzas, Leri Martin (Larry Martin), napisao je: "*Archaeopteryx* nije predak nijedne grupe savremenih ptica." Umesto toga, on je "najraniji poznati član potpuno izumrlih grupa ptica." A 1996. godine, paleontolog Prirodnjačkog muzeja iz Nju Jorka, Mark Norell (Mark Norell), nazvao ga je "vrlo značajnim fosilom", ali je dodao da većina paleontologa danas veruje da on nije direktni predak savremenih ptica.

Iako je rašireno slaganje oko ove stvari, postoji veliko neslaganje oko druge. Koje životinje su mogle da budu preci roda *Archaeopteryx*? Spor obuhvata dve različite vrste pitanja: Kako je nastala sposobnost letenja? I na koji način određujemo fosilne pretke?

Nastanak leta

Evolucija ptica od ne-letećih predaka ne bi bila jednostavna stvar, zato što sposobnost letenja zahteva velike promene životinjske anatomije i fiziologije. Postoje dve važne teorije o tome kako je mogla da nastane sposobnost letenja: teorija "sa drveća na dole", i teorija "sa zemlje naviše". Po prvoj, preci ptica su počeli svoje evoluciono putovanje skačući sa drveća, postepeno akumulirajući male adaptacije koje su produžavale njihovu sposobnost lebdenja i jedrenja. Po drugoj, male životinje su trčeći za plenom po zemlji postepeno akumulirale male adaptacije koje su povećavale njihove sposobnosti dosezanja i skakanja. U obe teorije, krajnji korak je sticanje krila i sposobnosti za pravo letenje njihovim mahanjem.

Velika prednost teorije "sa drveća na dole" jeste da gravitacija predstavlja manji problem za nju nego za teoriju "sa zemlje naviše". Lakše je zamisliti kako bi životinje, koje su već u vazduhu, mogle da razviju sposobnost da tu ostanu malo duže, nego zamisliti kako bi životinja na zemlji mogla da razvije sposobnost da uzleti. Padajuća životinja bi počela da "propada kao sa padobranom" šireći svoje udove da ublaži pad. Male promene koje bi povećale njenu površinu, kao što su kožne membrane, mogle bi da daju blagu prednost u borbi za opstanak, i buduće generacije bi mogle da imaju malo veće kožne membrane. Drugi korak bi bio jedrenje, na kojem bi životinje sa još većim kožnim membranama mogle da prelaze veće razdaljine pre nego što stignu do zemlje, kao "leteće" veverice. Prema teoriji, životinje koje jedre na kraju su stekle sposobnost pravog letenja mahanjem krilima.

Po teoriji "sa zemlje naviše", ptice su se razvile od životinja koje su trčale po zemlji loveći plen. Prirodno odabiranje je moglo da favorizuje sposobnost da se trči na snažnim zadnjim udovima, ostavljajući prednje udove slobodne za hvatanje sledećeg obroka. Ako je prirodno odabiranje takođe favorizovalo duže prednje udove čineći hvatanje lakšim, takve životinje bi (po teoriji) mogle da razviju krila i sposobnost za letenje.

Značajna razlika između ove dve teorije, bar za sadašnje sporove oko evolucije ptica, jeste da nagoveštavaju veoma različite pretke roda *Archaeopteryx*. Teorija "sa drveća na dole" ukazuje da su preci ptica bili četvoronožni gmizavci koji su se penjali i skakali sa drveća, dok teorija "sa zemlje naviše" zahteva dvonožne gmizavce koji su trčali po zemlji i koristili svoje prednje udove za hvatanje plena. Četvoronožni gmizavci, koji su se možda penjali po drveću, javljaju se u fosilnom zapisu navodno mnogo pre roda *Archaeopteryx*. Ali, dvonožni gmizavci koji trče po zemlji, i imaju druge karakteristike koje bi mogle da se očekuju kod pretka roda *Archaeopteryx*, pojavljuju se kasnije.

Na prvi pogled, teorija "sa drveća na dole" mogla bi da izgleda verovatnija. Ali, jedan relativno nov metod za analiziranje fosila - zasnovan na strogoj primeni Darwinove teorije - postao je prilično popularan zadnjih godina. Taj novi metod zove se "kladistika" (od grčke reči koja znači "grana"), i on vodi do zaključka da su preci roda *Archaeopteryx* bili dvonožni dinosauri.

Kladistika

Živa bića su klasifikovana u grupe na osnovu njihove sličnosti. Kao što smo videli u poglavlju o drvetu života, ljudi mogu da budu grupisani sa primatima, primati sa sisarima, sisari sa kičmenjacima, a kičmenjaci sa ostalim životinjama. Ovu "gnezdastu hijerarhiju" živih bića davno je pre Darvina primetio Karl Line, koji je osmislio savremeni biološki sistem klasifikacije.

Po Lineu, gnezdasta hijerarhija je odražavala božanski plan stvaranja. Po Darwinu, ona je proizašla iz razgranatog obrasca porekla od zajedničkih predaka. Ali, iako je Darwinova teorija postala široko prihvaćena 1930-tih, Lineov pristup biološkoj klasifikaciji nije bio odmah pogođen.

Međutim, do 1980-tih, većina evolucionih biologa je reinterpretila biološku klasifikaciju po Darwinovim linijama. Godine 1988., biolog sa Berklija, Kevin de Kviros (Kevin de Queiroz), napisao je da je evolucija "aksiom iz koga se metodi i koncepti sistematike dedukuju" (naglašeno u originalu). "Uzimanje evolucije za aksiom", nastavio je de Kviros, "zahteva da se ranije postojeći metodi i koncepti sistematike ponovo procene u svetlu evolucije. Usvajanje takve perspektive treba da dovede Darwinovu revoluciju... do ispunjenja".

Kada se biološka klasifikacija reinterpretila u svetlu Darwinove evolucije, sva grupisanja postaju nizovi predak-potomak. Organizmi mogu da budu grupisani zajedno samo ako dele zajedničkog pretka, a svaka grupa uključuje zajedničkog pretka i sve njegove potomke.

Nova perspektiva, prvi put izložena od strane nemačkog biologa Vili Heniga (Willi Hennig) 1950-tih, za svoje dokaze se oslanja u potpunosti na homologije. Kao što smo videli u poglavlju o udovima kičmenjaka, savremeni darvinisti definišu homologiju kao sličnost usled zajedničkog porekla. Jednom definisana na ovaj način, homologija ne može da bude korišćena kao dokaz za zajedničko poreklo bez dokazivanja u krug. Po Henigovom pristupu, za organizme se prosto pretpostavi da su povezani zajedničkim poreklom, i njihove karakteristike se onda koriste za zaključivanje o tačkama na kojima su se njihove linije razdvojile u posebne grane (otuda ime, "kladistika").

U kladistici, upoređenja karakteristika imaju prvenstvo nad svim ostalim. "Anatomski detalji ili karakteristike", piše paleontolog Pat Šipman, "sačinjavaju dokaze koji se dodaju za povećanje verodostojnosti dokaza" evolucionih odnosa. Drugi faktori se odbacuju. Na primer, fizičke poteškoće svojstvene teoriji "sa zemlje naviše" o nastanku sposobnosti letenja - nebitne su; ono što je bitno jeste da su ptice anatomski sličnije dvonožnim dinosaurima nego četvoronožnim gmizavcima koji se penju. "Kladističaru" (neko ko koristi kladistički metod), rasprava oko nastanka sposobnosti letenja je sekundarna, ako ne i nebitna.

Redosled kojim se životinje pojavljuju u fosilnom zapisu takođe postaje sekundaran ili nebitan. Ako se o evolucionim odnosima zaključuje samo na osnovu poređenja karakteristika, životinja može da bude potomak neke druge čak iako se pretpostavljeni predak pojavljuje navodno tek nekoliko miliona godina kasnije. Fosilni zapis je prosto preraspoređen tako da odgovara rezultatima kladističke analize.

Preraspoređivanje činjenica

Primena kladistike na evoluciju ptica navodi na zaključak da je predak roda *Archaeopteryx* bio dvonožni dinosaur. Zaista, sličnost između roda *Archaeopteryx* i dinosaura roda *Compsognathus* bila je ta koja je podstakla Hakslija da pretpostavi da su se ptice razvile od dinosaura. Ali (kao što smo prethodno videli) konkretni dinosaur je odbačen kao predak ptica zato što je bio iste starosti kao i *Archaeopteryx*.

Ironično, kada je kladistika jednom preovladala i sličnost postala jedini kriterijum za srodničke odnose, paleontolozi su utvrdili da je najverovatniji kandidat za pretka roda *Archaeopteryx* navodno živeo desetina miliona godina *kasnije*. Više nije savremenost sa rodnom *Archaeopteryx* bila ta koja je isključila rod *Compsognathus* kao pretka, već činjenica da nije imao sve odgovarajuće karakteristike. Prema kladistima, životinje sa pravim karakteristikama su bili dinosauri nalik pticama koji su živeli u periodu krede, dugo nakon što je *Archaeopteryx* izumro. Ali onda, da bi se pticoliki dinosauri načinili precima ptica, fosilne činjenice moraju da budu preraspoređene (slika 6-2).

Očigledni prigovor da životinja ne može da bude starija od svog pretka odbijen je pretpostavljajući da predački oblik mora da je postojao pre svog potomka, ali njegovi fosilni ostaci ne mogu da se pronađu. Drugim rečima, zastupnici kladistike navode neočuvanost geološkog zapisa - onaj isti razlog koji je Darwin naveo za problematično odsustvo prelaznih formi. Međutim, kao rezultat toga, praznine u fosilnom zapisu su postale

naglašenije nego ikad. Ogromni delovi vremena su ostavljeni bez fosilnih činjenica koje bi podržale kladističke filogenije.

Kritičari kladističke metodologije obrazlažu da su karakteristike na kojima kladisti zasnivaju svoje analize mogle da se razviju nezavisno i da ne moraju obavezno da ukazuju na zajedničko poreklo. Kritičari takođe obrazlažu da iako je fosilni zapis nepotpun, nije toliko nepotpun koliko kladističke analize nagoveštavaju. Kladisti se ne slažu i rezultat toga je žestoka rasprava.

Paleontolog iz američkog Prirodnjačkog muzeja, Luis Čiape (Luis Chiappe), koji je kladista, nije zabrinut implikacijom da su ptice potekle od dinosaurusa za koje izgleda da su mnogo mlađi. "Mi ne gledamo na vreme kao na nešto naročito značajno", kazao je Čiape u članku časopisa *BioScience* iz 1997. godine. "Mi mislimo da je fosilni zapis nepotpun." Ali kritičar Džon Ruben (John Ruben), paleobiolog sa Univerziteta Oregon, tvrdi da nepotpunost fosilnog zapisa opravdava skepticizam, a ne kladističke pretpostavke. "Ono što bi trebalo da kažemo jeste: 'Ne znamo,'" citiran je Ruben. "Toliko mnogo toga je samo vruć vazduh."

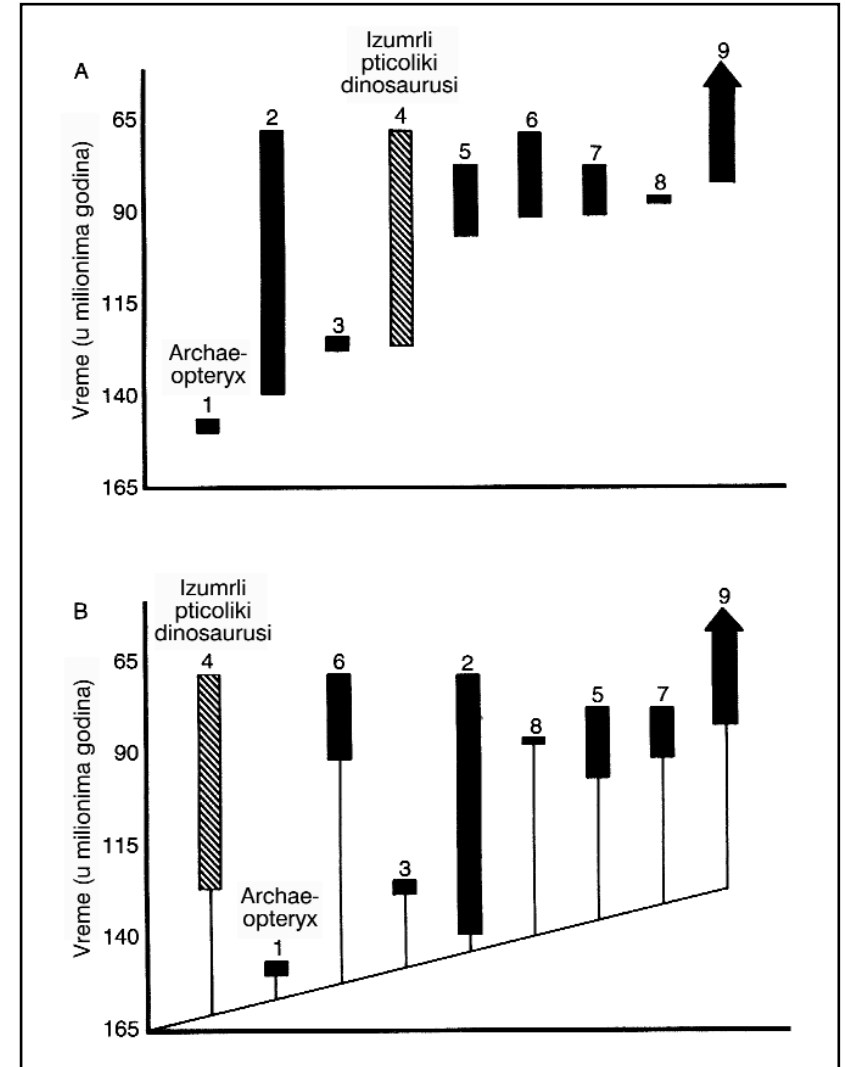
Kakve god da su vrednosti kladističke analize, ona ima značajne posledice za rod *Archaeopteryx*. Ona uklanja "Prvu Pticu" sa svog statusa ikone kao nedostajuće karike i pretvara je u samo još jednog pernatog dinosaurusa.

Svrgavanje sa prestola roda *Archaeopteryx*

Kladističko grupisanje uključuje zajedničkog pretka i sve njegove potomke, pa ako su ptice potekle od dinosaurusa, onda ptice *jesu* dinosaurusi. Kladisti Louel Dingus (Lowell Dingus) i Timoti Rou (Timothy Rowe) govore svojim studentima da su ptice "nastavljači" dinosaurusa. Iako većina ljudi misli o "dinosaurusu" kao sinonimu za zastarelost, Dingus i Rou tvrde da rasprostranjenost ptica u savremenom svetu čini dinosauruse "jednom od najvećih uspešnih istorija Majke Prirode".

Tvrđnja da su ptice dinosaurusi zvuči mnogim ljudima - uključujući mnoge biologe - prilično čudno. Iako proizilazi iz kladističke teorije, protivreči zdravom razumu. Ptice i dinosaurusi mogu da budu slični u nekim pogledima, ali su takođe veoma različiti. Ako su ptice dinosaurusi, onda su po istom načinu razmišljanja, ljudi - ribe. Kao što smo videli u poglavlju o Hekelovim embrionima, takva vrsta "logike" podstiče ljude da vide "škržne proreze" kod ljudskih embriona koji nisu ništa te vrste.

Ako su kladisti u pravu, onda su ptice prosto pernati dinosaurusi. Po Henri Giju, glavnom naučnom dopisniku časopisa *Nature*, jedna od posledica je "svrgavanje sa prestola" roda *Archaeopteryx*. "Jednom



SLIKA 6-2. Kladistička teorija i fosilni zapis.

(A) Realni fosilni zapis nekih grupa gmizavaca i ptica, poredan po redosledu njihovih pojavljivanja. Vertikalna osa predstavlja vreme, sa najskorijim pri vrhu. Grupe su: (1) *Archaeopteryx*; (2-3) dve grupe izumrlih ptica; (4) grupa izumrlih pticolikih dinosaurusa; (5-8) još grupa izumrlih ptica; i (9) savremene ptice. (B) Evolucionari odnosi među istim grupama, prema kladistici. Zapazite duge delove hipotetičkih linija (tanke linije) gde nedostaju fosilni dokazi (široki stupci).

davno, *Archaeopteryx* je stajao sam kao najranija fosilna ptica. Njegova jedinstvenost učinila ga je ikonom, dajući mu status pretka", napisao je Gi 1999. godine. Ali, postojanje drugih predaka ptica (iako su njihovi fosili mlađi) "pokazuje da je *Archaeopteryx* samo još jedan dinosaurus sa perjem".

Ali, ako *Archaeopteryx* više nije nedostajuća karika, šta je onda? Ironično, kladistička revolucija je vaskrsela potragu za prelaznim formama koju je *Archaeopteryx* trebalo da okonča. Sada svakih nekoliko meseci neki paleontolog objavljuje otkriće druge "nedostajuće karike", kao da Prva Ptica nikada nije bila pronađena. *Archaeopteryx*, ptica u ruci, napuštena je za dve na grani. Jedna skorašnja posledica bila je najneprijatnija fosilna prevara od vremena Piltdauna.

"Piltdaunska ptica"

Geolog amater Čarls Douson (Charles Dawson) i Britanski muzej objavili su 1912. godine otkriće blizu mesta Piltdaun, u Engleskoj - navodnu nedostajuću kariku između majmuna i ljudi. Primerak je bio izložen u Britanskom muzeju sve dok nije utvrđeno da je lažan, 1953. godine. Neko je spojio staru ljudsku lobanju sa donjom vilicom savremenog orangutana, koja je obrađena da izgleda kao deo iste jedinke. "Piltdaunski čovek" ostaje najpoznatija fosilna prevara u istoriji nauke.

Godine 1999., jedan amater, ljubitelj dinosaurusu, Stefan Čerkas (Stephen Cserkas) i Nacionalno geografsko udruženje objavili su da je fosil koji je bio kupljen za 80.000 dolara na jednoj izložbi minerala u Arizoni bio "nedostajuća karika između kopnenih dinosaurusu i ptica, i da je mogao stvarno da leti". Fosil, koji je izgleda prokrijumčaren iz Kine, imao je prednje udove primitivne ptice i rep dinosaurusu. Čerkas ga je nazvao *Archaeoraptor*.

U novembru 1999. godine u časopisu *National Geographic* prikazan je *Archaeoraptor* u članku naslovljenom "Perje za Ti-reksa?" Kristofer Sloun (Christofer Sloan), autor članka, tvrdio je da sada možemo da kažemo da su ptice dinosaurusu "isto tako sigurno kao što možemo da kažemo da su ljudi sisari", i da su pernatih dinosaurusu prethodili prvog ptici. Članak prikazuje crtež malog tiranosaurusu sa perjem - otuda njegov naslov. On takođe prikazuje sliku fosila roda *Archaeoraptor*, objašnjavajući da je njegova kombinacija "naprednih i primitivnih karakteristika upravo ono što bi naučnici očekivali da pronađu kod dinosaurusu koji eksperimentišu sa letom".

Ispostavilo se da je *Archaeoraptor* imao tačno one karakteristike koje su naučnici očekivali da pronađu zato što ih je bistri falsifikator učinio takvim, znajući da će to doneti velike pare na međunarodnom

tržištu fosila. Falsifikovanje je otkrio kineski paleontolog Ksu Ksing (Xu Xing), koji je dokazao da se primerak sastojao od repa dinosaurusu nalepljenog na telo primitivne ptice.

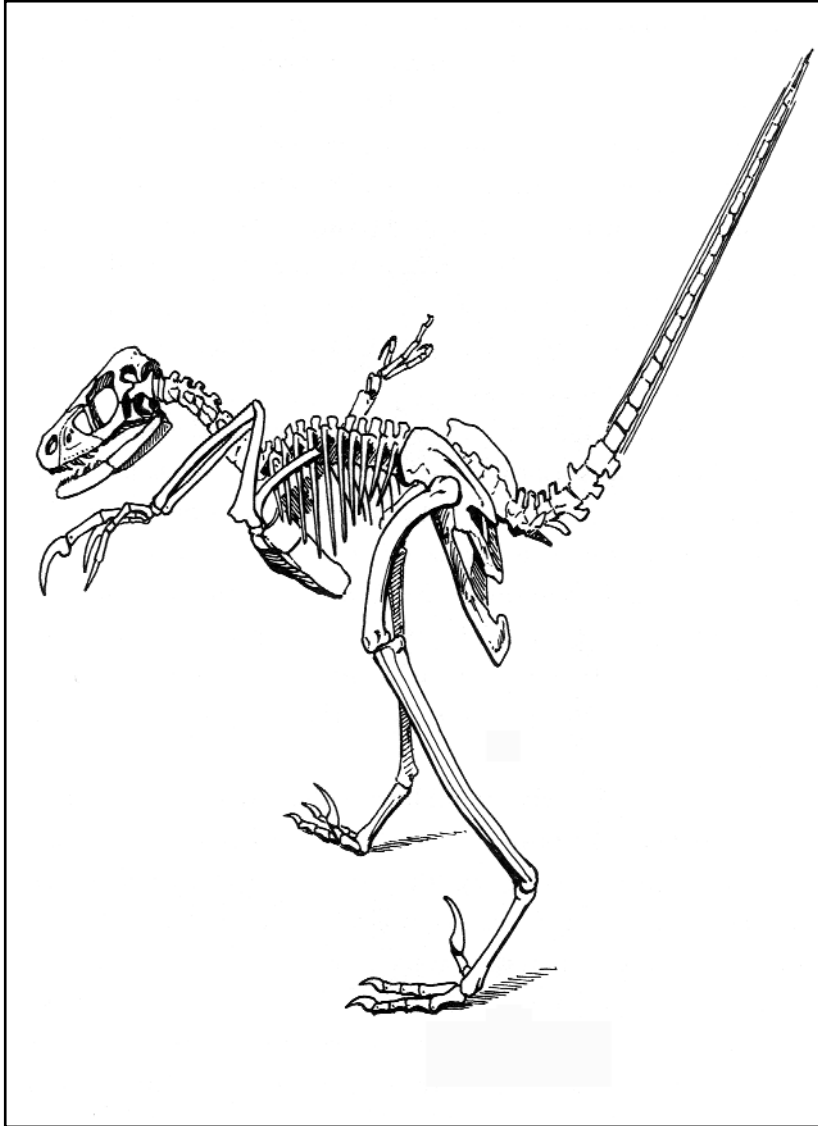
Stors Olson (Storrs Olson), nadzornik za ptice na Smitsonian Institutu u Vašingtonu, poslao je ljutito pismo Piteru Rejvenu, sekretaru Nacionalnog geografskog udruženja. Olson je optuživao Udruženje za saradnju sa "grupom fanatičnih naučnika" koji su postali "otvoreni i veoma pristrasni propovednici vere" da su se ptice razvile od dinosaurusu. "Istina i pažljivo naučno odmeravanje činjenica bile su među prvim žrtvama u njihovom programu", pisao je Olson, "koji brzo postaje jedna od većih naučnih prevara našeg doba".

Časopis *National Geographic* poslao je delimično poricanje 21. januara 2000. godine, na svoj veb sajt na internetu. Ipak, časopis je žestoko kritikovan u februaru od strane časopisa *Nature* za "naivno i ishitreno objavljivanje članka - opisanog kao 'senzacionalističko, neosnovano, tabloidno novinarstvo' od strane vodećeg paleontologa - punog sumnjivih tvrdjenja".

Incident je bio stvarno neprijatan za časopis *National Geographic*, koji je pokušao da primiri stvar objavljivanjem pisma Ksu Ksinga o prevari u martu 2000. godine. Za to vreme, urednik časopisa je objavio protest u uvodniku časopisa *Nature*, tvrdeći da je "primenljiva informacija o integritetu primerka" bila uskraćena časopisu *National Geographic* i naučnicima koje je platio da prouče fosil.

Optužbe i kontra optužbe nastavljaju da se izbacaju. Neki ljudi uključeni u skandal okrivljuju međunarodnu trgovinu krijumčarenim fosilima, dok drugi okrivljuju uobraženo novinarstvo. Ali, izgleda da je pravi krivac kladistička želja da dokažu svoju teoriju. Kao što je potreba za nedostajućom karikom između majmuna i ljudi dovela do Piltdaunskog čoveka, tako je i potreba za nedostajućom vezom između dinosaurusu i ptica popločala put za "Piltdaunsku pticu". Nestala u metežu, bila je činjenica da čak i da je *Archaeoraptor* bio pravi, bio je desetine miliona godina mlađi, prema evolucionom računanju vremena, od roda *Archaeopteryx*, i tako ne bi uspeo da zapuši rupu ostavljenu u fosilnom zapisu kladističkom metodologijom.

U aprilu 2000. godine, Čerkas i ugledni kladisti - zajedno sa nekim njihovim kritičarima - okupili su se u Fort Loderdeju, u Floridi, na Simpozijumu o evoluciji ptica dinosaurusu. Ja sam takođe prisustvovao, da bih slušao o sporu. Iako su se neki plašili da će neprijatna epizoda *Archaeoraptor* dominirati konferencijom, prevara je bila uveliko ignorisana. Na njegovom mestu, kladisti su predstavili novu zvezdu, najavljenju kao dosada najbolju nedostajuću kariku.



SLIKA 6-3. Bambiraptor.

Rekonstruisani skelet izložen aprila 2000. godine na Simpozijumu o evoluciji ptica dinosaurusa u Floridi.

Perje za *Bambiraptora*

Novo otkriće koje je na pozornici zamenilo prevaru *Archaeoraptor*, bio je *Bambiraptor*, koga je prvobitno otkrila jedna porodica iz Montane 1993. godine i predala profesionalnim paleontolozima 1995. godine. Telo životinje je bilo otprilike veličine kokoške, ali je njen dugačak rep bio dug oko jedan metar. Sa oštrim zubima i kandžama, podsećao je na malog *Velociraptora* - nemilosrdnog predatora koji je postao čuven iz završnih scena filma "Park iz doba jure".

Originalni skelet roda *Bambiraptor* - rekonstruisan u stavu nalik živom i zaštićen debelim pleksiglasom - ponosno je predstavljen na ovoj konferenciji (slika 6-3). Fosil je nađen u stenama gornje krede, što znači da je bio navodno oko 75 miliona godina *mlađi* od roda *Archaeopteryx*. Ali, kladističke analize su pokazale da je imao mnoge skeletne odlike za koje je predviđeno da su postojale kod pretka roda *Archaeopteryx*. U stvari, paleontolozi koji su ga pregledali proglasili su ga za "dinosaurusa najbližijeg ptici koji je do sada otkriven" i "izuzetnu nedostajuću kariku između ptica i dinosaurusa".

Brajan Kuli (Brian Cooley), koji se specijalizovao za rekonstruisanje dinosaurusa na osnovu fosilnih skeleta, rekonstruisao je rod *Bambiraptor* za izlaganje na ovoj konferenciji. Objasnio je učesnicima da je nameravao da učini rod *Bambiraptor* što je moguće više nalik ptici, pošto mu je saopštena njegova pretpostavljena pozicija između dinosaurusa i ptica. Rekonstruisao je mišiće koristeći kao vodilju ptičju anatomiju, a oči je postavio u orijentaciju kao kod ptica, koristeći iste veštačke oči koje taksidermisti stavljaju u preparirane orlove. Pretpostavljajući da *Bambiraptor* mora da je bio pokriven "gustim" perjem, Kuli je i to dodao svojoj rekonstrukciji (slika 6-4).

Svakom učesniku konferencije data je kopija članka koji je sadržao zvanični naučni opis roda *Bambiraptor*, objavljen samo tri nedelje ranije. Prvi objavljeni izveštaj o novootkrivenoj fosilnoj vrsti trebao bi da bude sastavljen u skladu sa najvišim naučnim standardima, opisujući "tip" primerka sa savesnim obaziranjem na preciznost. Zvanični opis roda *Bambiraptor* sadrži nekoliko crteža rekonstruisane životinje, od kojih dva pokazuju izraštaje na telu nalik dlakama i perje na prednjim udovima.

Ali ništa što imalo podseća na perje nije nađeno sa fosilom. Izraštaji nalik dlakama i perje su imaginarni. Zato što kladistička teorija kaže da treba da su tu, uključeni su u naučni opis fosila. Jedina indikacija da izraštaji i perje nisu stvarni jeste naslov slike koji uključuje rečenicu: "Rekonstrukcija prikazuje pretpostavljene kožne strukture." Bio sam iznenađen. Obično, moglo bi da se očekuje nešto na razumljivo prostom engleskom jeziku, kao na primer: "Izraštaji nalik dlakama i perje nisu



SLIKA 6-4. Pernati *Bambiraptor*.

Rekonstruisana životinja izložena aprila 2000. godine na Simpozijumu o evoluciji ptica dinosaurusa u Floridi pokazuje "pretpostavljene kožne strukture".

nađeni sa fosilom, već su dodati na osnovu teorijskih razmatranja." Pod datim okolnostima, izgleda da je članak bolje osmišljen da zamagljuje istinu, nego da je saopštava.

Bilo je nekoliko otvorenih kritičara teorije o dino-pticama na simpozijumu u Floridi. Jedan je bio ornitolog sa Univerziteta Severna Karolina, Alan Fedučija, koji je predvideo da će se ispostaviti da je teorija o dino-pticama "najveća sramota paleontologije dvadesetog veka". Drugi je bio Leri Martin (Larry Martin), koji je rekao da kada bi morao da brani teoriju o dino-pticama, "bilo bi mi neprijatno svaki put kada bi morao da ustajem i pričam o tome". A Stors Olson je narogušio neke zastupnike dino-pera deleći bedževe na kojima je pisalo "Ptice NISU dinosaurusi".

Ali zaljubljenici u dino-ptice su na simpozijumu nadbrojali njihove kritičare, i nisu bili odvraceni od oblačenja roda *Bambiraptor* u zamišljeno perje. Pošto nisam bio kladista, to mi je bilo prilično smešno. Međutim, kao molekularnom biologu nešto drugo mi je bilo još smešnije.

DNK ćurke iz *Triceratopsa*?

Drugog dana simpozijuma, Vilijam Garstka (William Garstka) izvestio je da su on i tim molekularnih biologa iz Alabame izolovali DNK iz fosilnih kostiju dinosaurusa navodno starog 65 miliona godina. Iako činjenice iz drugih istraživanja ukazuju da DNK starija od oko milion godina ne može da pruži bilo kakvu upotrebljivu informaciju o sekvenci, Garstka i njegovi saradnici su umnožili i sekvencirali DNK, uporedili je sa svim poznatim DNK iz drugih životinja, i pronašli da je najbližnja ptičjoj DNK. Zaključili su da su pronašli "prve direktne genetičke činjenice koje ukazuju da ptice predstavljaju najbliže žive srodnike dinosaurusima". Njihov zaključak je sledeće nedelje objavila Konstanca Holden (Constance Holden) u časopisu *Science*.

Međutim, detalji ovog otkrića se otkrivaju. Prvo, dinosaurus iz koga su Garstka i njegovi saradnici navodno izolovali DNK bio je *Triceratops*. Po paleontolozima, postoje dve glavne grane porodičnog stabla dinosaurusa. Jedna grana uključuje trorogog dinosaurusa roda *Triceratops*, koji je nalik nosorogu i koga su milioni ljudi videli u muzejskim izložbama i filmovima. Ali, za ptice se pretpostavlja da su se razvile iz druge grane. Prema tome, prema evolucionim biologizima, *Triceratops* i savremene ptice nisu blisko srodne, pošto su njihovi preci navodno krenuli odvojenim putevima pre skoro 250 miliona godina.

Međutim, ono što je još važnije jeste da je DNK koju su Garstka i njegovi saradnici pronašli bila *100% identična sa DNK živih ćurki*. Ne 99%,

ne 99,9%, već 100%. Čak ni DNK dobijena iz drugih ptica nije 100% identična sa DNK ćurki (drugo najbliže poklapanje u njihovoj studiji je bilo 94,5% sa jednom drugom vrstom ptica). Drugim rečima, DNK koja je navodno izolovana iz kostiju roda *Triceratops* nije bila samo slična sa DNK ćurke - to jeste bila DNK ćurke. Garstka je rekao da su on i njegovi saradnici razmatrali mogućnost da je neko jeo u blizini sendviča sa ćuretinom, ali nisu mogli to da potvrde.

Isprva, kada je Garstka izložio svoje nalaze mislio sam da je to prvoaprilska šala - ali već je bio 8. april. Onda sam pogledao unaokolo da vidim da li se bilo ko smejaio - ali nije niko, bar ne otvoreno. Kada sam se narednog dana vratio kući i ispričao priču svojoj ženi, rekla je da ju je to podsetilo na dete koje pokušava da izbegne da ode u školu i ostane kući. Kada mu majka stavlja toplomer u usta, on ga drži blizu sijalice da povisi temperaturu, ali ga tu predugo drži. Kada se majka vrati i vidi da mu je temperatura 130 stepeni, šalje ga da se pakuje za školu. Pouka priče jeste: ako hoćeš da falsifikuješ nešto, nemoj da to izgleda previše očigledno. DNK iz dinosaurusu roda *Triceratops* možda ne bi bila toliko smešna da nije bila 100% identična sa DNK ćurke.

Garstka je priznao da je bio skeptičan po pitanju ovih rezultata ne samo zbog mogućeg sendviča sa ćuretinom, već i zato što niko ne misli da su ptice potekle od dinosaurusu roda *Triceratops*. Naravno, čudne stvari se dešavaju, ali "izolovanje" DNK ćurke iz roda *Triceratops* ima sva obeležja prevare - možda prevare koju je neko drugi podmetnuo Garstki i njegovim saradnicima.

Događaj me je ubedio da neki ljudi toliko žele da veruju da su se ptice razvile od dinosaurusu da su voljni da prihvate bilo kakve činjenice za koje izgleda da podržavaju njihovo gledište, bez obzira koliko su sumnjive. Druga strana medalje, naravno, jeste nevoljnost da se pošteno saslušaju kritičari njihovog gledišta. A drugu stranu medalje je dobro predstavio govornik koji je prethodio Garstki za govornicom.

Pristup "naprslog kotlića" prema bavljenju naukom

Baš pre nego što je Garstka govorio, paleontolog sa Berklija, Kevin Padian (Kevin Padian), optužio je kritičare teorije o dino-pticama da su nenaučni. Padian je objasnio da kao predsednik Nacionalnog centra za naučno obrazovanje provodi puno vremena govoreći ljudima šta nauka jeste, a šta nije. (Nacionalni centar za naučno obrazovanje - uprkos svom neutralnom nazivu - je prodarvinistička grupa koja obeshrabruje javne škole da izlažu studentima sporove oko evolucije). Padian je naglasio da se nauka bavi testiranjem hipoteza sa činjenicama. Ako ne možemo da testiramo ideju, ona nije obavezno pogrešna, ali nije naučna.

Padian je nazvao kritičare hipoteze o dino-pticama nenaučnim zato što (tvrdio je) ne nude empirijski proverljive alternativne hipoteze. Činjenice koje kritičari navode za svoje hipoteze, tvrdio je, zasnovane su na "selektivnoj interpretaciji izolovanih posmatranja", a ne na metodu (kladistika) koji je "u potpunosti prihvatila naučna zajednica". Iako "nauka nije glasanje", kladistički metod podržava Nacionalna naučna fondacija, glavni naučni časopisi i "većina stručnjaka". Zbog toga, kritike hipoteze o dino-pticama "prestale su da budu nauka pre više od jedne decenije" i "spor je mrtav".

Ne treba reći da objava da je spor mrtav nije uspela da ubedi kritičare u publici. Ali, najzačudjuća stvar u vezi Padianovog predavanja je zadržavajuće izlaganje nedoslednosti. U stvari, podsetilo me je na staru advokatsku šalu.

Prema šali, Džon tuži Smita zato što je ovaj pozajmio njegov kotlić i vratio ga sa naprsinom. Smitov advokat ga brani na sledeći način:

1. Smit nikada nije pozajmio kotlić.
2. Kada je Smit vratio kotlić, nije bio naprsnut.
3. Kotlić je već bio naprsnut kada ga je Smit pozajmio.
4. Kotlić ne postoji.

Naravno, Padian nije pokušavao da bude duhovit i možda ne izgleda lepo porediti njegov govor sa starom advokatskom šalom. Ali, razmotrimo sledeći pregled njegovih argumenata:

1. U sporu oko porekla ptica, kritičari hipoteze o dinosaurusima nisu predložili nijednu alternativnu hipotezu koja može da se testira činjenicama.

2. Činjenice na kojima kritičari zasnivaju svoje alternativne hipoteze su selektivno interpretirane.

3. Iako nauka nije glasanje, većina naučne zajednice odbacuje metodologiju kritičara bez obzira na njihove dokaze.

4. Spor ne postoji.

E sad, Kevin Padian uzima svoj rad ozbiljno. Takođe i ljudi koji su platili 80.000 dolara za Piltadaunsku pticu, paleontolozi koji stavljaju zamišljeno perje na rod *Bambiraptor* i molekularni biolozi koji objavljuju nalazak DNK ćurke u rodu *Triceratops*. Ali, dok sam napuštao simpozijum u Floridi nisam mogao da izdržim da se ne nasmejem. Toliko toga što sam video i čuo je izgledalo potpuno smešno. U stvari, da sam umetnik, a ne biolog, mogao bih da skiciram nekoliko karikatura, sa naslovima kao što su ovi:

"Zaljubljenici u dino-ptice pronalaze fosile napravljene po narudžbini."

"Rulja kladista posula katranom i perjem bespomoćnog dinosaurusu."

"Sendvič sa ćuretinom dokazuje da su se ptice razvile od dinosaurusa roda *Triceratops*."

"Stara advokatska šala postaje novi naučni metod."

To nije nauka. To čak nije ni mit. To je komično opuštanje. Ali pošto smo se lepo nasmejali treba da se zapitamo: Šta se desilo sa rodom *Archaeopteryx*?

Šta se desilo sa rodom *Archeopteryx*?

Neki biološki udžbenici nastavljaju da pretstavljaju rod *Archaeopteryx* kao klasičan primer nedostajuće karike. Knjiga "Biologija", autora Madera iz 1998. godine, naziva ga "prelaznom karikom između gmizavaca i ptica", a knjiga "Biologija: Istraživanje života" (*Biology: Study of Life*) Vilijama Šriera (William Schraer) i Herberta Stulca (Herbert Stoltze), iz 1999. godine, govori studentima da "mnogi naučnici veruju da on predstavlja evolucionu vezu između gmizavaca i ptica".

Ali obe strane u sadašnjem sporu oko porekla ptica slažu se da savremene ptice verovatno nisu potekle od roda *Archaeopteryx*. Iako se dve strane ne slažu po pitanju porekla roda *Archaeopteryx*, nijedna nije stvarno rešila problem. Prateći logiku Darwinove teorije do ponekad smešnih krajnosti, kladisti insistiraju da su preci roda *Archaeopteryx* bili pticoliki dinosauri koji se pojavljuju u fosilnom zapisu navodno tek nekoliko desetina miliona godina kasnije. Njihovi kritičari traže životinje koje su očigledno živele ranije, ali još uvek nisu našli neku dovoljno sličnu rodu *Archaeopteryx* koja bi bila dobar kandidat. Kao rezultat toga, obe strane još uvek traže nedostajuću kariku.

Zar nije ironično da je *Archaeopteryx*, koji je više nego bilo koji drugi fosil ubedio ljude u Darwinovu teoriju, svrgnut sa prestola uglavnom od strane kladista, koji su više od svih drugih biologa prihvatili Darwinovu teoriju do njenih logičkih krajnosti? Najlepši fosil na svetu, primerak koji je Ernest Majer nazvao "skoro savršenom vezom između gmizavaca i ptica", neupadljivo je odložen, i potraga za nedostajućim karikama se nastavlja kao da *Archaeopteryx* nikada nije bio pronađen.

POGLAVLJE 7

Biberasti moljci

Darvin je bio ubeđen da je u toku evolucije "prirodno odabiranje bilo najznačajnije, ali ne i isključivo sredstvo promene", ali nije imao direktne dokaze prirodnog odabiranja. Bilo je obilje dokaza da biljke i životinje variraju i da se bore za opstanak. Bilo je razumljivo zaključiti, po analogiji sa domaćim gajenjem, da bi organizmi sa najkorisnijim varijacijama preživeli i preneli te varijacije na svoje potomke. Ali niko nije stvarno dokumentovao taj proces u divljini. Najbolje što je Darwin mogao da uradi u knjizi "Postanak vrsta" bilo je da "ponudi jedan ili dva zamišljena primera".

Tek 1898. godine, nešto što se približava direktnom dokazu za prirodno odabiranje obezbedio je biolog sa Braun Univerziteta, Hermon Bampas (Hermon Bumpus). Posle jake snežne oluje u Providensu, na Rod Ajlendu, Bampas je pronašao veliki broj engleskih vrabaca na ivici smrti. Odneo je preko sto njih u svoju laboratoriju, gde je skoro polovina uginula. Kada je izmerio i uporedio žive i mrtve, uvideo je da u preživljavanju postoji tendencija ka mužjacima koji su bili manji i lakši. Izgleda da je mećava delovala protiv ženki i većih mužjaka, ali nije bilo jasno zašto, tako da je pravi razlog za takvo odabiranje ostao nejasan. Ipak, nekoliko decenija Bampasov rad bio je najbliže do čega su biolozi došli u direktnom posmatranju prirodnog odabiranja.

Ali, čak i dok je Bampas merio svoje vrapce, britanski naučnici su uočavali drugi fenomen koji će vremenom postati klasični udžbenički primer prirodnog odabiranja na delu. Većina biberastih moljaca bila je svetle boje početkom devetnaestog veka, ali su za vreme industrijske revolucije u Britaniji populacije ovih moljaca, blizu veoma zagađenih gradova, postale uglavnom "melanične" ili tamno obojene. Fenomen je nazvan "industrijski melanizam", ali su njegovi uzroci ostali stvar spekulacije do ranih 1950-tih, kada je britanski lekar i biolog Bernard Kettlewell (Bernard Kettlewell) izveo neke eksperimente koji su ga učinili slavnim. Kettlewellovi eksperimenti su nagoveštavali da su grabljive ptice jele svet-

lo obojene moljce kada su postali upadljiviji na stablima drveća potamnelim usled zagađenja, ostavljajući tamniji varijetet da preživi i da se razmnožava. Izgledalo je da je industrijski melanizam biberastih moljaca primer prirodnog odabiranja.

Većina uvodnih bioloških udžbenika sada ilustruje ovaj klasičan primer prirodnog odabiranja sa fotografijama dva varijeteta biberastih moljaca kako se odmaraju na svetlo i tamno obojenim stablima drveća (slika 7-1). Međutim, ono što udžbenici ne objašnjavaju jeste da su biolozi znali od 1980-tih da ovaj klasični primer ima neke ozbiljne greške. Najozbiljnija je da biberasti moljci u divljini čak ni ne odmaraju na stablima drveća. Ispostavlja se da su udžbeničke fotografije izrežirane.

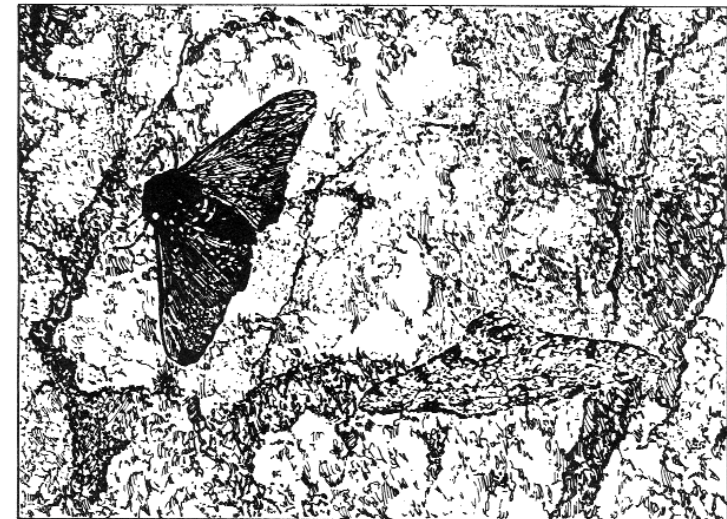
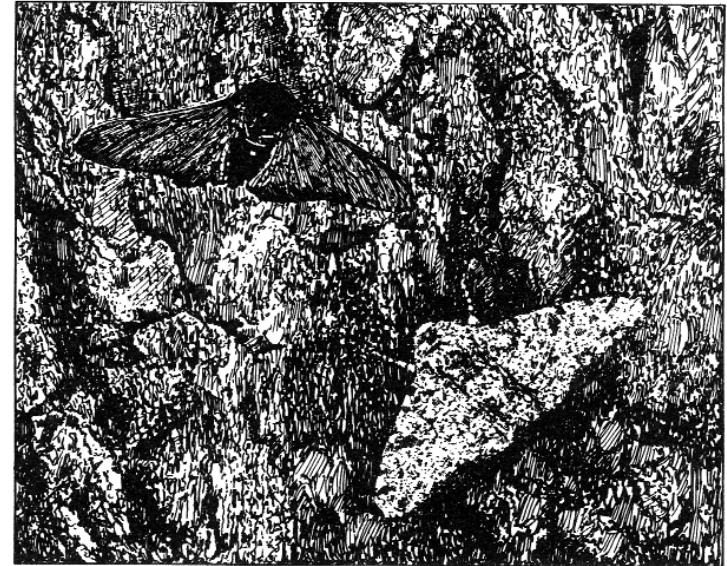
Industrijski melanizam

Biberasti moljac, *Biston betularia*, postoji u raznim nijansama sive boje. Pre sto pedeset godina, većina biberastih moljaca su bili "tipične" forme, koje imaju uglavnom svetlo sive ljuspice na svojim krilima sa nekoliko crnih ljuspica razbacanih među njima (otuda ime, "biberasti"). Međutim, još od 1811. godine, ova vrsta je takođe uključivala neke, kao ugalj, crne "melanične" forme. Za vreme industrijske revolucije proporcija melaničnih oblika se povećala, a do kraja veka više od 90% biberastih moljaca u blizini industrijskog grada Mančestera, u Engleskoj, bilo je melanično.

Slično povećanje melaničnih formi zabeleženo je kod mnogih drugih vrsta moljaca, bubamara, čak i kod nekih ptica. Ono je takođe zabeleženo i u blizini drugih industrijskih gradova kao što su Birmingham i Liverpool. Očigledno, to nije bio izolovan fenomen, i naziv "industrijski melanizam" korišćen je da označi sva njegova ispoljavanja.

Godine 1896., britanski biolog J. W. Tat (J. W. Tutt) predložio je da bi industrijski melanizam kod biberastih moljaca mogao da se javlja usled razlika u maskiranju (kamuflaži). Tat je teoretisao da su u nezagadenim šumama tipični oblici dobro maskirani na svetlo obojenim lišajevima koji rastu na stablima drveća; ali u šumama gde je industrijsko zagađenje uništilo lišajeve i zatamnilo stabla drveća, melanični oblici su bolje maskirani. Pošto se može očekivati da će grabljive ptice naći i pojedni upadljivije moljce, proporcija melaničnih formi bi se povećala kao rezultat prirodnog odabiranja.

Tokom 1920-tih, drugi britanski biolog, J. W. Heslop Harrison (J. W. Heslop Harrison), odbacio je Tatovu teoriju i predložio da je melanizam indukovao direktno vazdušnim industrijskim zagađivačima. Iako on nije radio na moljcu *Biston betularia*, Harrison je izvestio da melanizam može



SLIKA 7-1. Biberasti moljci odmaraju na stablima drveća.

(Gore) Dva moljca (jedan tipičan i jedan melaničan) odmaraju na tamnoj kori hrastovog drveta u zagađenoj šumi. (Dole) Tipični i melanični moljci odmaraju na stablu hrastovog drveta koje je pokriveno lišajevima u nezagađenoj šumi. Zapazite upadljivu razliku u uočljivosti moljaca.

da se proizvede kod nekoliko drugih vrsta moljaca, ako se njihove larve hrane lišćem kontaminiranim solima metala. Međutim, kritičari nisu mogli da ponove Harisonove rezultate, a istakli su i da neke vrste koje je Harison testirao nisu pokazivale industrijski melanizam u divljini.

Takođe je postojao i teorijski problem sa Harisonovim radom. Ako melanizam može da se indukuje, to je značilo da su ga organizmi stekli posle rođenja. Ali, takođe su postojali jasni dokazi da je melanizam nasleđen, pa je tako Harisonovo gledište nagoveštavalo da stečene osobine mogu kasnije da se naslede. Međutim, po neo-darvinističkoj teoriji nasleđivanje stečenih osobina je nemoguće; sve nove nasledne varijacije nastaju od genetičkih promena kao što su mutacije.

Kako je neo-darvinizmu rasla popularnost, uticaj Harisonovih ideja je opadao i većina biologa je usvojila teoriju da se industrijski melanizam kod biberastih moljaca javlja usled prirodnog odabiranja. Međutim, tek 1950-tih, britanski lekar i biolog Bernard Ketlevel prvi je odlučio da ovu teoriju testira empirijski.

Ketlevelovi eksperimenti

Kao i Tat, Ketlevel je verovao da su melanični moljci povećali svoju brojnost usled maskiranja i uticaja grabljivih ptica, i on je izveo nekoliko eksperimenata da bi testirao ovu teoriju. Prvo, da bi odredio da li su ptice uopšte jele biberaste moljce, pustio je nekoliko moljaca u kavez u kome je bio par ptica i njihovih mladih. Onda je dvogledom posmatrao kako su se moljci smeštali na različita mesta da bi se odmarali i kako su bili pojedeni od strane ovih ptica.

Pošto je ustanovio da ptice stvarno jedu biberaste moljce, Ketlevel je pustio neke moljce na stabla drveća u zagađenoj šumi u blizini Birmingema, u Engleskoj. Posmatrao je dvogledom kako su se moljci smeštali u blizini stabla drveća i zapazio da su melanični moljci mnogo manje upadljivi od tipičnih, posmatrano ljudskim okom. Takođe je zapazio da su ptice češće hvatale upadljive moljce nego neupadljive.

Ketlevel je zatim označio nekoliko stotina biberastih moljaca, kako tipičnih tako i melaničnih, sitnim tačkicama sa unutrašnje strane njihovih krila, i pustio ih za vreme dana na obližnja stabla drveća u zagađenoj Birmingemskoj šumi. Tokom sledećih noći postavio je zamke da uhvati koliko je god mogao moljaca. Od 447 označenih melaničnih moljaca koje je pustio, uhvatio je 123, dok je od 137 označenih tipičnih moljaca, uhvatio samo 18. Drugim rečima. Uhvatio je 27,5% melaničnih, ali samo 13,0% tipičnih. Ketlevel je zaključio da je mnogo veći deo melaničnih moljaca preživeo grabljivice i da "ptice deluju kao selektivni činoci, kao što je predviđeno evolucionom teorijom".

Dve godine kasnije, Ketlevel je ponovio istu proceduru u jednoj nezagađenoj šumi u Dorsetu, u Engleskoj. Ponovo je pustio moljce na obližnja stabla drveća. Kao što je i očekivao, melanični moljci su bili mnogo upadljiviji nego tipični na stablima pokrivenim lišajevima u Dorsetu i zbog toga su ih češće hvatale grabljive ptice. Poznati istraživač ponašanja životinja Niko Tinbergen (Niko Tinbergen) pratio je Ketlevela i napravio filmove sa pticama koje hvataju moljce na stablima drveća.

Onda je Ketlevel ponovio svoj eksperiment "obeleži - oslobodi - uhvati", obeležavajući i puštajući stotine moljaca na nezagađena stabla drveća i hvatajući ih koliko god je mogao sledećih noći. Od 496 obeleženih tipičnih moljaca koje je oslobodio, uhvatio je 62 (12,5%), ali je od 473 obeleženih melaničnih moljaca uhvatio samo 30 (6,3%), tako da je odnos 2 : 1 koji je dobio u Birmingemu, bio potpuno obrnut. Ketlevel je zaključio da su tipični moljci imali selektivnu prednost u Dorsetu zbog toga što je njihova nadmoćnija kamuflaža na stablima drveća pokrivenim lišajevima povećavala njihove šanse da prežive gladne ptice.

Darvinov nedostajući dokaz?

Ketlevel je nazvao industrijski melanizam kod biberastih moljaca "najupečatljivijom evolucionom promenom ikad stvarno posvedočenom kod bilo kog organizma". Pošto je izgledalo da njihovi eksperimenti obezbeđuju empirijsku potvrdu prirodnog odabiranja, Ketlevel je nazvao svoje rezultate kao "Darvinov nedostajući dokaz", u članku pisanom za časopis *Scientific American*.

Prateći donošenje zakonodavstva protiv zagađivanja 1950-tih, industrijski melanizam je počeo da opada. Procenat melaničnih biberastih moljaca zapadno od Liverpula blago je opao između 1959. i 1962. godine, a deceniju kasnije obrtanje industrijskog melanizma u suprotnom pravcu uveliko se odigravalo. Terenska istaživanja iz 1960-tih i 1970-tih pokazala su da je proporcija tipičnih rasla kako se zagađivanje smanjivalo, što je u skladu sa teorijom da se industrijski melanizam kod biberastih moljaca javljao usled maskiranja i dejstva grabljivih ptica.

Godine 1975., britanski genetičar P. M. Šepard (P. M. Sheppard) nazvao je ovaj fenomen "najupečatljivijom evolucionom promenom koju su ljudi ikad uočili i zabeležili, sa mogućim izuzetkom nekih primera otpornosti na pesticide", a proslavljeni evolucionari biolog Seval Vrajt nazvao ga je "jasnim slučajem u kojem je značajni evolucionari proces stvarno bio posmatran".

Kritičari Darvinove teorije bi mogli da prigovore da je ta "najupečatljivija evolucionarna promena ikada uočena" daleko od toga da obezbeđuje dovoljan mehanizam za evoluciju. Na kraju, jedina stvar koja se tu dogodila jeste promena u proporciji dva varijeteta kod već postojeće vrste moljaca. Iako je promena bila dramatična, nije bila impresivnija od promena koje domaći odgajivači proizvode vekovima.

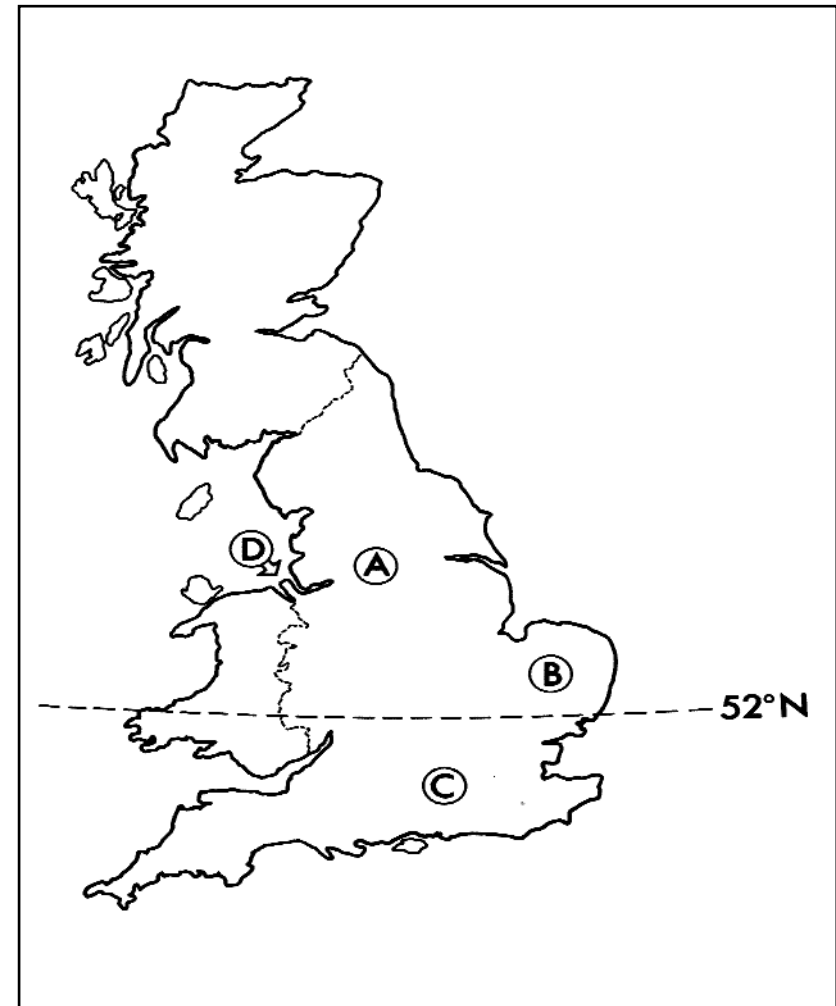
Ali 1950-tih, Ketlevelov dokaz za "značajan evolucionarni proces" bio je najbolji dostupan. Industrijski melanizam kod biberastih moljaca - i Ketlevelovo objašnjenje njegovog uzroka - postali su klasični udženički primer prirodnog odabiranja na delu. Ipak, dok su se biberasti moljci transformisali u ikone evolucije, počela su da se javljaju neslaganja koja su vremenom bacila ozbiljnu sumnju na ispravnost Ketlevelovih eksperimenata.

Problemi sa činjenicama

Kada su biolozi istraživali izvan Birmingema i Dorseta, gde je Ketlevel vršio svoje eksperimente, otkrili su neka neslaganja između Ketlevelovih objašnjenja i stvarnog geografskog rasprostiranja melaničnih moljaca. Na primer, ako melanični moljci u zagađenim šumama uživaju toliku selektivnu prednost, na koliku je izgledalo da Ketlevelovi eksperimenti ukazuju, onda su trebali u potpunosti da zamene tipične u veoma zagađenim područjima kao što je Mančester. Međutim, to se nikada nije desilo, nagoveštavajući da bi i drugi faktori, umesto maskiranja i dejstva grabljivih ptica, morali da budu uključeni.

Takođe i neke druge odlike rasprostiranja nisu bile u saglasnosti sa Ketlevelovim objašnjenjem. U poljoprivrednom Velsu, učestalost melaničnih moljaca je bila veća od očekivane, što je podstaklo liverpulske biologa Džima Bišopa (Jim Bishop) da zaključi 1972. godine da su "još uvek nepoznati faktori" bili uključeni. U poljoprivrednoj istočnoj Engleskoj (slika 7-2, B), gde je bilo malo industrijskog zagađenja i tipični moljci su izgledali bolje maskirani, melanični moljci su dostigli učestalost od 80%, što je podstaklo dva druga biologa da zakluče 1975. godine: "Ili su eksperimenti sa grabljivicama i testovi značajni za ljude obmanjujući, ili su neki drugi faktor ili faktori, pored selektivnog lova, odgovorni za održavanje visoke melanične učestalosti."

Sa druge strane, melanični u južnom Velsu su izgledali bolje maskirani nego tipični, a ipak su obuhvatali samo oko 20% populacije. Skupljajući podatke sa 165 odvojenih mesta u Britaniji, R. C. Stjuart (R. C. Steward) pronašao je korelaciju između melanizma i sumpor-dioksida (vazdušni zagađivač) severno - ali ne i južno - od 52° severne geografske širine (slika 7-2, C). Stjuart je zaključio da "u južnoj Britaniji



SLIKA 7-2. Neslaganja u rasprostiranju biberastih moljaca.

Lokaliteti u Velikoj Britaniji na kojima je uočeno nekoliko neslaganja koja se nisu uklapala u klasičnu priču: (a) Mančester, gde proporcija melaničnih moljaca nikada nije bila visoka koliko je teorija predviđala; (b) Istočna Engleska, gde je melanizam bio visok uprkos stablima drveća pokrivenim lišajevima; (c) južno od 52° severne geografske širine, gde se melanizam *uvećao* posle uvođenja kontrole zagađivanja; (d) Viralno poluostrvo, gde je melanizam počeo da opada pre nego što su se lišajevi vratili na drveće.

neindustrijski faktori mogu da budu od većeg značaja" nego maskiranje i grabljive ptice.

Posle donošenja zakona protiv zagađivanja, proporcija melaničnih moljaca severno od Londona smanjila se kao što je očekivano, ali se neobično povećala na jugu. Teoretski modeli mogu da objasne neslaganja samo pozivajući se na migraciju i nepoznate "neuočljive selektivne faktore". Šta god da je prouzrokovalo industrijski melanizam, očigledno predstavlja nešto više od maskiranja i grabljivih ptica.

Drugim rečima, Ketlevelova objašnjenja bila su previše jednostavna. Nije iznenađujuće što se pokazalo da je stvarna situacija složenija. A geografske nepravilnosti nisu bile jedini problem. 1970-tih i 1980-tih biolozi su shvatili da melanizam nije u korelaciji sa promenama u lišajevima.

Preuvećana uloga lišajeva

Ako je porast melanizma nastajao usled tamnjenja stabala drveća zbog gubitka lišajskog pokrivača usled zagađenja, onda bi smanjenje zagađenja trebalo da vrati lišajeve na drveće i da dovede do reverzije industrijskog melanizma. Reverzija se desila, ali bez predviđenog povratka lišajeva.

Tokom 1970-tih i sam Ketlevel je zapazio da je melanizam počeo da opada na Viralnom poluostrvu pre nego što su se lišajevi ponovo pojavili (slika 7-2, D). Kada su Dejvid Lis (David Lees) i njegovi saradnici ispitali melanizam kod biberastih moljaca sa 104 lokacije širom Britanije, otkrili su nedostatak korelacije sa lišajskim pokrivačem, što su smatrali "iznenađujućim sa stanovišta rezultata Ketlevelovih selekcionih eksperimenata".

Ranih 1980-tih, Siril Klark (Cyril Clarke) i njegovi saradnici otkrili su "umerenu korelaciju" u Velikoj Britaniji između opadanja melanizma i smanjenja zagađenja usled sumpor-dioksida, ali su bili iznenađeni zapažanjem "da se tokom ovog vremena izgled drveća na Viralnom poluostrvu nije znatno promenio". Američki biolog Brus Grant (Bruce Grant) i biolog sa Kembridža Rori Houlet (Rori Howlett) izvestili su 1988. godine da ako je porast industrijskog melanizma nastajao usled nestajanja lišajeva sa drveća, onda "je predviđanje da lišajevi treba da prethode povratku tipičnog oblika kao uobičajenoj formi. To jest, mesto za skrivanje treba da se povрати pre onoga koji se krije". Ali njihov terenski rad je pokazao da "to očigledno nije slučaj bar u dva regiona gde je porast tipičnih moljaca naročito dobro dokumentovan u stvarnom odsustvu tih lišajeva: na Viralnom poluostrvu... i u istočnoj Engleskoj."

Dok je melanizam rastao i opadao u Velikoj Britaniji, radio je to isto i u Sjedinjenim Državama. Prvi američki melanični biberasti moljac primećen je u blizini Filadelfije 1906. godine, a proporcija melaničnih moljaca od tada je brzo rasla. Do 1960. godine, proporcija melaničnih moljaca u jugoistočnom Mičigenu bila je preko 90%. Kada su uvedene mere za kontrolu zagađivanja, melanizam je podlegao istoj vrsti reverzije koja je zapažena u Velikoj Britaniji, i do 1995. godine učestalost melaničnih moljaca u jugoistočnom Mičigenu pala je na manje od 20%.

Ali, pad melanizma u Sjedinjenim Državama nije bio u korelaciji sa lišajskim pokrivačem na stablima drveća. U Mičigenu, na primer, "javljao se u odsustvu приметnih promena" u lokalnom lišajskom pokrivaču, podstičući Granta i njegove saradnike da zaključe da je "uloga lišajeva bila neodgovarajuće isticana u zapisima o evoluciji melanizma kod biberastih moljaca."

Prema tome, u Sjedinjenim Državama, kao i u Velikoj Britaniji, melanizam je opadao pre nego što su se lišajevi vratili na drveće. Očigledno da prisustvo ili odsustvo lišajeva nije bilo toliko značajno koliko je Ketlevel smatrao. Neslaganje je bilo značajno i ukazivalo je na dublji problem. Ispostavlja se da Ketlevelovi eksperimenti, i većina drugih eksperimenata izvođenih 1960-tih i 1970-tih, nije koristila prirodno mesto za odmaranje biberastih moljaca.

Biberasti moljci ne odmaraju na stablima drveća

U većini Ketlevelovih eksperimenata, moljci su puštani i posmatrani za vreme dana. U samo jednom eksperimentu (18. jun, 1955.) Ketlevel je pustio moljce noću, pred svitanje. Odmah je napustio taj pristup zbog praktičnih poteškoća koje su se nametale, kao na primer da je morao da prethodno zagreva hladne moljce na motoru svojih kola. Ali, biberasti moljci su noćni letači i normalno nalaze mesta za odmor pre zore. Moljci koje je Ketlevel puštao za vreme dana ostajali su izloženi i postajali lake mete za grabljive ptice. Uzimajući u obzir svoje metode puštanja, Ketlevel je napisao: "Priznajem da bi po svom izboru, mnogi zauzeli pozicije u višim delovima drveća." Međutim, pretpostavio je da može da zanemari neprirodnost svoje tehnike.

Pre 1980-tih, većina istraživača delila je Ketlevelove pretpostavke i mnogima od njih bilo je zgodno da vrše eksperimente sa grabljivicama koristeći *mrtve* primerke zalepljene ili prikačene na stabla drveća. Sam Ketlevel je smatrao da je to loša ideja, a čak su i neki biolozi koji su koristili mrtve moljce sumnjali da je ta tehnika nezadovoljavajuća. Na primer, Džim Bišop (Jim Bishop) i Lorens Kuk (Laurence Cook), vršili su eksperimente sa grabljivicama koristeći mrtve moljce zalepljene na

drveće; ali su zapazili neslaganja u njihovim rezultatima koja "mogu da ukazuju da ne procenjujemo pravilno pravu prirodu i mesta za odmaranje živih moljaca kada vršimo eksperimente sa mrtvima".

Međutim, od 1980-tih, nagomilali su se dokazi koji pokazuju da se *bibersti moljci normalno ne odmaraju na stablima drveća*. Finski zoolog Kauri Mikola (Kauri Mikkola) izestio je o eksperimentu iz 1984. godine u kojem je koristio laboratorijske moljce da bi procenio normalna mesta za odmor. Mikola je zapazio da je "normalno mesto za odmor biberastih moljaca ispod malih, više ili manje horizontalnih grana (ali ne na uskim grančicama), verovatno visoko u krošnji, i ova vrsta verovatno samo u izuzetnim slučajevima odmara na stablima drveća". Zapisao je da "moljci aktivni noću, oslobođeni pri osvetljenju dovoljno svetlim za ljudsko oko, mogu da izaberu svoje mesto za odmor što je brže moguće i najverovatnije netipično".

Iako je Mikola koristio laboratorijske moljce, podaci o divljim moljcima podržavali su njegov zaključak. Za 25 godina terenskog rada, Siril Klark i njegovi saradnici pronašli su samo jednog biberastog moljca prirodno položenog na stablu drveta; zaključili su da su znali prvenstveno "gde moljci ne provode dan". Kada su Rori Houlet i Majkl Majerus (Michael Majerus) proučavali prirodna mesta za odmor biberastih moljaca u različitim delovima Engleske, pronašli su da su Mikolova zapažanja na laboratorijskim moljcima važila takođe i za divlje moljce. "Izgleda sigurno da se većina moljaca vrste *B. betularia* odmara tamo gde su dobro sakriveni", zaključili su, i da "izložena mesta stabala drveća nisu značajno mesto za odmor bilo koje forme moljca *B. betularia*". U drugom istraživanju, objavljenom 1987. godine, britanski biolozi Toni Liebert (Tony Liebert) i Pol Brejckfield (Paul Brakefield) potvrdili su Mikolova zapažanja da se ova "vrsta odmara prvenstveno na granama... Mnogi moljci se odmaraju ispod, ili sa strane uskih grana u krošnji".

U knjizi o industrijskom melanizmu iz 1998. godine, Majkl Majerus je branio klasičnu priču, ali je kritikovao "izveštačenost" velikog dela rada na biberastim moljcima, ističući da su u većini eksperimenata sa grabljivicama moljci "postavljani na vertikalna stabla drveća, uprkos činjenici da oni retko biraju takve površine za odmor u divljini". Ali, ako biberasti moljci ne odmaraju na stablima drveća, odakle sve te fotografije?

Izrežirane fotografije

Slike biberastih moljaca na stablima drveća mora da su iscenirane. Neke su napravljene korišćenjem mrtvih primeraka koji su zalepljeni ili

prikačeni na stablo, dok druge koriste žive primerke koji su ručno postavljeni na željene pozicije. Pošto su biberasti moljci prilično umrtvljeni za vreme dana, ostaju tamo gde ih postavite.

Ručno pozicionirani moljci takođe su korišćeni za pravljenje televizijskih dokumentarnih filmova o prirodi. Biolog sa Univerziteta Masačusec, Teodor Sardžent (Theodore Sargent), rekao je reporteru časopisa *Washington Times* 1999. godine da je jednom zalepio neke mrtve primerke na stablo za TV dokumentarni film o biberastim moljcima.

Iscenirane fotografije mogle su da izgledaju razumljivo kada su biolozi mislili da simuliraju normalno mesto za odmor biberastih moljaca. Međutim, do kasnih 1980-tih, ta praksa je trebalo da bude prekinuta. Ipak, prema Sardžentu, od tada je napravljeno puno falsifikovanih fotografija.

Branioći klasične priče uglavnom obrazlažu da uprkos tome što su izrežirane, fotografije ilustruju pravi uzrok melanizma. Problem je u tome da je upravo uzrok melanizma sporan.

Sumnje u klasičnu priču

Kada su ptice hvatale Ketlevelove moljce, moljci nisu bili na svojim prirodnim mestima za sakrivanje. Ta činjenica baca ozbiljnu sumnju na vrednost njegovih eksperimenata. Sredinom 1980-tih, italijanski biolozi Đuzepe Sermonti (Giuseppe Sermonti) i Paola Katastini (Paola Catastini) kritikovali su Ketlevelova puštanja moljaca tokom dana i zaključili da njegovi eksperimenti "ne dokazuju ni na jedan prihvatljiv način, po sadašnjim naučnim standardima, proces za koji on tvrdi da je eksperimentalno demonstriran". Sermonti i Katastini su zaključili da su "dokazi koji su nedostajali Darwinu, takođe nedostajali i Ketlevelu".

Pošto su Ketlevelovi dokazi osporeni, neki biolozi sada tvrde da hipoteza Heslopa Harisona, o direktnoj indukciji uz pomoć zagađivača, zaslužuje da se ponovo razmotri. Prema japanskom biologu Atuhiro Sibataniju, "priča o industrijskom melanizmu mora da bude odložena, bar za sada, kao paradigma neo-darvinističke evolucije", a Harisonov rad treba da bude preispitan. Sibatani tvrdi da je preterana odanost neo-darvinističkoj teoriji dovela do "potpunog odbacivanja" indukcione hipoteze i "previše optimističkog prihvatanja nepouzdatih dokaza za model prirodnog odabiranja industrijskog melanizma".

Međutim, većina biologa - čak i kritičara Ketlevelovog rada - veruje da je osnovni uzrok industrijskog melanizma prirodno odabiranje, a ne indukcija. Za njih, spor je oko toga koji su selektivni faktori uključeni. Godine 1998., američki biolog Teodor Sardžent i njegove kolege sa

Novog Zelanda, Kreg Miler (Craig Millar) i Dejvid Lambert (David Lambert), napisali su: "Ubeđeni smo da je ovaj fenomen proizvod odabiranja", iako je intuitivna privlačnost Ketlevelovog objašnjenja "mogla da nas spreči da vidimo ulogu koju bi drugi selektivni faktori mogli da igraju u priči o melanizmu". Sardžent i njegove kolege nabrojali su nekoliko faktora, uključujući moguće razlike u toleranciji larvi na zagađivače, ili u ranjivosti moljaca na parazite, i zaključili da je "kompleks faktora koji bi mogli da igraju ulogu u porastu (ili opadanju) melanizama kod moljaca jedva dodirnut".

Interesantno je istaći da su drugi selektivni faktori bili odgovorni za industrijski melanizam kod bubamara. Pticama su bubamare veoma neukusne i neće da ih jedu, tako da maskiranje i dejstvo grabljivih ptica nisu igrali nikakvu ulogu. Smatra se da su melanične bubamare bolje prilagođene na zadirnutu sredinu zato što mogu bolje da apsorbuju sunčevo zračenje - fenomen poznat kao "toplotni melanizam". Iako niko ne tvrdi da je toplotni melanizam delovao i kod biberastih moljaca, ovaj primer pokazuje da industrijski melanizam može da ima i druge razloge.

Potreba da se uzmu u obzir i drugi razlozi ne znači da su maskiranje i dejstvo grabljivih ptica neznačajni. U stvari, oni još uvek mogu da budu najznačajniji faktori u porastu i opadanju industrijskog melanizma kod biberastih moljaca. Britanski biolozi Majkl Majerus i Lorens Kuk (Laurence Cook) navode druga različita zapažanja u odbranu klasične priče, i nastavljaju da je brane, iako takođe priznaju da je potreban dalji rad.

U svakom slučaju, jasno je da očigledni dokaz prirodnog odabiranja za koji su biolozi nekad mislili da su ga imali kod biberastih moljaca, više ne postoji. Kao što su Sardžent i njegove kolege napisali 1998. godine, "klasično" objašnjenje je možda tačno, u celini ili delom. Međutim, tvrdimo da za sada ima malo uverljivih dokaza, u obliku strogih i ponovljenih posmatranja i eksperimenata, koji podržavaju to objašnjenje". Čini se da "Darvinov nedostajući dokaz" za prirodno odabiranje - bar kod biberastih moljaca - još uvek nedostaje.

Ipak, spor oko klasične priče se nastavlja i postavlja značajno pitanje: Šta je potrebno da bi se prirodno odabiranje demonstriralo kao naučno?

Nauka ili alhemija?

Godine 1998., evolucionisti biolog sa Čikago Univerziteta, Džeri Kojn (Jerry Coyne), pisao je pregled knjige Majkla Majerusa "Melanizam: Evolucija na Delu" (*Melanism: Evolution in Action*) u časopisu *Nature*. Kao što smo videli, Majerus je branio klasičnu priču, ali je takođe priz-

nao probleme u vezi nje. A ti problemi su bili dovoljni da ubede Kojna da je priča u ozbiljnoj neprilici. "S vremena na vreme", pisao je Kojn, "evolucionisti preispituju klasično eksperimentalno istraživanje i otkrivaju, na svoj užas, da ono ima greške ili je potpuno pogrešno". Po Kojnu, činjenica da se biberasti moljci ne odmaraju na stablima drveća "sama poništava Ketlevelove eksperimente puštanja i ponovog hvatanja moljaca, jer su moljci pušteni direktnim stavljanjem na stabla drveća".

Kada je pregledao Ketlevelove originalne papire i "iskopao dodatne probleme", Kojn je zaključio da je taj "nagrađivani konj u našoj štali primera" evolucije "u lošoj formi, i mada još uvek nije za fabriku lepka, potrebna mu je ozbiljna pažnja". Naročito je potrebna pažnja, tvrdio je Kojn, selektivnim faktorima odgovornim za industrijski melanizam. Nije dovoljno tvrditi da je fenomen nastao usled prirodnog odabiranja. Takođe je neophodno "otkriti sile koje menjaju jednu karakteristiku. Moramo da prestanemo da se pravimo da razumemo tok prirodnog odabiranja" samo zato što znamo da je jedna osobina podobnija od druge.

Ali, biolog sa Koledža Vilijam i Meri, Brus Grant, požurio je u odbranu klasične priče. Priznajući da su stvari komplikovanije nego što izgledaju u udžbenicima, Grant istovremeno insistira da postoje "brojne činjenice koje potkrepljuju osnovnu priču". Međutim, dokazi koje Grant navodi iznenađujuće su slabi. On priznaje da "još uvek ne znamo prirodno mesto za sakrivanje biberastih moljaca", i slaže se da "je najveća slabost Ketlevelovih eksperimenata 'označi - pusti - ponovo uhvati', ta da je puštao moljce za vreme dana" i ponavlja sopstveni nalaz da većina izveštaja o biberastim moljcima "daje preveliku pažnju značaju lišajeva".

Ipak, Grant tvrdi da su Ketlevelovi rezultati svedjedno punovažni. Postoje "neosporni dokazi za prirodno odabiranje", tvrdi on, zato što "čak i da odbacimo sve eksperimente koji se odnose na melanizam kod biberastih moljaca i dalje bi posedovali veliku količinu zabeleženih podataka" za značajnu evolucionu promenu. Grant zaključuje da "ni jedna druga evolucionarna sila ne može da objasni pravac, brzinu i veličinu promena osim prirodnog odabiranja".

Međutim, dokaz za industrijski melanizam nije neophodno i dokaz za prirodno odabiranje, a sigurno nije dokaz da su selektivni faktor bile grabljive ptice. Kao što smo videli, melanične forme mogu bolje da preživljavaju u zagađenim sredinama iz velikog broja razloga, a čak i biolozi koji brane opšti nacrt klasične priče priznaju da "selektivni faktori koji nisu vidljivi" mora da su takođe uključeni. Niko ne sumnja da je došlo do promene u proporciji dva varijeteta biberastih moljaca. Ali, šta ju je prouzrokovalo?

Godine 1986., evolucionisti biolog Džon Endler (John Endler), napisao je knjigu pod naslovom "Prirodno odabiranje u divljini" (*Natural*

Selection in the Wild), sada priznatu kao klasik iz te oblasti. U to vreme, Endler nije bio svestan problema koji su pronađeni u priči o biberastim moljcima, pa je i nju naveo kao jedan od nekoliko slučajeva u kojima je uzrok prirodnog odabiranja bio poznat. Ali, takođe je izjavio da "je prošlo vreme za 'brza i prljava' istraživanja prirodnog odabiranja". Iako je većina istraživača "zadovoljna samo demonstriranjem da se prirodno odabiranje desilo", pisao je Endler, "to je jednako demonstriranju hemijske reakcije, a onda ne istraživati njene uzroke i mehanizme. Jaka demonstracija prirodnog odabiranja kombinovana sa nedostatkom poznavanja njenih uzroka i mehanizama nije ništa bolja od alhemije".

Industrijski melanizam kod biberastih moljaca pokazuje da relativne proporcije dva već postojeća varijeteta mogu dramatično da se promene. Ta promena je mogla da nastane usled prirodnog odabiranja, kao što veruje većina biologa upoznata sa tom pričom. Ali, Ketlevelovi dokazi za prirodno odabiranje su sa greškama, a pravi razlog promene ostaje hipotetički. Kao naučna demonstracija prirodnog odabiranja - kao "Darvinov nedostajući dokaz" - industrijski melanizam kod biberastih moljaca nije ništa bolji od alhemije.

Međutim, otvorite skoro svaki biološki udžbenik koji se bavi evolucijom i naći ćete biberaste moljce predstavljene kao klasičan primer prirodnog odabiranja na delu - zajedno sa falsifikovanim fotografijama moljaca na stablima drveća. To nije nauka, već stvaranje mita.

Biberasti mit?

Skoro svaki udžbenik koji se bavi evolucijom ne samo da prepričava klasičnu priču o biberastim moljcima bez pominjanja nedostataka, već je takođe ilustruje sa isceniranim fotografijama. Na primer, izdanje knjige "Biologija", Keneta Milera i Džozefa Levina iz 2000. godine, sadrži montirane fotografije biberastih moljaca na stablima drveća i naziva Ketlevelov rad "klasičnom demonstracijom prirodnog odabiranja na delu". Slično, knjiga "Biologija", Bartona Gatmana iz 1999. godine, sadrži uobičajene fotografije, rezimira Ketlevelove eksperimente i naziva biberastog moljca "klasičnim savremenim slučajem prirodnog odabiranja".

Mnogi udžbenici ponavljaju mit da je prisustvo ili odsustvo lišajeva ključni faktor u priči. U svom udžbeniku iz 1998., "Biologija: Vizuelizacija života" (*Biology: Visualizing Life*), Džordž Džonson je napisao: "Nedavno, Engleska je uvela stroge mere za kontrolu zagađivanja vazduha. Šume u blizini industrijskih centara, kao što je Birmingem, ponovo postaju pokrivene lišajevima. Neka studenti predvide šta bi Ketlevel našao danas." Izdanje knjige "Biologija: Jedinstvo i

raznovrsnost života", Sisi Star i Ralfa Tagarta iz 1998. godine, sadrži sledeće: "Godine 1952., stroga kontrola zagađivanja stupila je na snagu. Lišajevi su se vratili. Stabla drveća su se oslobodila čađi, u velikom delu. Kao što ste možda predvideli, usmerena selekcija je počela da deluje u suprotnom smeru."

Kanadski pisac udžbenika, koji je znao da su slike biberastih moljaca iscenirane, svejedno ih je upotrebio. "Morate da mislite i na javnost. Zar hoćete da to učinite zbunjujućim za nekog ko prvi put uči?" Bob Riter (Bob Ritter) je citiran iz izjave za časopis *Alberta Report Newsmagazine*, od 5. aprila 1999. godine. Učenici srednjih škola "su još uvek vrlo konkretni u načinu na koji uče", nastavio je Riter. "Prednost ovog primera prirodnog odabiranja jeste ta što je veoma vizuelan." (Vizuelan možda, ali takođe i netačan.) Riter je objasnio: "Hoćemo da prikazemo ideju selektivne adaptacije. Kasnije, oni mogu da gledaju na rad kritički."

Izgleda da "kasnije" može da bude *mnogo* kasnije. Kada je profesor sa Univerzitetu Čikago, Džeri Kojn, saznao za nedostatke u ovoj klasičnoj priči 1998. godine, već je dugo bio evolucionisti biolog. Njegovo iskustvo ilustruje koliko su stvarno lukave ikone evolucije, pošto obmanjuju čak i profesionalce. Kojnu je bilo razumljivo "neprijatno" kada je konačno saznao da je priča o biberastim moljcima, koju je predavao godinama, bila mit.

Kojnova reakcija, kada je saznao istinu, otkriva razočarenje koje može da postane sve češće kako biolozi otkrivaju da ikone evolucije pogrešno predstavljaju istinu. "Moja sopstvena reakcija", pisao je, "ličila je na zaprepašćenje koje sam doživeo u šestoj godini života kada sam otkrio da je moj otac, a ne Deda Mraz, donosio poklone za praznik".

Darvinove zebe

Četvrt veka pre nego što je Darwin objavio knjigu "Postanak vrsta", on je formulisao svoje ideje o živim bićima kao prirodnjak na britanskom istraživačkom brodu *H. M. S. Bigl*. *Bigl* je napustio Englesku 1831. godine i krenuo na petogodišnje putovanje da bi istražio vode Južne Amerike i 1835. godine posetio je Galapagoska ostrva u Pacifiku, oko 1.000 km od zapadne obale Ekvadora.

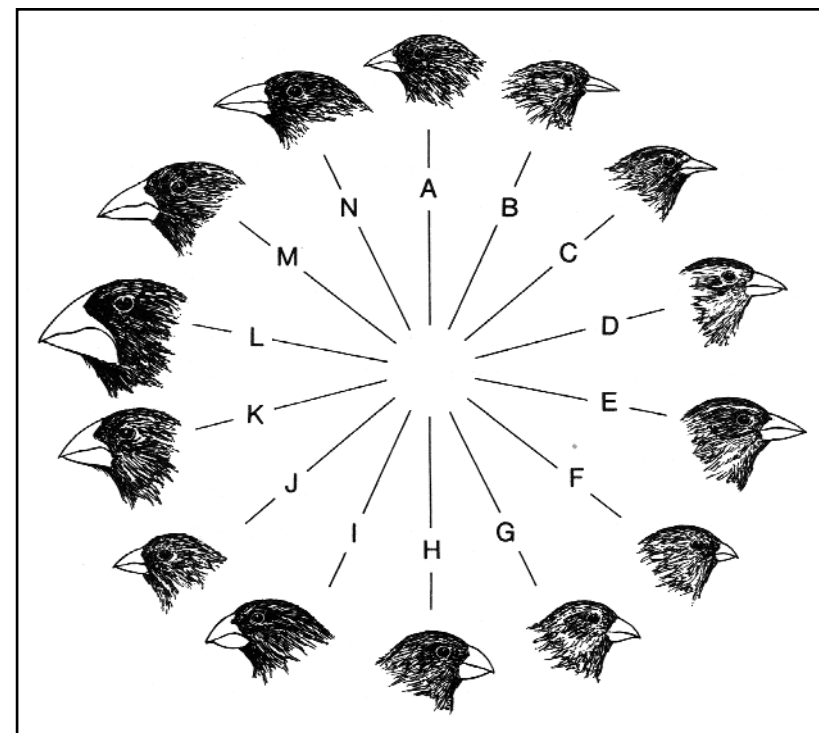
Dok je *Bigl* bio na Galapagosu, Darwin je skupljao primerke lokalnih životinja, uključujući i neke zebe. Trinaest vrsta zeba naseljavalo je nešto više od dvadeset vulkanskih ostrva. (Četrnaesta vrsta živi na Kokosovom ostrvu, skoro 650 km severoistočno od Galapagosa.) Zebe se razlikuju uglavnom po veličini i obliku svojih kljunova, i smatra se da su one potekle od ptica koje su došle sa kopna u dalekoj prošlosti.

Prema Darwinovoj teoriji, jedna vrsta se razdvaja na nekoliko varijeteta, a zatim u nekoliko različitih vrsta kroz delovanje prirodnog odabiranja. Pošto su kljunovi galapagoskih zeba adaptirani na različitu hranu koju jedu, izgleda razumljivo pretpostaviti da su različite vrste rezultat prirodnog odabiranja. U stvari, one izgledaju kao tako dobar primer Darwinove evolucije da su poznate kao "Darvinove zebe" (slika 8-1). Mnogi biološki udžbenici objašnjavaju da su galapagoske zebe pomogle Darwinu da formuliše svoju teoriju o evoluciji i da su terenska zapažanja iz 1970-tih obezbedila dokaze za njegovu teoriju pokazujući kako prirodno odabiranje utiče na kljunove ptica.

Ipak, galapagoske zebe nisu imale skoro ništa sa formulisanjem Darwinove teorije. On ih nije ni razmatrao u svom dnevniku sa putovanja na brodu *Bigl*, sem jednog uzgrednog pominjanja, a one nikad nisu spomenute u knjizi "Postanak vrsta". Prirodno odabiranje, uočeno 1970-tih, preokrenulo je smer sledećih godina, tako da tada nije bilo neto evolucionih promena. A nekoliko vrsta zeba se možda sada spajaju kroz hibridizaciju - suprotno onom što bismo očekivali od obrasca razgranatog drveta u Darwinovoj evoluciji.

Legenda o Darwinovim zebama

Kada je Darwin bio na Galapagoskim ostrvima, sakupio je devet od trinaest vrsta koje sada nose njegovo ime, ali je samo šest od njih identifikovao kao zebe. Osim u dva slučaja, nije uspeo da primeti nikakve razlike u načinu njihove ishrane, a i u ta dva slučaja nije uspeo da poveže ishranu sa oblikom kljuna. U stvari, bio je toliko nezainteresovan za zebe da dok je bio na Galapagosu nije se potrudio ni da ih izdvoji po ostrvima. Tek pošto se *Bigl* vratio u Englesku, ornitolog Džon Guld počeo je da razvrstava njihove geografske odnose, i za mnoge informacije koje je Darwin obezbedio - ispostavilo se da su pogrešne. Osam od petnaest lokaliteta koje je zabeležio - pod ozbiljnom su sumnjom, i većina je morala da bude rekonstruisana od pažljivije obeleženih zbirki njegovih kolega sa broda.



SLIKA 8-1. Darwinove zebe.

Četrnaest vrsta Darwinovih zeba. Sve žive na Galapagoskim ostrvima, osim zeba sa Kokosovog ostrva (B). Srednja zeba (K) je vrsta koja je bila najintenzivnije proučavana. Zapazite razlike u njihovim kljunovima.

Tako je, prema istoričaru nauke Frenku Saloveju (Frank Sulloway), Darwin "posedovao samo ograničenu i uveliko pogrešnu predstavu i o navikama u ishrani i o geografskom rasprostiranju ovih ptica". A za tvrdnju da su galapagoske zebe impresionirale Darvina kao dokaz za evoluciju, Salovej je napisao: "Ništa ne može da bude dalje od istine."

U stvari, Darwin nije postao evolucionista sve do nekoliko meseci posle svog povratka u Englesku. Tek se godinama kasnije osvrnuo na zebe i protumačio ih u svetlu svoje nove teorije. Godine 1845., napisao je u drugom izdanju svog "Dnevnika istraživanja" (*Journal of Researches*): "Najzanimljivija činjenica je savršena gradacija u veličini kljunova različitih vrsta (zeba). Uočavajući ovu gradaciju i raznovrsnost strukture u jednoj maloj, prismo srodnoj grupi ptica, moglo bi se pomisliti da je od prvobitnog malog broja ptica u tom arhipelagu, jedna uzeta i modifikovana za različite svrhe." Ali, to je bila teorijski naknadna misao, a ne zaključivanje iz činjenica koje je sakupio. Zaista, konfuzija koja je postojala kod geografskog obeležavanja Darwinovih primeraka učinila mu je nemogućim da ih koristi kao dokaze za svoju teoriju.

Darvin nije imao jasnu predstavu o poreklu zebe. Danas znamo da trinaest vrsta liče jedna na drugu više nego što liče na bilo koju pticu u Centralnoj ili Južnoj Americi, nagoveštavajući da bi one mogle biti potomci zajedničkog pretka koji je nastanio ova ostrva u dalekoj prošlosti. Ali, Darwin nije posetio zapadnu obalu Južne Amerike severno od Lime, u Peruu, tako da koliko je on znao, zebe su bile identične vrstama koje su još uvek živele na kopnu.

Tek posle uspona neo-darvinizma 1930-tih, galapagoske zebe su podignute na njihovo današnje značajno mesto. Iako su prvi put nazvane "Darvinove zebe" od strane Persi Loua (Percy Lowe) 1936. godine, ornitolog Dejvid Lek (David Lack) bio je taj koji je popularisao to ime deceniju kasnije. Lekova knjiga iz 1940. godine, "Darvinove zebe" (*Darwin's Finches*), rezimirala je činjenice koje povezuju varijacije kljunova zebe i različite izvore hrane, i ustvrdila da su kljunovi bili adaptacije prouzrokovane prirodnim odabiranjem. Drugim rečima, Lek je više nego Darwin bio taj koji je pridavao evolucionisti značaj galapagoskim zebama. Ironično, Lek je takođe bio taj koji je uradio više od svih za popularisanje mita da su zebe pomogle u oblikovanju Darwinovog mišljenja.

Darvinove zebe kao ikone evolucije

Kada je Lek uzdigao Galapagoske zebe na status ikone, Darwinov mali doprinos našem znanju o njima rastao je sa svakim sledećim prepričavanjem priče. Prema Saloveju, "Darvinu je sve više davana zaslu-

ga, posle 1947. godine, za zebe koje nikada nije video i za opažanja i shvatanja o njima koja nikad nije učinio". U najekstremnijem obliku legende, za Darvina se kaže da je "skupljao vrste i posmatrao crte ponašanja, kao što su neke izuzetne navike uočene kod zebe detlića, koje čak nisu ni bile poznate za vreme njegovog života". Tako ikonografija postaje istorijski spis.

Iako je Salovej raskrinkao ovu legendu skoro pre dvadeset godina, mnogi savremeni biološki udžbenici i dalje tvrde da su galapagoske zebe inspirisale Darvina na ideju o evoluciji. Knjiga "Biološka nauka", Gulda i Kitona (1996) obaveštava studente da su zebe "igrale glavnu ulogu u navođenju Darvina da formuliše svoju teoriju o evoluciji prirodnim odabiranjem". Prema knjizi "Biologija", Rejvena i Džonsona (1999), "odnos između kljunova trinaest zebe i njihovih izvora hrane odmah je ukazao Darvinu da ih je evolucija oblikovala". A knjiga "Biologija: Vizuelizacija života" od Džordža Džonsona (1998), tvrdi da je "Darvin pripisao razlike u veličini kljunova i navikama u ishrani među ovim zebama - evoluciji koja se desila pošto je njihov predek migrirao na Galapagoska ostrva". Džonsonov udžbenik čak govori studentima da "zamisle sebe na Darwinovom mestu" i "da pišu stranice dnevnika koje je Darwin mogao da napiše".

Ipak, što se tiče Darwinovog doprinosa, "Darvin" u Darwinovim zebama je nešto uveliko mitsko. Tek skoro jedan vek posle Darvina, zebe su zauzele njihov sadašnji status kao ikone evolucije. Naravno, kada bi stvarno bile dobar dokaz za Darwinovu teoriju, mogle bi svejedno da zasluže svoj status ikone.

Dokaz za evoluciju?

Ako je Darwinova teorija tačna, onda su verovatno predačke zebe, koje su nastanile Galapagos u dalekoj prošlosti, naselile različita ostrva gde su bile izložene različitim uslovima sredine. Ptice na različitim ostrvima srele su se sa razlikama u dostupnoj hrani, što je vodilo do prirodnog odabiranja njihovih organa za ishranu - njihovih kljunova. Teoretski, ovaj proces je mogao tokom vremena da dovede do razlika u kljunovima koje danas karakterišu trinaest posebnih vrsta.

Ovo je naizgled verovatan scenario, ali dokaz koji je Lek navodio za njega bio je indirektan. Razlike u kljunovima zebe su u zavisnosti od različitih izvora hrane, a ove ptice su naseljavale različita ostrva (iako nije slučaj da svako ostrvo ima svoju vrstu). Ovaj obrazac izgleda kao da odgovara Darwinovoj teoriji, pa ipak bi slučaj bio mnogo jači kada bi bilo direktnih dokaza za taj proces.

Jedna vrsta direktnih dokaza mogli bi da budu genetički dokazi. Ali, osim što znamo da su kljunovi zeba visoko nasledni - da će kljun zebe veoma verovatno ličiti kljunovima svojih bioloških roditelja - ne znamo ništa o genetici kljunova zeba. Istraživanja hromozoma ne pokazuju nikakve razlike među galapagoskim zebama, a DNK istraživanja koja su korišćena za konstruisanje molekularnih filogenija oslanjala su se na gene koji se ne odnose na oblik kljuna.

Druga vrsta direktnih dokaza bila bi opažanja prirodnog odabiranja u divljini. Ovaj dokaz je obezbedio tim muža i žene - Pitera i Rozmari Grant (Peter and Rosemary Grant), koji su otišli na Galapagos 1970-tih da posmatraju evoluciju na delu.

Kljun zebe

Grantovi su prvi put otišli na Galapagos 1973. godine. Uz pomoć nekoliko drugih biologa, Grantovi su izvršili hvatanje i označavanje zeba sa sedam ostrva. Svakoj zebi je pažljivo izmerena telesna težina, dužine krila, nogu i prstiju, i dužina, širina i dubina kljuna. Postojale su razlike među zebama u svim ovim karakteristikama - naročito u kljunovima.

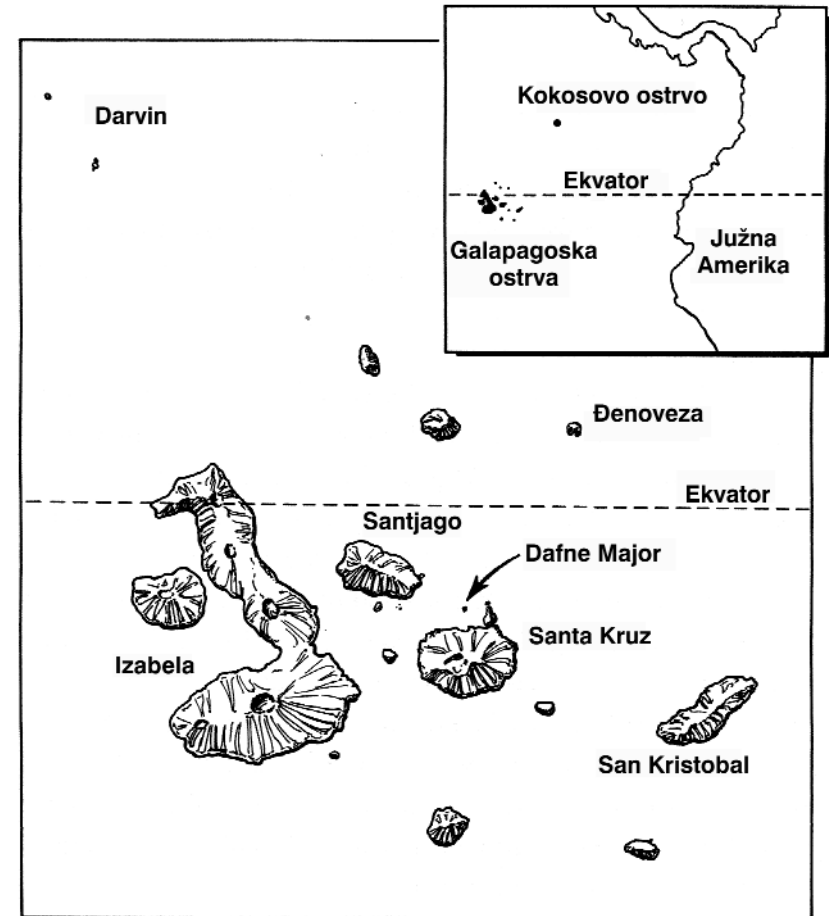
Do 1975. godine, Grantovi i njihovi saradnici fokusirali su svoju pažnju na jedno od manjih ostrva, Dafne Major (slika 8-2). Njegova mala veličina učinila je ostrvo Dafne Major idealnom prirodnom laboratorijom gde su mogli da označe i premere svaku jedinku jedne određene vrste zebe srednje veličine (slika 8-1, K). Biolozi su čak zabeležili parenja, i označili i posmatrali potomke. Takođe su pratili količinu padavina i koliko semenja proizvedu ostrvske biljne vrste.

Tokom ranih 1970-tih, Dafne Major je dobijao normalne količine padavina koje su obezbeđivale obilne zalihe hrane i veliku populaciju zeba. U normalnoj kišnoj sezoni, kao što je bila ona tokom 1976. godine, ostrvo je primilo oko 13 cm kiše; ali je 1977. godine palo samo oko 3 cm. Suša iz 1977. godine prouzrokovala je ozbiljnu redukciju u dostupnosti semenja i ostrvska populacija srednje zebe opala je na 15% svoje prethodne veličine. Grantovi i njihovi saradnici zapazili su da su zebe koje su preživele sušu težile da imaju malo veća tela i malo veće kljunove. Takođe su zapazili da je zaliha malog semenja značajno opala te godine. Oni su zaključili da je prirodno odabiranje jako favorizovalo one ptice koje su bile sposobne da razbiju tvrdo, veliko semenje, koje je ostalo.

Kao rezultat suše, prosečna dubina kljuna srednje zebe povećala se za oko 5%. (Dubina kljuna je dužina između vrha i dna kljuna u njegovoj osnovi.) To je predstavljalo razliku od oko pola milimetra - kolika je

debljina ljudskog nokta. Ovo možda ne izgleda puno, ali za zebe sa ostrva Dafne Major, te 1977. godine, značilo je razliku između života i smrti.

To je takođe bio dramatičan primer prirodnog odabiranja u divljini. Priča o istraživanju Grantovih ispričana je u knjizi Džonatana Veinera (Jonathan Weiner), "Zebin kljun" (*The Beak of the Finch*), koja je nazvala ovu uočenu promenu dubine kljuna "najboljom i najdetaljnijom



SLIKA 8-2. Galapagoska ostrva.

Pionirski rad Grantovih na kljunovima zeba odigrao se uglavnom na ostrvu Dafne Major, malom ostrvu severno od ostrva Santa Kruza.

demonstracijom koja potiče od jačine Darwinovog procesa". Zbog toga, prema Veineru, kljun zebe je "ikona evolucije".

Grantovi i njihovi saradnici vremenom su shvatili da prirodno odabiranje može da osciluje između suvih i vlažnih godina, čineći kljunove jedne godine većim, a sledeće manjim. Ali, ako dubina kljuna nastavi da se povećava, onda bi nešto stvarno interesantno moglo da se desi. Različite vrste Darwinovih zeba izdvajaju se uglavnom po razlikama u njihovim kljunovima. Grantovi su mislili da ako prirodno odabiranje može da proizvede razlike u kljunovima, možda bi takođe moglo da objasni poreklo vrsta među Darwinovim zebama.

U časopisu *Scientific American* iz 1991. godine, Piter Grant (Peter Grant) je objasnio kako bi ovo moglo da se desi, bar u teoriji. Nazivajući porast u dubini kljuna za vreme velike suše "selekcionim događajem", Grant je procenio broj takvih događaja potrebnih da transformiše srednju zebu u drugu vrstu: "Broj je iznenađujuće mali - bilo bi dovoljno oko 20 selekcionih događaja. Ako bi se suše javljale jednom u deset godina, u proseku, usmerena selekcija koja se ponavlja ovom stopom, bez selekcija između suša, transformisala bi jednu vrstu u drugu za 200 godina. Čak i da se procena smanji za faktor 10, onda je 2000 godina potrebno za specijaciju još uvek malo vremena u odnosu na stotine hiljada godina koliko su zebe bile u ovom arhipelagu".

Ekstrapolacija Grantovih zavisi, naravno, od pretpostavke da je porast u veličini kljuna kumulativan od jedne suše do sledeće. Ali, Grantovi i njihovi saradnici znali su da to nije slučaj.

Kada su se kiše vratile

Ljudi koji žive na zapadnoj obali severa Južne Amerike znaju da svakih nekoliko godina mogu da očekuju El Ninjo - poremećaj tipa zimskog vremena prouzrokovan neobično toplim vetrom koji ide preko Pacifičkog okeana. U zimu 1982-1983., El Ninjo je doneo velike kiše na Galapagoska ostrva - više od deset puta nego u normalnim situacijama, i više od pedeset puta nego što je palo za vreme suše. Biljni život je eksplodirao, a takođe i populacija zeba.

Posle El Ninja iz 1982-1983., sa ponovnim obiljem hrane, prosečna veličina kljuna kod srednjih zeba vratila se na prvobitnu vrednost. Godine 1987., Piter Grant i njegov diplomirani student Lisl Gibbs (Lisle Gibbs), izvestili su u časopisu *Nature* da su zapazili "preokret u smeru odabiranja" usled promene klime. "Velika veličina odraslih jedinki favorizovana je kada je hrana oskudna", pisali su, "zato što se zaliha malih i mekanih semena najpre iscrpi, i samo one ptice sa velikim kljunovima mogu da razbiju preostala velika i tvrda semena. Suprotno,

mala veličina odraslih jedinki favorizovana je u godinama sa veoma vlažnim uslovima, verovatno zato što su dominantna količina hrane mala mekana semena".

Prema tome, evolucionarna promena koju su uočili Grantovi i njihovi saradnici za vreme suše 1977. godine, preokrenuta je velikim kišama 1983. godine. "Selekcija se trgnula", pisao je Veiner. "Ptice su načinile ogroman korak unazad, posle njihovog ogromnog koraka unapred." Kako je Piter Grant napisao 1991. godine, "populacija, podvrgnuta prirodnom odabiranju, osciluje napred i nazad" sa svakom promenom klime.

Međutim, oscilujuća selekcija ne može sama da proizvede nikakve neto evolucionarne promene kod Darwinovih zeba, bez obzira koliko traje (slika 8-3). Neka vrsta dugoročnog trenda treba da bude nametnuta oscilacijama "napred-nazad" da bi se proizvela dugoročna promena, a to nije ono što su Grantovi i njihovi saradnici uočili. Zaista, verovatno bi bilo potrebno više od decenije ili dve da se ona izmeri, čak i kada bi bila prisutna. Naravno, klima Galapagosa bi mogla da se promeni u budućnosti i izmeni obrazac. Ali oboje - neprimećeni trend i buduća promena - jesu pretpostavke.

Ostaje teoretska mogućnost da su različite vrste galapagoskih zeba nastale prirodnom odabiranjem. Ali, zapažanja Grantovih nisu obezbedila direktne dokaze za to. A tokom svog rada, otkrili su da se nekoliko vrsta Darwinovih zeba sada možda spaja umesto da se razdvaja.

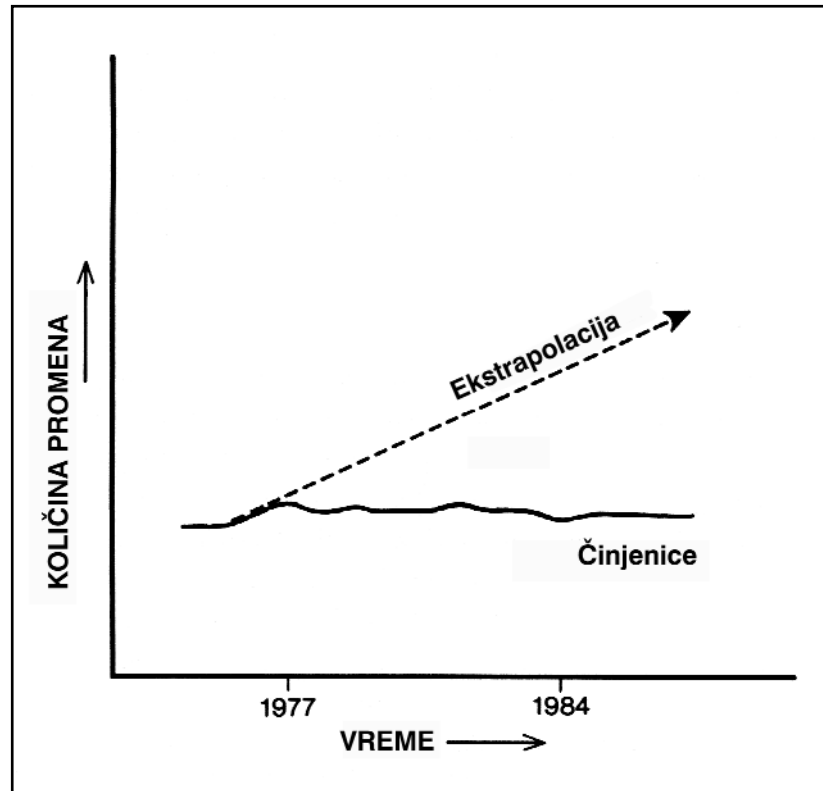
Razdvajanje ili spajanje?

Ako Darwinova evolucija zahteva da se jedna populacija razdvoji u dve, suprotno bi bilo da se dve ranije odvojene populacije spajaju u jednu (slika 8-4). Ipak, upravo to se možda sada dešava sa nekoliko vrsta Darwinovih zeba.

Poznato je da se bar polovina vrsta zeba na Galapagosu ukršta, iako to rade veoma retko. U godinama koje su usledile posle El Ninja 1982-1983., Grantovi i njihovi saradnici uočili su da nekoliko vrsta zeba na ostrvu proizvodi hibride koji ne samo da su napredovali, već su se i uspešno reprodukovali. U stvari, hibridi su uspevali bolje nego roditeljske vrste koje su ih proizvele. Grantovi su zabeležili da bi ovaj proces, ako ne bi stao, "doveo do spajanja vrsta u jednu populaciju". To se ne bi desilo preko noći: Računajući na osnovu uočene učestalosti hibridizacije, Grantovi su procenili da bi bilo potrebno sto do dvesta godina da se te vrste spoje u potpunosti.

Prema tome, ako pravimo proračun na osnovu procesa posmatranih u sadašnjosti, dobijamo dva protivrečna predviđanja: neprekidno odabi-

ranje za veće kljunove bi moglo da proizvede nastanak nove vrste za dvesta ili dve hiljade godina, dok bi neprekidna hibridizacija mogla da proizvede suprotnost nastanku nove vrste za sto ili dvesta godina. Očigledno, tendencija za razdvajanje je više nego izjednačena sa tendencijom za spajanje. Naravno, kolebljiva klima na Galapagosu podrazumeva da verovatno nijedan proces neće trajati neprekidno i Grantovi su zaključili da "bi dugoročno gledano, trebalo da postoji balans između odabiranja i hibridizacije". Prema Veineru, izgleda da se "ogromno nevidljivo klatno klati napred i nazad na Darwinovim ostrvima, oscilacijom sa dve faze", u kojima se zebe "stalno nasilno blago razdvajaju i ponovo vraćaju nazad".



SLIKA 8-3. Poređenje pravolinijske nasuprot ciklične promene.
Prava linija predstavlja ekstrapolaciju koja predviđa nastanak nove vrste zebe za 200 godina. Talasasta linija predstavlja ciklične promene koje su za sada uočene.

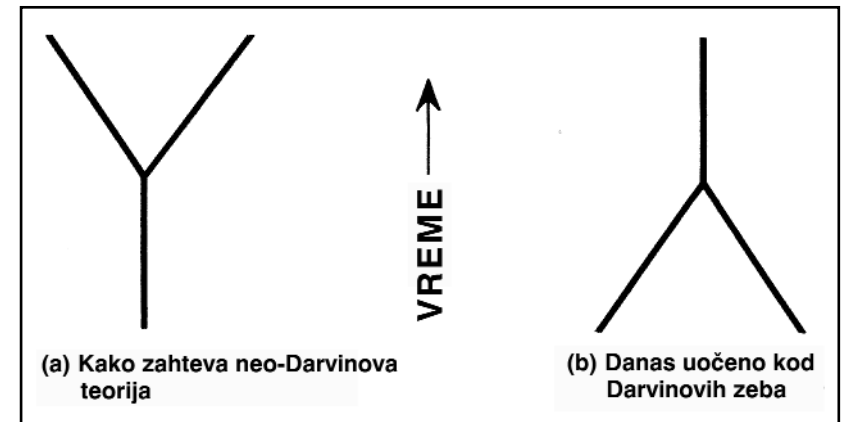
Prema tome, Darwinove zebe se možda ne spajaju ili razdvajaju, već prosto osciluju napred i nazad. Međutim, njihov uspeh u hibridizaciji postavlja pitanje da li su one uopšte različite vrste.

Četrnaest vrsta, ili šest?

Ispostavlja se da većina od četrnaest vrsta Darwinovih zebe - ili bar većina od trinaest koje žive na ostrvima Galapagos - ostaju različite prvenstveno zbog osobina parenja. Činjenice nagoveštavaju da ptice biraju svoje partnere na osnovu morfologije kljuna i obrazaca pesmi. Prvo je nasleđeno, dok ovo drugo mlade ptice uče od svojih roditelja.

Ali, moglo bi se očekivati da bi prave vrste bile odvojene većim razlikama nego što su morfologija kljuna i obrazac pesme. U ljudskim populacijama, rasa je nasleđena, a jezik je naučen - kao što su kod zebe kljunovi nasleđeni, a pesme naučene. Ipak, ljudske populacije koje su odvojene rasom i jezikom nesumnjivo su deo iste vrste, iako takve razlike mogu da učine međusobno ukrštanje retkim.

Pišući za časopis *Science*, godine 1992., Grantovi su zabeležili da superiorna prilagođenost hibrida među populacijama Darwinovih zebe "dovodi u pitanje njihovo određivanje kao vrste". Sledeće godine, Piter Grant je priznao da ako se vrste strogo definišu nesposobnošću međusobnog ukrštanja onda "bismo priznali samo dve vrste Darwinovih zebe na ostrvu Dafne", umesto uobičajenih četiri. "Tri populacije zebe na



SLIKA 8-4. Razdvajanje nasuprot spajanja.
(a) Razdvajanje jedne vrste u dve, kakvo je potrebno za Darwinovu evoluciju. (b) Spajanje dve vrste usled hibridizacije, što se sada zapaža kod nekoliko vrsta Darwinovih zebe.

Denovezi bi slično bile redukovane na jednu vrstu", nastavio je Grant. "Na kraju, šest vrsta bi bilo priznato umesto sadašnjih četrnaest, a dodatna istraživanja bi mogla da zahtevaju dalju redukciju".

Drugim rečima, Darwinove zebe možda nisu četrnaest odvojenih vrsta. Možda su u procesu *postajanja* vrsta. Ali, onda bi očekivali da je njihova tendencija da se razdvajaju kroz prirodno odabiranje veća od njihove tendencije da se spajaju kroz hibridizaciju, a to nije ono šta činjenice pokazuju. Možda su galapagoske zebe *bile* odvojene vrste, a sada su u procesu smanjivanja broja vrsta. Ali, onda one demonstriraju *suprotan* proces od Darwinove evolucije koja se javlja kada se jedna vrsta podeli u odvojene vrste.

Porast u prosečnoj veličini kljuna kod nekoliko vrsta galapagoskih zeba posle velike suše - i njeno vraćanje na normalnu vrednost pošto se suša završila - direktan je dokaz za prirodno odabiranje u divljini. U ovom ograničenom smislu, zebe obezbeđuju dokaz za Darwinovu teoriju. Međutim, kao primeri nastanka vrsta prirodnim odabiranjem Darwinove zebe ostavljaju mnogo toga u domenu želja - iako to nije sprečilo neke ljude da ih svejedno koriste kao primere. Ali, jedini način da se to radi jeste preuveličavanjem činjenica.

Preuveličavanje činjenica

Zahvaljujući dugogodišnjem pažljivom istraživanju Grantovih i njihovih saradnika, znamo dosta toga o prirodnom odabiranju i obrascima razmnožavanja kod Darwinovih zeba. A dostupne činjenice su jasne. Prvo, odabiranje osciluje sa kolebanjima klime i ne prikazuje dugoročnu evolucionu promenu. Drugo, superiorna prilagođenost hibrida znači da su nekoliko vrsta Darwinovih zeba možda u procesu spajanja, a ne razdvajanja.

Odličan terenski rad Grantovih obezbedio nam je dobru demonstraciju prirodnog odabiranja u divljini - daleko bolju od Ketlevelovih biberastih moljaca. Da su grantovi tu stali, njihov rad bi mogao da služi kao primer nauke u svom najboljem obliku. Ipak, pokušali su da naprave od svog rada više nego što činjenice daju za pravo. U člancima objavljenim 1996. i 1998. godine, Grantovi su izjavili da se Darwinova teorija nastanka vrsta "slaže sa činjenicama o evoluciji Darwinovih zeba na ostrvima Galapagos" i da je "usmeravajuća sila" prirodno odabiranje.

Tvrđnju je ponovio Mark Ridli (Mark Ridley) u svom fakultetskom udžbeniku iz 1996. godine, "Evolucija" (*Evolution*). Kao i Grantovi, Ridli je napravio proračun o povećanju veličine kljuna posle suše iz 1977. godine da bi odredio koliko je vremena potrebno za nastanak novih vrsta. To "ilustruje kako možemo na osnovu prirodnog odabiranja, koje

deluje u okviru vrste, da objasnimo razdvajanje zebe od jedinstvenog zajedničkog pretka". Ridli je zaključio: "Argumenti takve vrste su uobičajeni u teoriji evolucije."

Zaista jesu. Ali, argumenti takve vrste preuveličavaju istinu. A takva preuveličavanja izgleda da karakterišu mnoge tvrdnje za Darwinovu teoriju. Činjenice za promenu kod biberastih moljaca uzimaju se kao dokaz za prirodno odabiranje, iako selektivni faktori nisu dokazani. A dokaz za oscilujuće prirodno odabiranje kljunova zebe uzima se kao dokaz za prvobitni postanak zebe. Očigledno, neki darvinisti su skloni da daju naduvane tvrdnje na osnovu prilično oskudnih činjenica.

Da li Nacionalna akademija nauka odobrava "argumente takve vrste" koji preuveličavaju činjenice? Knjižica iz 1999. godine, koju je objavila Nacionalna akademija, opisuje Darwinove zebe kao "naročito ubedljiv primer" za nastanak vrsta. Knjižica nastavlja objašnjavajući kako su Grantovi i njihovi saradnici pokazali "da samo jedna godina suše na ostrvima može da izazove evolucionu promenu kod zebe", i da "ako se suše na ostrvima javljaju otprilike jednom na svakih deset godina, nova vrsta zebe može da nastane za samo oko 200 godina".

To je to. Da ne bi zbunila čitaoca spominjući da je odabiranje bilo preokrenuto posle suše, ne produkujući dugoročnu evolucionu promenu, knjižica prosto izostavlja tu nezgodnu činjenicu. Kao berzanski promoter koji tvrdi da bi akcije mogle da dupliraju svoju vrednost za dvadeset godina zato što su porasle za 5% 1998. godine, ali ne spominje da su opale za 5% 1999. godine, knjižica obmanjuje javnost prikrivajući kritičan deo činjenica.

To nije traganje za istinom. Ono nas navodi da se zapitamo koliko stvarno dokaza postoji za Darwinovu teoriju. Kao što je profesor prava sa Berklija i kritičar darvinizma Filip E. Džonson napisao za časopis *Wall Street Journal*, godine 1999.: "Kada naši vodeći naučnici moraju da pribegavaju onoj vrsti izvrtanja koja bi berzanskog promotera odvela u zatvor, onda znate da su u poteškoći."

Vinske mušice sa četiri krila

Prema Darwinovoj teoriji, evolucija je proizvod dva faktora: prirodne selekcije i naslednih varijacija. Prirodna selekcija oblikuje populacije čuvajući korisne varijacije koje se prenose na sledeće generacije. Evolucija malih razmera u okviru vrste (kakvu vidimo kod gajenja domaćih životinja) koristi varijacije koje su već prisutne u populaciji, ali je evolucija velikih razmera (kakvu je Darwin predviđao) nemoguća, osim ako nove varijacije ne nastaju s vremena na vreme. Darwin je posvetio prva dva poglavlja knjige "Postanak vrsta" potvrđivanju postojanja naslednih varijacija u domaćim i divljim populacijama, ali nije znao kako se nasleđuju ili kako nastaju nove.

Tek napretkom neo-darvinizma i molekularne genetike u dvadesetom veku, mnogi biolozi su konačno osetili da razumeju mehanizam nasleđivanja i poreklo varijacija. Prema neo-darvinizmu, geni koji se sastoje od DNK, nosioci su nasledne informacije; informacija kodirana u DNK sekvencama upravlja razvićem organizma; a nove varijacije potiču od mutacija, ili slučajnih promena u DNK.

Neke DNK mutacije nemaju efekat, a većina drugih su štetne. Povremeno, ipak, naiđe mutacija koja je uslovno korisna - daje neku prednost organizmu, koji onda može da ostavi više potomaka. Prema neo-darvinizmu, korisne DNK mutacije - iako nisu potrebne za ograničene promene u okviru vrste - obezbeđuju sirov materijal neophodan za evoluciju velikih razmera.

Uslovno korisne mutacije su retke, ali se javljaju. Na primer, mutacije mogu da imaju biohemijske efekte koji čine da bakterije budu otporne na antibiotike ili da insekti budu otporni na insekticide. Ali biohemijske mutacije ne mogu da objasne promene velikih razmera u organizmima koje vidimo u istoriji života. Ukoliko mutacija ne deluje na morfologiju - oblik organizma - ona ne može da obezbedi sirove materijale za morfološku evoluciju.

Jedan organizam kod koga su morfološke mutacije opsežno proučavane jeste vinska mušica, *Drosophila melanogaster*. Između velikog broja mutacija koje su poznate kod roda *Drosophila*, neke prouzrokuju da normalno dvokrila vinska mušica razvije drugi par krila. Od 1978. godine, vinska mušica sa četiri krila je postala sve više popularna u udžbenicima i javnim prezentacijama kao ikona evolucije (slika 9-1).

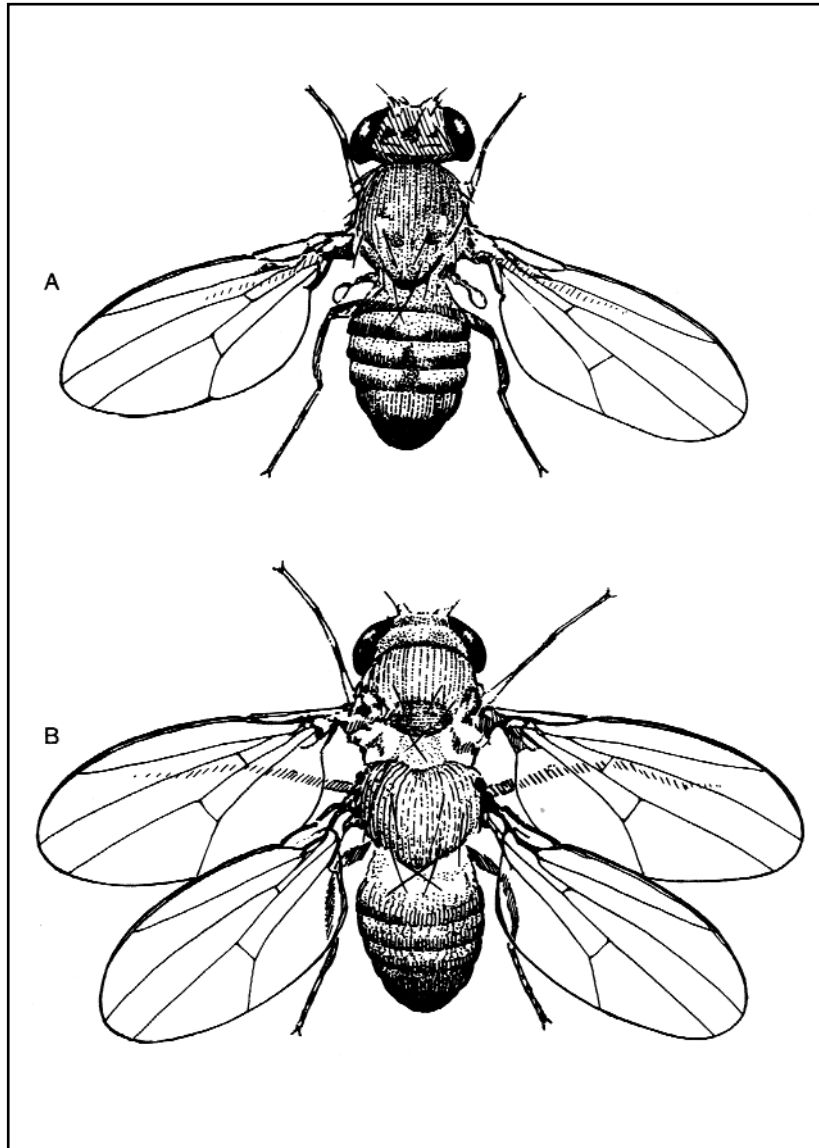
Ali, vinske mušice sa četiri krila se ne javljaju spontano. One moraju da budu pažljivo odgajane u laboratoriji od tri veštački održavana soja. Štaviše, dodatnim krilima nedostaju mišići za letenje, pa je mutantna mušica ozbiljno hendikepirana. Vinske mušice sa četiri krila svedoče o veštini genetičara i one nam pomažu da razumemo ulogu gena u razviću, ali one ne obezbeđuju dokaz da DNK mutacije obezbeđuju sirove materijale za morfološku evoluciju.

Poreklo varijacija od Darvina do DNK

Iako Darwin nije znao kako varijacije nastaju, verovao je da "su promenjeni uslovi života od najvećeg značaja" u njihovom prouzrokoivanju. Drugim rečima, on je mislio da su većina novih varijacija indukovane sredinom koja deluje ili na ceo organizam ili na njegov reproduktivni sistem. U nekim slučajevima, pisao je, nove nasledne varijacije "mogu da budu pripisane povećanoj upotrebi ili neupotrebi određenih delova tela".

Ovo gledište, poznato kao nasleđivanje stečenih osobina, bilo je zastupano pola veka ranije od strane francuskog zoologa Žan Baptist de Lamarka (Jean Baptiste de Lamarck). Ono nije bilo osporeno sve do poslednje godine Darwinovog života (umro je 1882.) kada je nemački zoolog August Vajsman (August Weismann) ubedio većinu biologa da je Lamarkovo gledište bilo pogrešno. Prema Vajsmanu, nasledene osobine se prenose pomoću "klicinih ćelija" koje ostaju odvojene od ostatka tela - od embriona do punoletstva - kada rastu u jaja ili spermatozoide. U svom čuvenom eksperimentu, sekao je repove miševima tokom nekoliko generacija da bi dokazao da neupotreba nije stvarala miševima sa kraćim repovima.

Biološka osnova nasleđivanja ipak je ostala nepoznata, sve dok teorija Gregora Mendela (Gregor Mendel) nije postala opšte poznata posle 1900. godine. Citolozi su identifikovali hromozome kao nosioce Mendelovih naslednih faktora i 1909. godine Viljem Johansen (Wilhelm Johanssen) ih je nazvao "geni". U danima pre DNK, geni su bili regioni hromozoma, a genetičar za vinske mušice Tomas Hant Morgan (Thomas Hunt Morgan) proučavao je spontane promene u pojedinačnim genima



SLIKA 9-1. Normalna vinska mušica i ona sa četiri krila.
 (A) Normalni ili "divlji-tip" vinske mušice, sa dva krila i dve njihalice ili "haltere" (mali izraštaji na obe strane između krila i zadnjih nogu); (B) mutantna mušica kod koje su se haltere razvile u krila normalnog izgleda.

koje je zvao mutacije (termin je pozajmio od holandskog botaničara Huga De Vrisa (Hugo DeVries)).

Do 1930-tih, mnogi genetičari su verovali da su vrste mutacija koju je Morgan proučavao bile izvor novih varijacija neophodnih za evoluciju. Godine 1937., Teodosijus Dobžanski (Theodosius Dobzhansky) učinio je ovo osnovnim temeljem neo-darvinizma kada je napisao da "mutacije i hromozomalne promene... stalno i uporno obezbeđuju sirove materijale za evoluciju". 1940-tih, mikrobiolozi su dokazali da DNK nosi naslednu informaciju, a 1953. godine, Džejms Votson (James Watson) i Frensis Krik (Francis Crick) objasnili su kako bi molekularna struktura DNK mogla da određuje i prenosi nasledne osobine. Morganove mutacije su pripisane molekularnim slučajnostima i slika je izgledala kompletna. Godine 1970., molekularni biolog Žak Mono (Jacques Monod) objavio je da je "mehanizam Darvinizma konačno bezbedno utemeljen".

Mi danas znamo da su neke DNK mutacije "neutralne" - nemaju uopšte nikakav efekat. Ogromna većina ostalih su štetne. U borbi za opstanak, od prirodne selekcije bi se očekivalo da ignoriše prve i eliminiše druge. Samo one retke mutacije, koje uslovno koriste organizmu, mogle bi da budu favorizovane prirodnom selekcijom i tako eventualno obezbede sirovu građu za evoluciju. Neke mutacije koje deluju na biohemijske puteve, odgovaraju ovom opisu.

Korisne biohemijske mutacije

Antibiotici rade tako što truju molekule bakterija. Većina slučajeva medicinski značajne otpornosti na antibiotike nije usled mutacija, već usled složenih enzima koji deaktiviraju otrov, i koje bakterija ili nasleđuje ili dobija od drugih organizama. Ipak, postoje neki slučajevi otpornosti nastali usled spontanijih mutacija koje menjaju bakterijske molekule sasvim dovoljno, pa antibiotik više ne može da ih otruje. Bakterije dovoljno srećne da imaju takve mutacije (kao one dovoljno srećne da imaju deaktivirajuće enzime) mogu da odole antibiotiku i da prežive da se reprodukuju.

Kao i otpornost na antibiotike, većina otpornosti na insekticide je usled deaktivirajućih enzima. Ipak, ima slučajeva kod kojih je otpornost nastala usled spontanijih mutacija. Kao i mutacije koje daju otpornost na antibiotike, i ove mogu da koriste organizmu omogućavajući mu da preživi i da se reprodukuje uprkos prisustvu otrova.

Pošto su mutacije koje vode ka otpornosti na antibiotike i insekticide očigledno korisne u određenim sredinama, biološki udžbenici ih stalno navode kao dokaz da mutacije obezbeđuju sirovu građu za evoluciju. Mnogi udžbenici takođe navode anemiju srpastih ćelija, jer ista mutaci-

ja koja prouzrokuje ovu obogaljujuću genetičku bolest može takođe, u blažoj formi, da koristi deci koja rastu u oblastima zaraženim malarijom. U svim ovim slučajevima, ipak, navodna evolucija koja se javlja je trivijalna (osim za jedinke koje imaju korist od nje). Sirova građa za evoluciju velikih razmera mora da bude u mogućnosti da doprinese bitnim promenama u obliku i strukturi organizma.

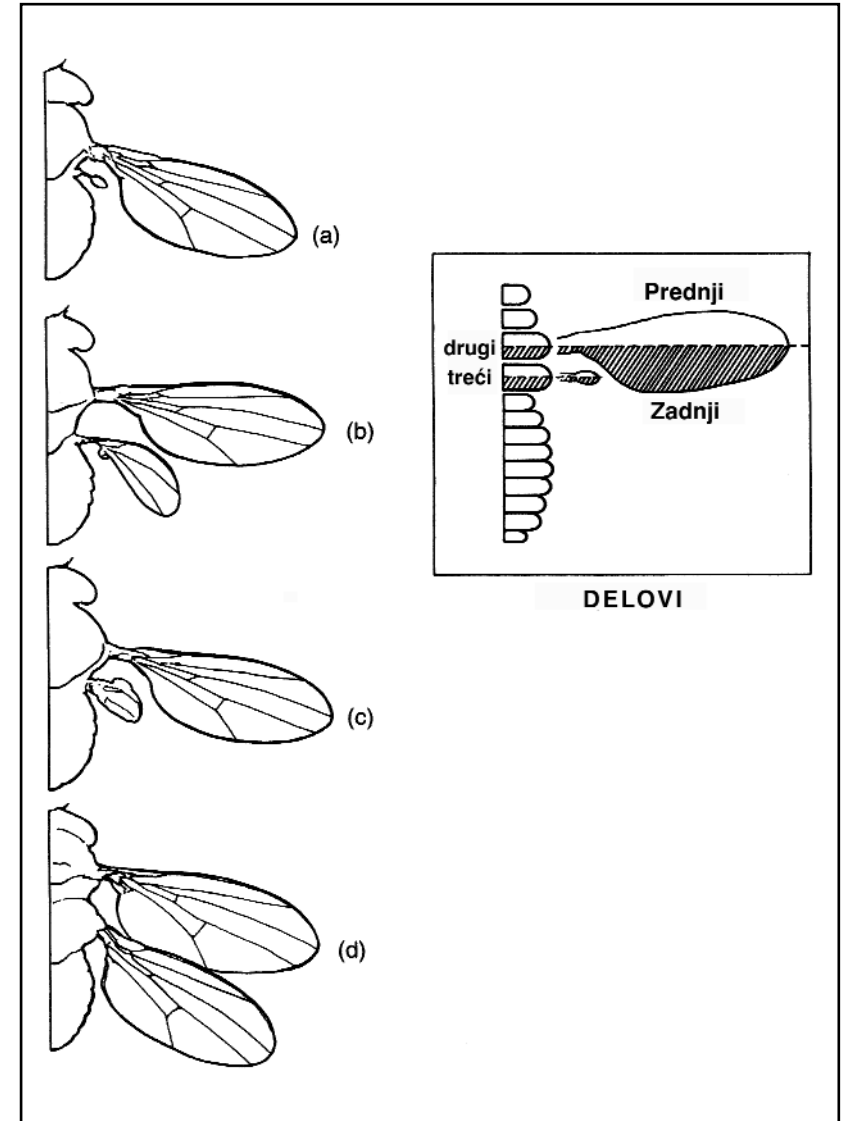
Pošto biohemijske mutacije - kao one koje vode ka otpornosti na antibiotike i anemiji srpastih ćelija - ne deluju na oblik ili strukturu organizma, evoluciji su potrebne korisne mutacije koje utiču na morfologiju. Neo-darvinisti znaju to, naravno, i da bi obezbedili dokaze za morfološke mutacije sve veći broj njih koristi slike mutantnih vinskih mušica sa ekstra parom krila.

Vinska mušica sa četiri krila

Tela vinskih mušica se sastoje od segmenata, od kojih su tri u toraksu (srednji deo). Normalno, drugi torakalni segment nosi par krila, a treći nosi par "haltera" ili njihalica - malih izraštaja koji omogućavaju insektu da održi ravnotežu u letu (slika 9-1a). Genetičar Kelvin Bridžis (Calvin Bridges) (radeći u Tomas Hant Morganovoj laboratoriji) je 1915. godine otkrio mutanta vinske mušice kod koga je treći torakalni segment izgledao slično kao drugi, a haltere su bile blago uvećane i ličile su na minijaturna krilca. Ovaj spontano nastajući "*bitoraksni*" mutant (engl. *bitorax*) od tada je bio održavan kao laboratorijska zaliha.

Genetičar sa Kalifornijskog tehnološkog instituta, Ed Levis (Ed Lewis), 1978. godine je izvestio da je ukrštanjem mušica koje poseduju *bitoraksnu* mutaciju sa mušicama koje poseduju jednu drugu mutaciju, "*postbitoraksnu*" (engl. *postbitorax*), bio u mogućnosti da dobije vinsku mušicu kod koje su haltere bile još više uvećane, i izgledale skoro kao drugi par krila. Kasnije je otkrio da ako se mušice koje imaju udružene ove dve mutacije ukrštaju sa mušicama koje poseduju treću, "*anterobitoraksnu*" mutaciju (engl. *anterobitorax*), potomak - trostruki mutant - imao je ekstra par krila koja su izgledala kao i normalna krila mušice (slika 9-1, B).

Levis je morao da koristi tri mutacije zato što nijedna pojedinačna mutacija nije delovala na čitav segment. Svaki segment vinske mušice je podeljen na anteriorni (prednji) deo i posteriorni (zadnji) deo. *Postbitoraksna* mutacija indukovala je zadnji deo trećeg torakalnog segmenta da proizvede zadnju polovinu krila, dok je kombinacija *anterobitoraksne* i *bitoraksne* mutacije prouzrokovala da prednji deo proizvede prednju polovinu krila. Samo mušica koja poseduje sve ove tri mutacije nosi četiri krila normalnog izgleda (slika 9-2).



SLIKA 9-2. Koraci u stvaranju vinske mušice sa četiri krila.

Uokviren deo u gornjem desnom uglu prikazuje kako je svaki segment podeljen na prednji i zadnji deo. (a) Normalna mušica; (b) *bitoraksni* mutant; (c) *postbitoraksni* mutant; (d) trostruki mutant (*anterobitoraksni*, *bitoraksni* i *postbitoraksni*). *Anterobitoraksna* mutacija pojačava efekat *bitoraksne* mutacije.

Naravno, Levisov cilj nije bio da stvori izložbene nakaze, već da razume molekularne interakcije koje su uključene u razviće vinske mušice. Ispostavlja se da sve tri mutacije kod vinske mušice sa četiri krila deluju na jedan veliki gen, "*ultrabitoraksni*" (engl. *ultrabitorax*). Mutacije ne deluju na protein kojeg proizvodi gen, već samo određuju gde će se protein proizvesti. Svaka ćelija u telu vinske mušice prima iste gene od oplodnog jajeta; ali kako se embrion razvija, specifični geni se uključuju samo u onim ćelijama u kojima su potrebni. Ovaj proces zavisi od "regulatornih sekvenci" koje su povezane sa svakim genom. Takve sekvence deluju kao prekidači, dopuštajući genima da budu uključeni ili isključeni u različitim delovima embriona.

Kod normalne vinske mušice *ultrabitoraksni* gen je *uključen* u trećem torakalnom segmentu i segment proizvodi haltere umesto krila. Svaka od *anterobitoraksnih*, *bitoraksnih* i *postbitoraksnih* mutacija *isključuje* gen do nekog stepena: prve dve ga isključuju u prednjem delu, a treća ga isključuje u zadnjem delu. Kada su sve tri mutacije prisutne, gen je potuno isključen u trećem torakalnom segmentu, koji onda proizvodi par krila normalnog izgleda umesto haltera.

Dešifrovanjem genetičkih interakcija umešanih u isključivanje *ultrabitoraksnog* gena, Levis je bio u mogućnosti da baci značajnu svetlost na molekularnu biologiju razvića vinske mušice i na osnovu tog istraživanja dobio je Nobelovu nagradu 1995. godine. Ali, koliko vinske mušice sa četiri krila bacaju svetla na evoluciju?

Vinske mušice sa četiri krila i evolucija

Prema udžbeniku Pitera Rejvena i Džordža Džonsona iz 1999. godine, "Biologija", "sva evolucija počinje sa promenama u genetičkoj poruci... Genetička promena kroz mutaciju i rekombinaciju (preraspoređivanje postojećih gena) obezbeđuje sirovu građu za evoluciju". Ista strana prikazuje fotografiju vinske mušice sa četiri krila koja je opisana kao "mutant zbog promene u *ultrabitoraksnom* genu koji reguliše kritičan stupanj u razviću; poseduje dva torakalna segmenta i otuda dva para krila".

Udžbenik ne tvrdi izričito da nam vinska mušica sa četiri krila prikazuje evoluciju na delu, ali koristi mušicu u svojoj diskusiji o evoluciji da nagovesti da su genetičke mutacije izvor novih varijacija. Udžbenik ipak propušta da objasni da su tri različite mutacije morale da budu veštački spojene u jednoj mušici da bi proizvele drugi par krila normalnog izgleda. Takva kombinacija je izuzetno neverovatna da se dogodi u prirodi.

Još ozbiljnije, udžbenik propušta da naglasi da je drugi par krila nefunkcionalan. Biolozi su znali još od 1950-tih da ekstra krilima *bitoraksnih* mutanata nedostaju mišići za letenje. Nesrećni insekt je time osakaćen, i smetnja se povećava sa veličinom mutantnih izraštaja. U aerodinamičkom smislu, trostruki mutant vinske mušice sa četiri krila je kao avion sa dodatnim parom krila pune veličine koja vise labavo iz trupa aviona. Mogao bi da se podigne sa zemlje, ali je njegova letačka sposobnost ozbiljno oslabljena. Zbog toga, mužjaci sa četiri krila imaju poteškoća pri parenju, i ako linija nije pažljivo održavana u laboratoriji ona brzo izumire.

Prema tome, vinske mušice sa četiri krila nisu sirova građa za evoluciju. Čak i neo-darvinisti to priznaju. Ernest Majer je pisao 1963. godine da su veće mutacije kao što je *bitoraksna* "tako očigledno nakazne da ta čudovišta mogu da budu označena samo kao 'beznadežna'. Ona su potpuno neizbalansirana tako da ne bi imala ni najmanje šanse da izbegnu eliminaciju" kroz prirodnu selekciju. Kao dodatak, pronalaženje odgovarajućeg partnera za "beznadežno čudovište", činilo se Majeru kao nesavladiva poteškoća. Posedujući ovaj dugo utvrđeni prigovor za evolucionu značaj takvih čudovišta, skorašnja popularnost vinskih mušica sa četiri krila je zbudujuća. Možda su, kao i slike biberastih moljaca na stablima drveća, previše "vizuelni" da bi se odolelo.

Dodajući zbruci, udžbenički opisi tipično ostavljaju čitaoca sa utiskom da ekstra krila predstavljaju *dobitak* strukture. Ali su vinske mušice sa četiri krila ustvari *izgubile* strukture koje su im potrebne za letenje. Njihove njihalice su izgubljene, a umesto da budu zamenjene nečim novim, zamenjene su kopijama struktura koje su već prisutne u drugom segmentu. Iako slike vinskih mušica sa četiri krila odaju utisak da su mutacije dodale nešto novo, upravo suprotno je bliže istini.

Neko bi pokušavajući da spase ove mutacije kao dokaz za neo-darvinizam, mogao da istakne da čak i gubitak struktura može da ima evolucionu značaj. I zaista može. Evolucionu biolozi veruju da su mušice sa dva krila evoluirale od mušica sa četiri krila. Zamislivo je da su predačke mušice sa četiri krila stekle mutacije koje su redukovale jedan par krila do sitnih rudimenata, a oni su postali haltere. Možda nam *bitoraksna* mutacija prikazuje mutacije nazad do predačkog stanja - drugim rečima, reverznu evoluciju. Ovaj scenario je naizgled uverljiv, ali su činjenice ponovo usmerene u pogrešnom pravcu.

Reverzna evolucija?

Za podršku gledištu da su mušice sa dva krila evoluirale od mušica sa četiri krila, knjžica iz 1998. godine objavljena od strane Nacionalne

akademije nauka ističe da su "genetičari otkrili da broj krila kod mušica može da bude promenjen kroz mutacije u samo jednom genu". Iako je ovo tvrđenje tehnički tačno, prilično je obmanjujuće - i to ne samo zato što su neophodne tri posebne mutacije i što su krila nefunkcionalna.

Ono što stvarno menja broj krila kod mušice je kompleksna genetička mreža. Mušica sa četiri krila ne postaje mušica sa dva krila zato što mutacije izbacuju iz stroja neki hipotetički "gen za krilo", već zato što je mušici neophodna čitava mreža razvojnih regulacija koje transformišu jedan par krila u funkcionalne haltere.

Sam *ultrabitoraksni* gen je velik i kompleksan. Sastoji se od oko sto hiljada DNK podjedinica, od kojih je većina uključena u regulaciju kada i gde će gen biti uključen u embrionu. I *ultrabitoraksni* gen ne funkcioniše sam. Godine 1998., Skot Viterbi (Scott Weatherbee) i tim razvojnih biologa izvestili su da *ultrabitoraksni* gen deluje na razviće haltera "nezavisno regulišući odabrane gene koji deluju na različitim nivoima hijerarhije obrazovanja krila". To je ta cela hijerarhija, a ne samo jedan gen, koja je morala da evoluirala da bi pretvorila krila u haltere. Po Viterbiju i njegovim kolegama, "evolucija haltera je napredovala kroz akumulaciju kompleksne mreže (*ultrabitoraksnog* gena) regulisanih interakcija". Biolozi ne razumeju kako su vinske mušice stekle ovu kompleksnu mrežu, ali ona sigurno nije mogla da potekne od samo nekoliko mutacija u jednom genu.

Ono što nam vinska mušica sa četiri krila pokazuje jeste da mutacije mogu da isključe kompleksnu mrežu interakcija. Ali, nema ničeg iznenađujućeg u tome; mi znamo da samo jedna mutacija može da zaustavi čitav embrion i da ga smesta ubije. Oštećivanje kompleksne regulatorne mreže mutacijama ne objašnjava kako je mreža nastala, ništa više nego što ubijanje embriona letalnom mutacijom objašnjava kako su mušice evoluirale. Pa ipak, upravo je *poreklo* ove mreže ono što moramo da razumemo, ako hoćemo da objasnimo kako su mušice sa četiri krila evoluirale u mušice sa dva krila.

Prema tome, vinska mušica sa četiri krila je koristan prozor u genetiku razvića, ali ne obezbeđuje nikakve dokaze da mutacije snabdejavaju sirovu građu za morfološku evoluciju. Čak nam ni ne prikazuje reverznu evoluciju. Kao dokaz za evoluciju, vinska mušica sa četiri krila nije ništa bolja od dvoglavog teleta u cirkuskim predstavama.

Zašto je onda postalo popularno da se prikazuje vinska mušica sa četiri krila u udžbenicima i javnim prezentacijama braneci Darwinovu teoriju? Da li to možda prikriva dublji problem sa dokazima za neo-darvinizam?

Da li su DNK mutacije sirova građa za evoluciju?

Prema udžbenicima biologije, DNK mutacije su nesumnjivo izvor novih varijacija za evoluciju. Na primer, izdanje iz 1998. godine, Sisi Star i Ralfa Tagarta, "Biologija: Jedinstvo i raznovrsnost života", govori studentima da "vrlo često nova mutacija poklanja prednost jedinki... korisne mutacije, i one neutralne, akumuliraju se u različitim linijama milijardama godina. Kroz sve to vreme, one su bile sirova građa za evolucionu promenu - osnovu za kolebljiv opseg biološke raznovrsnosti, prošle i sadašnje". Udžbenik iz 1999. godine, Bartona Gatmana, "Biologija", tvrdi da je "*mutacija krajnji izvor svih genetičkih varijacija i zbog toga osnova za evoluciju*" (naglašeno u originalu).

Pa ipak, činjenice citirane u ovim udžbenicima daleko su od toga da podržavaju ove dalekosežne tvrdnje. Da budemo jasni, biohemijske mutacije vode ka otpornosti na antibiotike i insekticide, a ljudska bića koja nose osobinu srpastih ćelija imaju veću verovatnoću da kao deca prežive malariju. Ali, samo korisne *morfološke* mutacije mogu da obezbede sirovu građu za morfološku evoluciju, a dokazni materijal za takve mutacije iznenađujuće je slab. Kao što smo videli, vinske mušice sa četiri krila ne obezbeđuju nedostajući dokaz, uprkos njihove trenutne popularnosti.

Ako pisci udžbenika nemaju dobrih primera korisnih morfoloških mutacija, to nije zato što ih biolozi nisu tražili. U vreme kada je Levis proučavao *ultrabitoraksni* gen, nemački genetičari Kristijan Nislein-Volhard (Christiane Nusslein-Volhard) i Erik Vajshaus (Eric Wieschaus) koristili su tehniku zvanu "saturacijska mutagenaza" da bi pronašli svaku moguću mutaciju uključenu u razviće vinske mušice. Otkrili su desetine mutacija koje deluju na razviće na različitim stupnjevima i koje proizvode raznovrsne deformacije. Njihov herkulovski napor im je omogućio Nobelovu nagradu (koju su delili sa Levisom), ali nisu načinili ni jednu morfološku mutaciju koja bi koristila mušici u divljini.

Saturacijska mutagenaza je takođe korišćena u proučavanjima sitnih crva od strane mnogih razvojnih biologa, a trenutno se primenjuje na zebrazim ribicama. Za sada, nijedna morfološka mutacija koja bi bila korisna u prirodi nije nađena ni kod ovih životinja.

Pošto je do direktnih dokaza bilo tako teško doći, neo-darvinisti obično navode indirektno dokaze. Genetičke razlike između dva organizma uzimaju se kako bi se ukazalo da su njihove morfološke razlike usled promena u genima. Ali bez direktnih dokaza, neo-darvinisti mogu da *pretpostave* da su genetičke razlike uzrok morfoloških razlika. Kao što smo videli u poglavlju o homologiji, ima mnogo slučajeva u kojima sličnosti i razlike u genima *nisu* povezane sa sličnostima i razlikama u

morfologiji. Očigledno, razumljivo je dovesti u pitanje neo-darvinističke tvrdnje da su genetičke mutacije sirova građa za evoluciju velikih razmera.

Ali, ljudi koji dovode u pitanje ovu tvrdnju verovatno će naići na značajan otpor od strane branioca neo-darvinizma. Ipak, ako istraju u svom ispitivanju, uvideće da nisu sami i da je problem veći nego što su zamišljali. Prema mnogim biologima u prošlosti i mnogim ne-američkim biologima u sadašnjosti, geni nisu toliko važni koliko ih neo-darvinisti forsiraju.

Iznad gena

Kao i vinske mušice, ljudska bića počinju život kao samo jedna oplodena jajna ćelija. Kako se jaje deli, ostavlja u nasleđe ceo set gena svakom od svojih potomaka. Na kraju se oplodeno jaje podeli na nekoliko stotina tipova ćelija. Ćelija kože je različita od mišićne ćelije, koja je zauzvrat različita od nervne ćelije, i tako dalje. Pa ipak, sa nekoliko izuzetaka, svi ovi ćelijski tipovi sadrže iste gene kao i oplodeno jaje.

Prisustvo identičnih gena u ćelijama koje su radikalno različite jedna od druge poznato je kao "genomska ekvivalentnost". Za neo-darviniste, genomska ekvivalentnost je paradoks: Ako geni kontrolišu razviće, i geni u svakoj ćeliji su isti, zašto su ćelije tako različite?

Po standardnom objašnjenju, ćelije se razlikuju zato što su geni različito isključeni i uključeni. Ćelije u jednom delu embriona uključuju neke gene, dok ćelije u drugom delu uključuju druge. Ovo se svakako dešava, kao što smo videli u slučaju *ultabitoraksnog* gena. Ali, to ne rešava paradoks, zato što to znači da se geni uključuju i isključuju usled faktora koji su izvan njih samih. Drugim rečima, kontrola je na nečemu iznad gena - nečemu "epigenetičkom". Ovo ne znači da su na delu mistične sile, već samo da su geni regulisani od strane ćelijskih faktora van DNK.

Mnogi biolozi su tokom prve polovine dvadesetog veka istraživali epigenetičke faktore u svom pokušaju da razumeju razviće embriona, ali su se faktori pokazali nedokučivim. Kako je neo-darvinistička sinteza mendelovske genetike sa Darwinovom evolucijom dobijala na ugledu između dva svetska rata, biolozi koji proučavali epigenezu bili su sve više marginalizovani. Prema istoričaru Janu Sapu (Jan Sapp), američki genetičari kao što je Tomas Hant Morgan (Thomas Hunt Morgan) uzeli su "praktičan pristup svom radu, definišući nasleđe i gen u terminima eksperimentalnih operacija pomoću kojih mogu da budu demonstrirani". Time su dobili opciju za "brzu proizvodnju rezultata zasnovanih na

proučavanjima koja su mogla da budu lako izvođena uz pomoć ustanovljenih procedura".

U isto vreme, neo-darvinistička sinteza genetike i evolucije je postajala sve više popularna, i neo-darvinisti su pozdravili isticanje genetike u američkom istraživanju. Biolozi koji su nastavili tešku potragu za epigenetičkim faktorima nisu bili u mogućnosti da pariraju poplavi podataka koja je izbacivana iz genetičkih laboratorija. Štaviše, kako je Sap rekao, za njihove ideje "je izgledalo da ugrožavaju značaj spajanja Mendelove genetike i teorije selekcije, i zbog toga su morale da budu poricane". Praktičan uspeh i doktrinarna agresivnost američkih neo-darvinista omogućili su im da uspostave potpuni monopol nad akademskim poslovima, finansiranju istraživanja i naučnim časopisima koji postoje i danas.

Ali, neo-darvinistički genetičari nikad nisu rešili paradoks genomske ekvivalencije. U stvari, paradoks se nedavno produbio sa otkrićem da su razvojni geni, kao što je *ultrabitorakсни*, slični kod puno različitih životinja - uključujući mušice i ljude. Ako su naši razvojni geni slični onima kod drugih životinja, zašto ne rađamo vinske mušice umesto ljudskih bića?

Paradoks genomske ekvivalencije bio je uveliko ignorisan od strane američkih biologa kojima je genetika u centru pažnje, ali manje od strane evropskih. U martu 1999. godine, prisustvovao sam konferenciji na temu "Geni i razviće" u Bazelu, Švajcarska. Bilo je prisutno oko pedeset evropskih biologa i filozofa nauke koji su svi kritičari neo-darvinističke doktrine da geni kontrolišu embrionalno razviće.

Jedna od govornika je počela izlaganje sa nekoliko šala o obaveznom ispovedanju vere u darvinizam koje se očekuje od govornika na naučnim konferencijama. Ona je nastavila da objašnjava da DNK sekvence ne određuju jednako čak ni redosled aminokiselina u proteinima, a još manje veće karakteristike ćelija i embriona. Za vreme dela "pitanja i odgovori" koje je usledilo, učesnik je istakao da većina biologa to već zna. Ona je pitala: "Zašto onda to ne kažu javno?" Učesnik je odgovorio da bi to "smanjilo njihove šanse da dobiju novac".

Kasnije, na ručku, predavač mi je ispričala o iskustvu koje je imala nekoliko meseci ranije na konferenciji u Nemačkoj. Tamo je načinila nekoliko kritičkih zapažanja o neo-darvinističkoj evoluciji, posle kojih je ugledni američki biolog i pisac udžbenika stao na njenu stranu. On joj je rekao da bi joj bilo pametno da ne kritikuje neo-darvinizam ako ikad bude u situaciji da govori američkoj publici, zato što bi je odbacili kao zastupnika stvaranja - iako to nije. Ona se smejala dok mi je govorila priču; očigledno, bila je više zabavljena nego uplašena.

I ja sam bio zabavljen - ali, i rastužen takođe. Čini se da naučnici u Nemačkoj, kao i naučnici u komunističkoj Kini, imaju više slobode da

kritikuju darvinizam nego naučnici u Americi. Pa ipak, stalno nam se govori da naučnici pozdravljaju kritičko razmišljanje, i da Amerika smatra slobodu govora dragocenom. Osim, izgleda, kada je reč o Darwinovoj evoluciji.

POGLAVLJE 10

Fosilni konji i usmerena evolucija

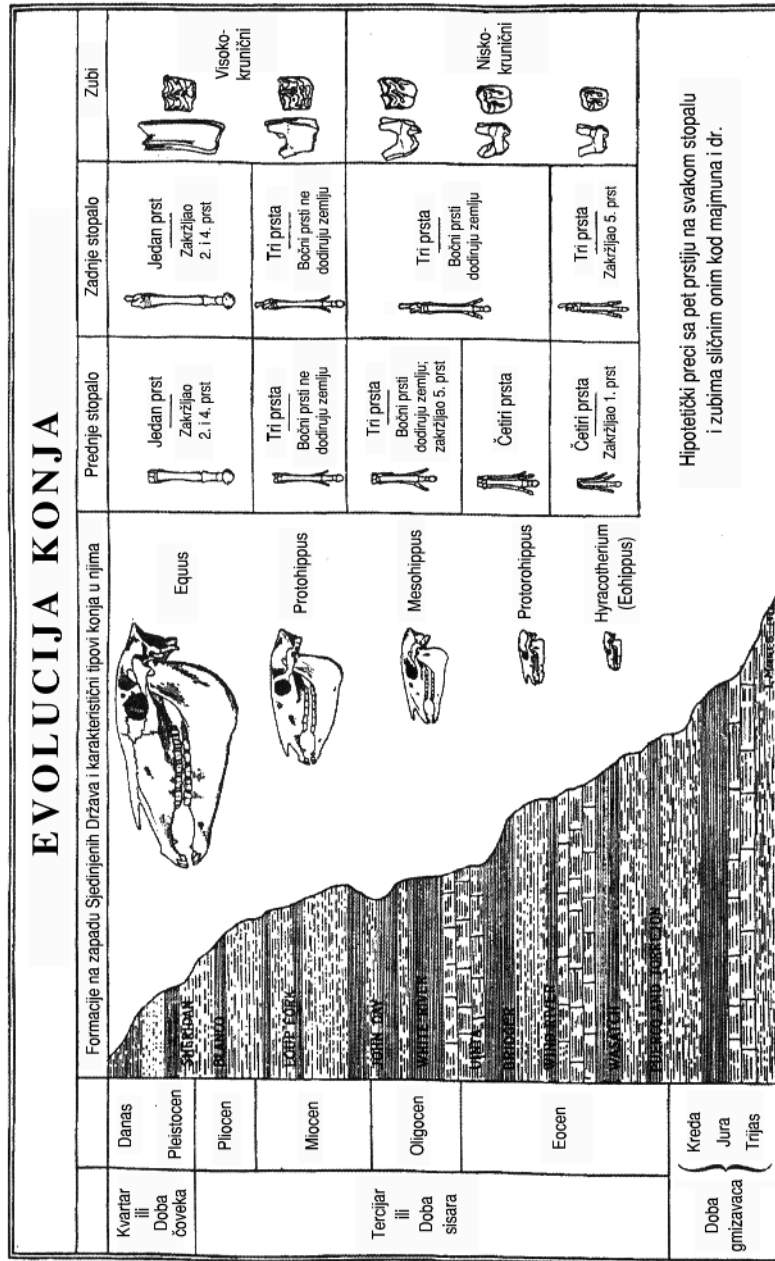
Tri godine posle smrti Čarlsa Darvina 1882. godine, paleontolog sa Jejl Univerziteta, Othniel Marš (Othniel Marsh), objavio je crtež fosila konja da bi pokazao kako su savremeni jednoprsti konji evoluirali od malog četvoroprstog pretka. Maršov crtež, koji je sadržao samo kosti nogu i zube, uskoro je dopunjen lobanjama, i ilustracije fosila konja su brzo našle svoj put u muzejske izložbe i biološke udžbenike kao dokaz za evoluciju.

Rane verzije ovih ilustracija prikazivale su evoluciju konja koja protiče u pravoj liniji od primitivnog pretka kroz seriju posrednika do savremenog konja (slika 10-1). Ali, paleontolozi su ubrzo doznali da je evolucija konja bila mnogo komplikovanija od toga. Umesto da je u pitanju linearni napredak od jednog oblika ka drugom, ispostavilo se da je u pitanju razgranato drvo, sa većinom svojih grana koje se završavaju sa izumiranjem.

Iako zastupnici Darwinove evolucije nisu učinili skoro ništa da isprave druge ikone evolucije, načinili su odlučan napor da isprave ovu. Od 1950-tih, neo-darvinistički paleontolozi aktivno su se borili da zamene staru linearnu sliku evolucije konja - sa razgranatim drvetom.

Razlog za njihovu borbu je ipak interesantniji od same ikone konja. Ljudi su smatrali staru ikonu kao dokaz da je evolucija usmerena, ili nad-prirodno, ili od strane unutrašnjih vitalnih sila. Neo-darvinisti danas ismejavaju usmerenu evoluciju kao mit, i navode novi raspored fosila konja u vidu razgranatog drveta kao dokaz da je evolucija neusmerena.

Ali, učenje o neusmerenoj evoluciji je filozofsko, a ne empirijsko. Ono je prethodilo svim dokazima za Darwinovu teoriju i ide daleko izvan dokaza koje danas imamo. Kao i nekoliko drugih Darwinovih tvrdjenja koje smo videli, to je shvatanje maskirano kao neutralan opis prirode.



SLIKA 10-1. Stara ikona evolucije konja.

Fosilni konji i ortogeneza

Većina biologa koji su bili Darwinovi savremenici verovali su da je evolucija usmerena. Neki su smatrali ljudska bića za božanski predodređen cilj evolucionog procesa, dok su drugi videli evolucionu pravcu kao usmerene od strane sila koje postoje u samim organizmima. Te sile bi mogle da budu vitalni principi, ili prosto ugrađena ograničenja koja su kanalisala evoluciju u određenim pravcima. Gledište da je evolucija usmerena unutrašnjim silama ili ograničenjima, postalo je poznato kao "ortogeneza" (od grčkih reči za "pravo" i "poreklo").

Ortogeneza je bila specijalno popularna među paleontolozima zato što ima mnogo pravaca u fosilnom zapisu za koje izgleda da ih ona objašnjava. Najpoznatiji od tih je bio napredovanje konja. Godine 1950., nemački paleontolog Oto Šindevolf (Otto Schindewolf) napisao je da "su odlični primeri ortogenetskih pravaca događaja snabdeveni progresivnom redukcijom prstiju", i ovaj proces "je najbolje i najpotpunije poznat u evoluciji koja vodi do modernog konja". Šindevolf je pripisao ortogenezu mehanizmima svojstvenim organizmu, pre nego natprirodno određenom cilju. "To nije idejna završna reč, već konkretna startna tačka", objasnio je, "koja određuje i prouzrokuje pravac evolucije. Takvo gledište može da bude zasnovano na stvarnim, uzročnim mehanizmima".

Ali, uzročni mehanizmi na koje se Šindevolf pozivao nikad nisu nađeni. Za to vreme, neo-darvinisti su tvrdili da mogu da objasne evoluciju u terminima prirodne selekcije koja deluje na slučajne genetičke mutacije. Iako neo-darvinistički mehanizam nije bio prikazan da proizvodi bilo šta slično evoluciji konja, bio je bar jasno definisan. Godine 1949., američki paleontolog Džordž Gejlord Simpson (jedan od graditelja neo-darvinizma) napisao je: "Adaptacija je poznat mehanizam: prirodna selekcija deluje na genetiku populacija... Ona još nije sasvim razjašnjena, ali njena realnost je utvrđena, a njena dovoljnost je vrlo verovatna." Tako "imamo izbor između konkretnog faktora sa poznatim mehanizmom i nejasnoće svojstvenih tendencija, vitalnih sila ili kosmičkih ciljeva, bez poznatog mehanizma".

Znači, ortogenezi je nedostajao mehanizam. Takođe se činilo da ona postaje manje verovatna kada su novi dokazi doveli do revizije slike o evoluciji konja.

SLIKA 10-1. Stara ikona evolucije konja.

Crteži kao što je ovaj (napravljen 1902. godine), bili su česti u muzejskim izložbama i biološkim udžbenicima, i još uvek mogu da se nađu na nekim mestima. Dva najstarija člana serije, *Hyracotherium* i *Protorhippus*, imali su četiri prsta na svojim prednjim nogama; sledeća dva člana, *Mesohippus* i *Protohippus*, svaki je imao tri; a *Equus*, savremeni konj, ima jedan.

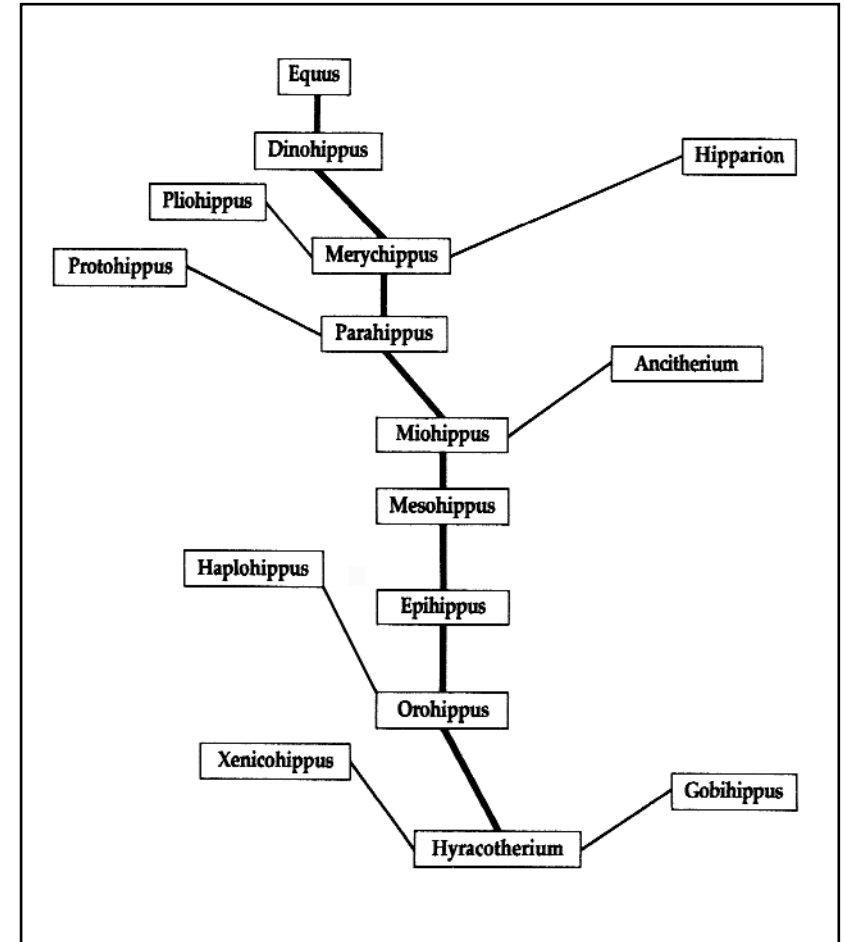
Revizija slike o evoluciji konja

Do 1920-tih je već postalo jasno da je evolucija konja bila mnogo složenija nego što je nagoveštavala Maršova pravolinijska slika. Paleontolog Vilijam Metju (William Matthew) i njegov diplomirani student Rubin Stirton (Ruben Stirton) ustanovili su da je nekoliko izumrlih vrsta konja koegzistiralo sa vrstom *Protohippus*, i da je istorija konja varirala vraćajući se i napredujući preko nekoliko kontinenata. Fosilni zapis konja je izgledao manje kao prava linija, a više kao Darwinovo razgranato stablo (slika 10-2).

Simpson je 1944. godine napisao da je "opšta slika evolucije konja veoma različita od većine trenutnih ideja o ortogenezi". Konkretno, njen oblik razgranatog stabla je "vidljivo protivrečan ideji o bilo kakvoj prirodnoj usmerenosti". Štaviše, pravci koji su izgledali kao da podržavaju ortogenezu bili su prividni. Na primer, trend prema uvećanju veličine nije viđen u svim izumrlim bočnim granama, od kojih su neke u stvari preokrenule pravac ka smanjivanju. Čak i izmenjena slika o evoluciji konja je previše uprošćena. Između ostalih stvari, *Miohippus* se u stvari pojavljuje u fosilnom zapisu pre vrste *Mesohippus*, iako nastavlja da postoji posle nje.

Uprkos tome što je promenjena, slika evolucije konja još uvek uključuje liniju koja povezuje vrstu *Hyracotherium* sa svojim pretpostavljenim precima, sve do savremenog konja. Ironično, baš ta darvinistička linija odnosa predak-potomak još uvek predstavlja problem za neo-darviniste kao što je Simpson, zato što je saglasna sa usmerenom evolucijom kao i linearan niz u staroj ikoni. Prosto postojanje izumrlih bočnih grana ne isključuje mogućnost da je evolucija sadašnjih konja bila usmerena. Gonjenje stoke ima planiranu odrednicu, iako neki junci mogu da zalutaju van krda za vreme puta. Ili, da upotrebimo drugu analogiju, razgranati raspored arterija i vena u čovečijem telu ima neke nasumičnosti u sebi, ali sami naši životi zavise od činjenice da je celokupni raspored predeterminisan.

To ne dokazuje da je usmerena evolucija tačna, već samo da joj razgranati raspored u fosilnom zapisu ne protivreči. Prava linija i razgranato drvo su podjednako u saglasnosti (ili nesaglasnosti) sa postojanjem (ili ne postojanjem) ili predodređenog cilja ili svojstvenog usmeravajućeg mehanizma. Drugim rečima, čak i kada bismo znali zasigurno koji je raspored bio, to samo po sebi ne bi bilo dovoljno da se ustanovi da li je evolucija konja usmerena ili nije.



SLIKA 10-2. Nova ikona evolucije konja.

Dva fosila prikazana u staroj verziji, *Hyracotherium* i *Mesohippus*, još uvek se razmatraju u liniji koja vodi ka savremenim konjima, ali *Protorohippus* je odbačen, a *Protohippus* se smatra izumrlom bočnom granom. Ovde su prikazane samo neke od mnogih drugih izumrlih bočnih grana. Zapazite da iako novi obrazac nije linearan, on još uvek prikazuje kontinuiranu liniju koja spaja rod *Hyracotherium* sa savremenim konjem (debeli linija).

Šta činjenice stvarno pokazuju?

Iako fosilni raspored, sam po sebi, ne protivreči usmerenoj evoluciji, čini se da protivreči ortogenezi - ako se za ortogenezu uzima da znači pravu liniju bez grana. Ali, u toku kritikovanja ortogeneze, Simpson je bio jasan da je u pitanju bilo više od pravolinijske evolucije.

Jedna stvar koja je bila u pitanju bila je teorija o unutrašnjim silama ili ograničenjima. Bio je potreban mehanizam i neo-darvinisti su uspeli da ubede većinu biologa da je njihov bio najbolji - ako ne i jedini - kandidat. Ali, Simpson je kritikovao čak i više od pravolinijske evolucije i unutrašnjih sila ili ograničenja. Dodajući "kosmičke ciljeve" teoriji koju je napadao, Simpson je pokušao da zada udarac ideji da evolucija teži da prati neku vrstu pre-uspostavljenog plana.

Ako je cela evolucija bila stvarno produkt prirodne selekcije koja deluje na slučajne mutacije, kao što neo-darvinisti tvrde, možda bi bilo pravilno da se zaključi da je evolucija neusmerena u tom kosmičkom smislu. Ipak, ako su biberasti moljci i Darwinove zebe naš najbolji dokaz za prirodno odabiranje, a vinska mušica sa četiri krila naš najbolji primer morfološke mutacije, onda su neo-darvinisti vrlo daleko od dokazivanja njihovog slučaja. Nemaju ni približno dovoljno dokaza.

Ali, odbacivanje ciljno usmerene evolucije postojalo je mnogo pre nego što je fosilni zapis konja prerađen, i mnogo pre nego što su neo-darvinisti predložili slučajne genetičke mutacije i prirodnu selekciju kao mehanizam genetičke promene. U stvari, to je bilo nešto pre nego što je Otniel Marš nacrtao svoju sliku pravolinijske evolucije konja 1880-tih.

Neusmerena evolucija od Darvina do Doukina

Prema gledištu Čarlsa Darvina, proces evolucije prirodnim odabiranjem isključivao je planirane ishode. Pisao je: "Čini se da nema više plana u varijabilnosti organskih vrsta i u delovanju prirodnog odabiranja, nego u pravcu u kome duva vetar." Darwin nije isključio dizajn u potpunosti, pošto su prirodni zakoni - uključujući zakon prirodnog odabiranja - mogli da budu nadprirodno dizajnirani. Ali, verovao je da je opstanak najjačih, delujući na slučajne varijacije, bio u suštini neusmeren, i zbog toga nije mogao da proizvede planirane rezultate. Pisao je da je "bio sklon da gleda na sve kao na rezultat dizajniranih zakona, sa detaljima, bilo dobrim ili lošim, ostavljenim procesu slučajnosti".

Darvinovo gledište da je evolucija bila neusmerena nije bilo zaključeno iz bioloških dokaza. Prirodno odabiranje još uvek nije bilo direktno uočeno, a priroda i poreklo varijacija bili su nepoznati. Prema

istoričaru nauke Nilu Gillespiju (Neal Gillespie), Darwin je isključio usmerenu evoluciju i dezajnirane rezultate zato što je želeo da postavi nauku na temelje materijalističke filozofije. Pošto je Darwinovo gledište bilo prvenstveno filozofska doktrina pre nego empirijsko zaključivanje, njen uspeh je zavisio manje na sređivanju činjenica nego na dobijanju rata ideja.

Simpsonovo odbijanje usmerene evolucije, kao i Darwinovo, bilo je filozofski potez pre nego naučni. Kao što je Simpson rekao, favorizovao je gledište da je evolucija "zavisna samo od fizičkih mogućnosti situacije i uzajamnog dejstva organizma i sredine, uobičajenih materijalističkih hipoteza". I nije se ograničio na konje. Iako je dokaz za evoluciju čoveka bio (i još uvek je) mnogo oskudniji od onog za konje, Simpson je preneo svoj materijalistički zaključak na našu vrstu. "Čovek", tvrdio je, "rezultat je besciljnih i prirodnih procesa koji ga nisu imali na umu". Simpson je pisao 1940-tih i 1950-tih, pre nego što je otkriće Votsona (Watson) i Krika (Crick) o strukturi DNK dovelo do sadašnjeg razumevanja mutacija kao molekularnih slučajnosti. Do 1970. godine, mnogim biologima se činilo da su DNK mutacije osnovni izvor Darwinovih slučajnih varijacija, i činilo se da to potvrđuje da je evolucija bila neusmerena. Kada je Zak Mono objavio 1970. godine da je "mehanizam darvinizma konačno sigurno utemeljen", takođe je izjavio: "I čovek mora da shvati da je on samo slučaj."

Pa ipak, kada je Mono to rekao, jedine korisne DNK mutacije koje su mu bile poznate bile su biohemijske. Nije bilo dokaza 1970. godine da su DNK mutacije - slučajne ili ne - mogle da obezbede sirovu građu za morfološku evoluciju. Drugim rečima, Mono - kao i Darwin i Simpson - išao je daleko izvan dokaza u tvrđenju da su ljudska bića "prosto slučaj". Još jednom, to tvrđenje je bilo filozofsko, pre nego empirijsko.

Ova tendencija, da se materijalistička filozofija prikazuje pod maskom biološke nauke - nastavljena je. Zoolog sa Oksforda, Ričard Doukins (Richard Dawkins), onoliko dogmatičan darvinista koliko neko može da očekuje da nađe, iskreni je sledbenik onoga što on zove "slepi časovničar".

Slepi časovničar

Gledišta Ričarda Doukina o dizajnu u živim bićima i smeru u evoluciji najjasnije su izražena u njegovoj knjizi iz 1986. godine, "Slepi časovničar" (*Blind Watchmaker*). Knjiga je dobila svoje ime na osnovu argumenta koji je postao poznat u ranom devetneastom veku, a koji je dao Vilijam Pejli (William Paley). "Prolazeći kroz pustinju", pisao je Pejli 1802. godine, "pretpostavimo da sam udario nogom o kamen i da

sam upitan kako se kamen našao da bude tu." Pejli je odgovorio da koliko on zna, kamen je mogao da bude tu oduvek. "Ali pretpostavimo da sam našao sat na zamlji", nastavio je Pejli. Kao svaka razumna osoba, on bi rekao da je sat napravljen od strane časovničara.

Za Pejlija, živa bića su po svojoj složenosti i sposobnosti prilagodavanja bila kao satovi, pa je obrazlagao da mora da su dizajnirana. Ipak, za Čarlsa Darvina i Ričarda Doukina, živa bića samo izgledaju kao dizajnirana. U stvari, Doukin definiše biologiju kao "proučavanje složenih bića koja izgledaju kao da su dizajnirana sa razlogom".

Kako Doukin zna da je dizajn u živim bićima samo prividan? Zato što, kako kaže, prirodno odabiranje objašnjava sve adaptivne karakteristike živih bića, a prirodno odabiranje je neusmereno. "Prirodno odabiranje - slepi, nesvesni, automatski proces koji je Darwin otkrio, i za koji danas znamo da je objašnjenje za postojanje i prividnu svrsishodnost svih oblika života, nema cilj u svesti... to je *slepi* časovničar."

Iako je podnaslov Doukinove knjige - "Zašto dokazi evolucije otkrivaju svet bez dizajna", ispostavlja se da ona u stvari isključuje dizajn na filozofskim osnovama. Kako piše u svom uvodu: "Hoću da ubedim čitaoca, ne samo da su *dogadaji* Darwinovog pogleda na svet tačni, već da je to jedina poznata teorija koja *može*, u principu, da reši misteriju našeg postojanja." I on ponavlja ovo tvrđenje u svom zaključnom poglavlju: "Darvinizam je jedina poznata teorija koja je u principu *spособna* da objasni izvesne aspekte života" (naglašeno u originalu).

Ali, tvrđenje da je jedna teorija tačna "u principu" jeste oznaka filozovskog argumenta, a ne naučnog zaključivanja. Za ovo drugo su potrebni dokazi, a kako Doukin sam priznaje, dokazi su nepotrebni da se dokaže tačnost darvinizma.

Kada bi Doukin izvodio naučno zaključivanje, morao bi da ima bolje dokaze od kompjuterskih simulacija (glavni "dokaz" koji obezbeđuje u svojoj knjizi). Trebali bi mu pravi dokazi od živih bića. Pa ipak, kao što smo videli u prethodnim poglavljima, stvarni dokazni materijal za Darwinovu teoriju je iznenađujuće slab. Čini se da je obilan zato što je mnogo preuveličan, a ponekad naglašeno pogrešno predstavljen od strane izvesnih zagovornika darvinističke evolucije. Ako postoji išta o živim bićima da je prosto privid, to je navodni "dokaz" da prirodno odabiranje objašnjava postojanje i oblik celokupnog života.

Znači, Doukinovo isključivanje dizajna i cilja je filozofsko, a ne empirijsko. Ovo je očigledno ne samo iz nedostatka dokaza, već takođe iz "u principu" oblika njegovog argumenta. To je takođe jasno i iz motivacije koja očigledno leži u pozadini. Kako Doukin izjavljuje na početku svoje knjige, "Darvin je učinio mogućim da se bude intelektualno spokojan ateista".

Pa, profesor Doukin ima pravo da ispoveda ateizam. Čak ima pravo i da ga upotrebi za intelektualno spokojstvo. Ali ateizam nije nauka.

Podučavanje materijalističke filozofije pod maskom nauke

Nema ništa loše u posedovanju filozofskih gledišta. Svako ih ima, priznavao to ili ne. U javnom obrazovanju, ipak, postoji razumljivo očekivanje da filozofija bude jasno identifikovana kao takva, a ne maskirana u nauku. Sigurno da nijedno filozofsko gledište o ljudskoj prirodi ne bi trebalo da se uči kao da je jednako sa Njutnovom fizikom ili Mendelovom genetikom. Pa ipak, to je upravo ono što američke javne škole rade u učionicama biologije.

Kao što smo videli, doktrina da je evolucija neusmerena i da je zbog toga postojanje čoveka prosto slučajnost, ukorenjena je u materijalističkoj filozofiji pre nego u empirijskoj nauci. Ova doktrina je postojala mnogo pre oskudnih dokaza koji se danas citiraju da je opravdaju. Pošto je ova doktrina veoma uticajna u našoj kulturi, dobra je ideja učiti studente o njoj - ali kao filozofiju, a ne kao nauku.

Pa ipak, udžbenik Milera i Levina, "Biologija", uči studente da dok uče o "prirodi života" moraju "da imaju ovaj koncept na umu: *Evolucija je nasumična i neusmerena*" (naglašeno u originalu). Studenti na fakultetu koristeći knjigu "Život: Biološka nauka" (*Life: The Science of Biology*), od Purvisa (Purves), Orijena (Orians) Helera (Heller) i Sadave (Sadava), čitaju da darvinistički pogled na svet "znači prihvatanje ne samo procesa evolucije, već i gledište da... evolucionarna promena nije usmerena prema konačnom cilju ili stanju".

Knjiga "Biologija", Kembela (Campbell), Risa (Reece) i Mičela (Mitchell), časti studente intervjuom sa Ričardom Doukinom, koji im govori: "Prirodno odabiranje je zbunjujuće prosta ideja. Pa ipak, ono što ono objašnjava je celokupan živi svet, raznovrsnost živog sveta, složenost živog sveta, prividan dizajn živog sveta", uključujući ljudska bića, koja "u osnovi nisu izuzetna zato što mi potičemo od istog evolucionog izvora kao i sve druge vrste. Prirodno odabiranje je ono koje nam je dalo naša tela i naše mozgove". A naše postojanje nije planirano, zato što je prirodno odabiranje slepi časovničar, "potpuno slep za budućnost".

Studenti koji su krenuli iznad uvodne biologije da detaljnije proučavaju evoluciju, mogu da se nađu kako čitaju udžbenik Dagleasa Futujame, "Evolucionarna biologija". Prema Futujami, Darwinova "teorija o nasumičnim, besciljnim varijacijama, na koje deluje slepo, besciljno prirodno odabiranje, obezbedila je revolucionarni novi odgovor na skoro sva pitanja koja počinju sa 'zašto?' Suštinska i duboko uznemirujuća implikacija ovog čisto mehanicističkog, materijalističkog objašnjenja za pos-

tojanje i karakteristike raznovrsnih organizama jeste da *ne moramo da se pozivamo, niti da tražimo bilo kakav dokaz za bilo kakav dizajn, cilj ili svrhu bilo gde u prirodnom svetu*, osim u ponašanju čoveka" (naglašeno u originalu). Futujama nastavlja dalje da objašnjava da je "Darvinova teorija evolucije, praćena Marksovom materijalističkom (čak iako neadekvatnom ili pogrešnom) teorijom istorije i društva, i Frojdovom pripisivanju ljudskog ponašanja uticajima nad kojima imamo malo kontrole, bila ta koja je obezbedila presudnu dasku za platformu mehanicizma i materijalizma" koja je od tada bila "pozornica moderne zapadne misli".

Očigledno, studenti biologije se uče materijalističkoj filozofiji pod maskom empirijske nauke. Šta god neko mislio o materijalističkoj filozofiji, nema sumnje da se njemu nameću dokazi umesto da se zaključuje iz njih. I ovo je pravi smisao neo-darvinističkih napora da preurede sliku evolucije konja. Iako su tu uključena naučna pitanja, ono o čemu se u stvari radi, jeste mit.

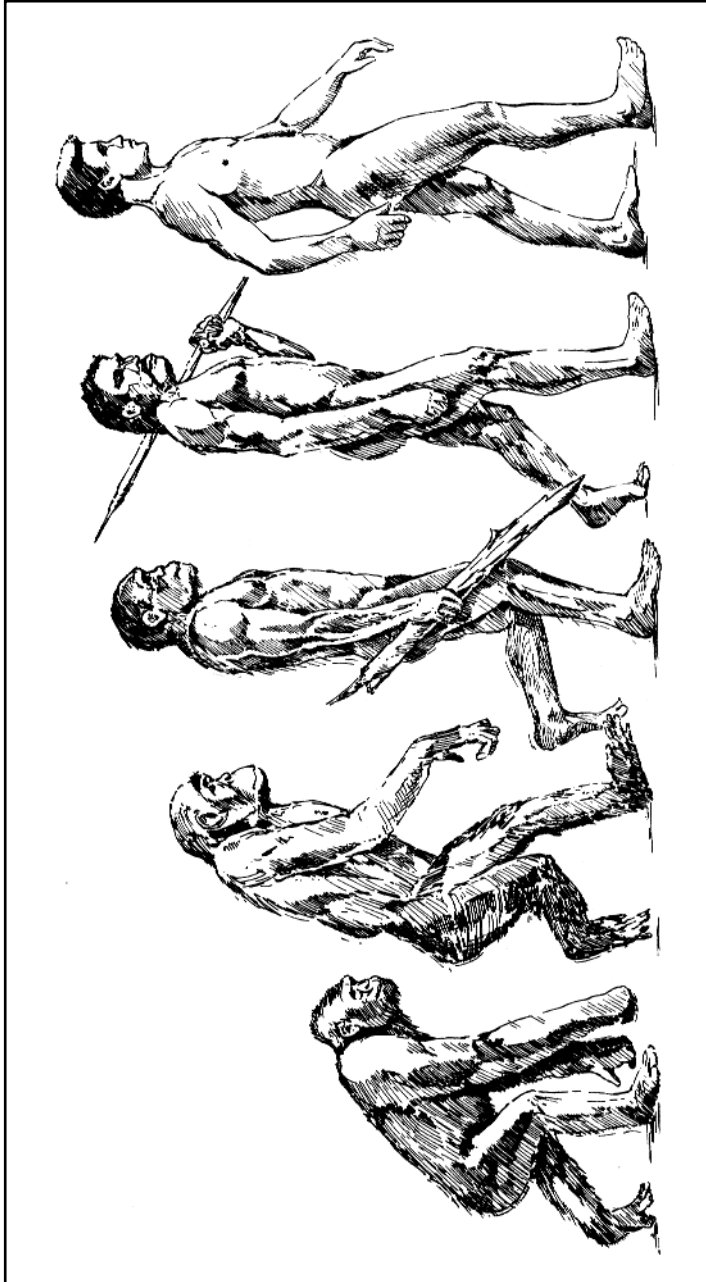
Od majmuna do čoveka: konačna ikona

Najkontraverzniji aspekt Darvinove teorije oduvek je bila njena implikacija na poreklo čoveka. Možda iz tog razloga, Darwin nije ni pomenuo evoluciju čoveka u knjizi "Postanak vrsta", sem kao kratku naknadnu misao: "Puno svetla će biti bačeno na poreklo čoveka i njegovu istoriju." Dvadeset godina je prošlo pre nego što je napisao i najmanji detalj o ovom pitanju - u prvoj polovini knjige "Poreklo čoveka i polno odabiranje" (*The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*).

Prema Darwinu, poreklo ljudske vrste je u osnovi bilo slično poreklu svih drugih vrsta. Ljudska bića, obrazlagao je, jesu izmenjeni potomci pretka kojeg su delili sa drugim životinjama (najskorije, sa majmunima), a njihove osobene karakteristike su nastale prvenstveno (iako ne isključivo) usled prirodnog odabiranja koje je delovalo na male varijacije. Darwinovo gledište imalo je dve implikacije koje su bile (i nastavljaju da budu) posebno kontraverzne: ljudi su ništa drugo do životinje, i oni nisu predodređeni cilj dirigovanog procesa.

Ali, za vreme Darwinovog života dokazni materijal u korist njegove teorije bio je previše oskudan da bi podržao takve dalekosežne tvrdnje o čovekovoј prirodі. Koliko je Darwin znao, fosilni dokazi za evoluciju čoveka još uvek nisu bili nađeni, još uvek nije bilo direktnih dokaza za prirodno odabiranje, a poreklo varijacija bilo je nepoznato.

Uprkos nedostatku dokaza, Darwinovo gledište o poreklu čoveka ubrzo je uzdignuto u crtežima koji su prikazivali majmuna, koji pogrbljeno hoda oslanjajući se na ruke, kako evoluirao kroz niz prelaznih formi u uspravno ljudsko biće (slika 11-1). Takvi crteži su se kasnije pojavili u bezbrojnim udžbenicima, muzejskim izložbama, člancima časopisa, čak i u crtanim filmovima. Oni sačinjavaju krajnju ikonu evolucije, zato što simbolizuju implikacije Darvinove teorije o krajnjem značenju čovekovog postojanja.



SLIKA 11-1. Krajnja ikona.

Na tipičnoj ilustraciji Darvinove teorije o poreklu čoveka, prikazan je majmunoliki organizam kako evoluirao kroz seriju pretpostavljenih prelaznih formi u savremenog čoveka.

U dvadesetom veku, činilo se da je ova krajnja ikona dobila dokaze koji su joj prvobitno nedostajali. Činilo se da su brojna fosilna otkrića obezbeđivala prelazne karike u evolucionom lancu koji vodi do savremenih ljudi; činilo se da eksperimenti na biberastim moljcima i drugim organizmima obezbeđuju nedostajuće dokaze za prirodno odabiranje; a genetičari su mislili da su u DNK mutacijama našli sirovu građu za evoluciju.

Pa ipak, dokazni materijal nije tako ispravan kao što se čini. Kao što smo videli, Ketlevelovi eksperimenti sa biberastim moljcima bili su pogrešni, a oscilujuće prirodno odabiranje uočeno kod Darvinovih zeba ne proizvodi dugoročnu evoluciju. Štaviše, iako se uslovno korisne DNK mutacije javljaju na biohemijskom nivou, naširoko objavljene morfološke mutacije kod vinskih mušica sa četiri krila proizvode bogalje, a ne sirovu građu za evoluciju.

Konačno, kao što ćemo videti u ovom poglavlju, na interpretacije fosilnih dokaza za evoluciju čoveka veoma su uticala lična verovanja i predrasude. Eksperti u paleoantropologiji - proučavanju porekla čoveka - priznaju da je njihova oblast najsubjektivnija i najdiskutabilnija u celoj biologiji - teško da je to čvrsta osnova za dalekosežne tvrdnje o prirodi čoveka koje neki darvinisti žele da iskažu.

Iako se naširoko koristi da prikaže da smo mi samo životinje i da je samo naše postojanje prost slučaj, ova krajnja ikona ide daleko izvan dokaza. Takvi dokazi su (prema rečima Stefana Džej Gulda) "otelotvorenja ideja maskiranih u neutralne opise prirode".

Da li smo (samo) životinje?

Darvin je počeo knjigu "Poreklo čoveka" podsećajući čitaoca da je "čovek izgrađen po istom opštem tipu ili modelu kao i drugi sisari". Posle pregleda dokaza za evoluciju koje je predstavio u knjizi "Postanak vrsta" - naročito pretpostavljenih sličnosti između embriona ljudi i drugih kičmenjaka - on je zaključio da "čovek nosi u svojoj telesnoj strukturi jasne tragove svog porekla od nekog nižeg oblika".

"Moj cilj", objašnjavao je Darvin, "jeste da pokažem da nema bitnih razlika između čoveka i viših životinja u njihovim umnim sposobnostima". Obrazlagao je da svi imaju "slične strasti, naklonosti i emocije, čak i one složene, kao što su zavist, podozrenje, nadmetanje, zahvalnost i velikodušnost... poseduju iste sposobnosti podražavanja, pažnje, premišljanja, izbora, pamćenja, imaginacije, asocijaciju ideja i razum, iako na vrlo različitim stupnjevima". Prema tome, "razlika u razumu između čoveka i viših životinja, velika kao što jeste, sigurno je samo po stepenu, a ne po vrsti".

Za Darvina, kontinuitet između životinja i ljudi pružao se čak i na moralnost i religiju. Činilo mu se da "bi svaka životinja, koja je obdarena jako izraženim društvenim instinktima, uključujući i roditeljsku ljubav i ljubav prema roditeljima, neminovno stekla moralno osećanje ili savest, čim bi njene intelektualne moći postale tako dobre, ili približno tako dobro razvijene kao kod čoveka". I "tendencija kod divljaka da zamišljaju da su prirodni objekti i pojave oživljene duhovnim i živim bićima", koju je Darwin poredio sa tendencijom psa da zamišlja skrivene činioce u stvarima koje pomera vetar, "lako bi prešla u verovanje u postojanje jednog ili više bogova". Tako je "osećanje religijske posvećenosti" samo viši oblik "duboke ljubavi psa prema svom gospodaru".

Ovde se postavljaju bar tri pitanja. Prvo, da li ljudska bića imaju neke zajedničke karakteristike sa drugim životinjama? Drugo, da li su ljudska bića stekla te karakteristike kroz poreklo sa promenama od životinjskih predaka? I treće, da li su ljudi *samo* životinje? Darwin je otvoreno odgovorio "da" - na prva dva pitanja; a tvrdeći da se ljudska moralnost i religija razlikuju od životinjskih instinkata samo po stepenu, a ne po vrsti, on je prećutno odgovorio "da" - na treće pitanje.

Neki savremeni darvinisti pišu kao da je Darwin bio taj koji nam je pokazao da smo deo prirodnog sveta. Na primer, zoolog sa Oksforda, Ričard Doukins, napisao je 1989. godine da je Darwin potresao "uobraženost naše vrste" pokazujući da smo "bliski rođaci... majmunima", dokazujući tako da "smo i mi životinje".

Ali, svest o tome da je ljudsko telo deo prirode postojala je mnogo pre Darvina. To je bilo izjavljivano od strane teologa i filozofa iz trinaestog veka, Tome Akvinskog (Thomas Aquinas), koji je među karakteristike koje ljudi dele sa drugim životinjama ukjučio i emotivne odgovore. A naučnik iz osamnaestog veka, Karl Line (Carolus Linnaeus), koji je smislio savremeni sistem biološke klasifikacije, postavio je ljude u red primata zajedno sa majmunima. Drugim rečima, odgovarajući "da" na prvo pitanje, Darwin nije rekao ništa novo.

Naravno, tradicija koju je predstavljao Akvinski tvrdila je da ljudska bića imaju i duhovnu prirodu, kao i životinjsku. Kada je Darwin prećutno odgovorio sa "da" na treće pitanje, i tvrdio da ljudska bića nisu *ništa više* od životinje, on se odvojio od te tradicije. Ipak, čak ni ovde, Darwin nije govorio ništa novo. Materijalistički filozofi su još od drevne Grčke govorili istu stvar.

Darvinov novi doprinos bila je tvrdnja da poreklo sa promenama objašnjava celu ljudsku prirodu, uključujući i deo koji je ranije pripisivan duhu. On je tako obezbedio materijalističkoj filozofiji ono što je izgledalo kao naučna podrška. Ali, pre nego što je Darwinova tvrdnja mogla da se okvalifikuje kao nauka, a ne filozofija, bili su potrebni dokazi.

Pronalazjenje činjenica tako da odgovaraju teoriji

Iako je "Neandertalski čovek" bio otkriven 1856. godine, tada nije smatran za pretka ljudskih bića. Prema jednoj popularnoj teoriji, njegove kosti su bile drugačije od onih kod savremenih ljudi zato što su bile deformisane. U svakom slučaju, Darwin i njegovi neposredni sledbenici morali su da obrazlažu svoju teoriju za ljudsku evoluciju bez fosilnih dokaza.

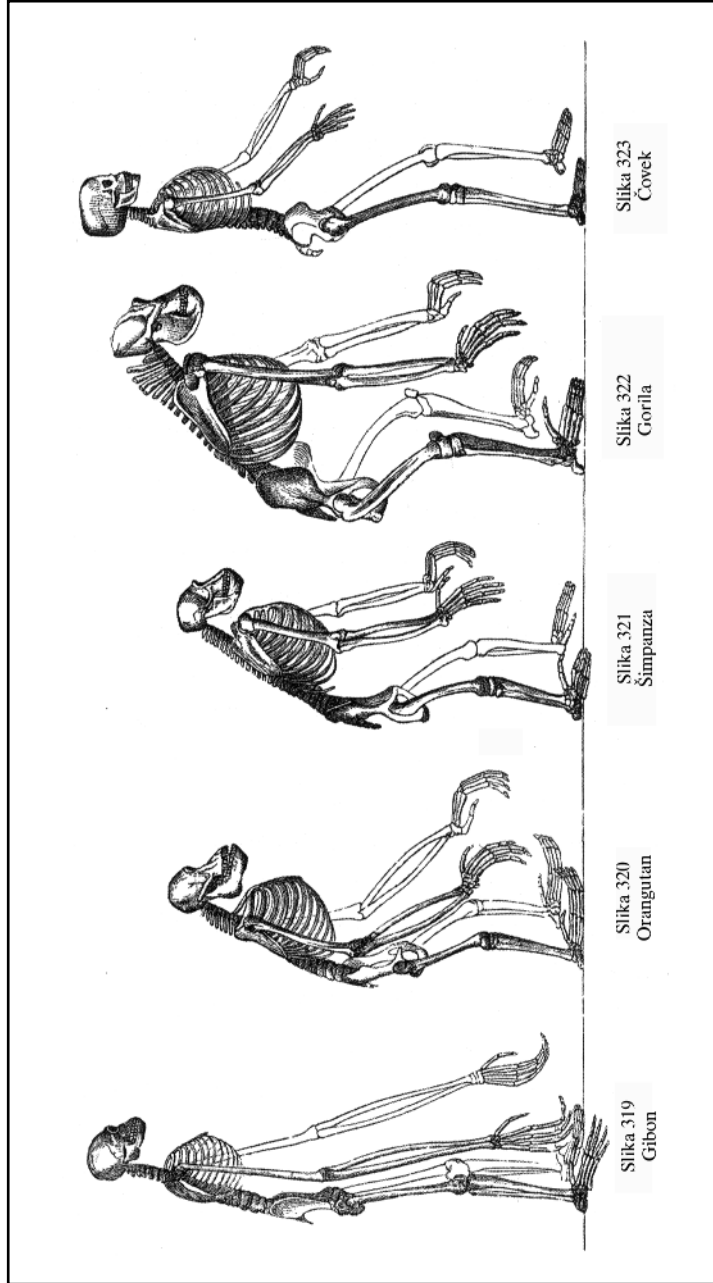
U nedostatku fosilnih dokaza, sličnosti između ljudi i živih majmuna služile su kao zamena. U knjizi iz 1863. godine, naslovljenoj "Dokazi za čovekovo mesto u prirodi" (*Evidence as to Man's Place in Nature*), Tomas Henri Haksli (Thomas Henry Huxley) poredio je skelete majmuna sa skeletom čoveka da bi prikazao stupnjevitost između njih (slika 11-2). "Ali, ako čovek nije razdvojen većom strukturnom barijerom od životinja, nego što su one jedne od drugih", pisao je Haksli, "onda nema racionalnih osnova za sumnju da je čovek mogao da nastane... postepenim promenama od čovekolikog majmuna (ili) kao grana od istog primitivnog stabla kao i ti majmuni". Haksli je zaključio: "Čovek je, po suštini i po strukturi, jednak sa majmunima."

Upadljiva sličnost između Hakslijevih ilustracija i konačne ikone je nepogrešiva. Ipak, ni Haksli ni Darwin nisu verovali da su živi majmuni bili naši preci. Ono što Hakslijeva ilustracija prikazuje jeste da je od samog početka ikona "od majmuna do čoveka" bila prosto tvrdnja materijalističke filozofije. Njen oblik je prethodio bilo kakvim fosilnim dokazima odnosa predak-potomak i načinjena je sa činjenicama koje su bile pri ruci - u ovom slučaju, sličnostima sa živim majmunima. Fosili otkriveni kasnije samo su postavljeni u već postojeći okvir.

Neandertalac prvobitno nije bio među njima. Haksli je znao za Neandertalca, ali ga je kao i većina savremenika smatrao u potpunosti za čoveka, umesto za pretka ljudima. Međutim, nekoliko decenija kasnije, pošto je još fosila nađeno, francuski paleontolog Marselin Boul (Marcellin Boule) izjavio je da Neandertalac *nije* bio čovek, čak ni predak ljudi. Umesto toga, smatrao ga je za izumrlu bočnu granu evolucionog drveta.

Po Boulu, Neandertalci su imali pogrbljen stav, otprilike na sredini između majmuna i ljudi, a predstava "pećinskog čoveka" kasnije je učinjena besmrtnom u bezbrojnim crtanim filmovima. Paleoantropolozi su sada ubeđeni da je Boul pogrešio i da su Neandertalci hodali uspravno kao i mi. Ali, taj stav je došao kasnije; na početku dvadesetog veka većina ljudi je prihvatila Boulovu interpretaciju i isključila Neandertalca iz evolucionog niza koji vodi do ljudskih bića.

Međutim, bez Neandertalca, još uvek nije bilo fosilnih činjenica za poreklo čoveka. Gde su bili preci potrebni za Darwinovu teoriju?



SLIKA 11-2. Hakslijeva verzija konačne ikone.

Skeleti gibona, orangutana, šimpanze, gorile i čoveka, poređani u nizu, prikazuju progresiju prema obliku čoveka. Iz knjige Tomasa Henri Hakslija iz 1863. godine, "Dokazi za čovekovo mesto u prirodi".

Holandski anatom Eugen Dubois (Eugene Dubois) pronašao je neke fosilne kosti na Javi 1890. godine, ali njegova tvrdnja da je "Javanski čovek" posrednik između majmuna i ljudi bila je veoma osporavana. Tek je 1912. godine, paleontolog amater Čarls Douson objavio da ja našao ono što su svi tražili, u jami šljunka u Piltdaunu, u Engleskoj.

Piltdaunska prevara

Douson je pronašao nekoliko delova ljudske lobanje i deo majmunolike donje vilice sa dva zuba. Odneo ih je Arturu Smitu Vudvordu (Arthur Smith Woodward) iz Britanskog muzeja, koji je rekonstruisao celu lobanju na osnovu fragmenata i objavio otkriće Geološkom društvu Londona u decembru 1912. godine. Iako su neki paleontolozi bili skeptični, kasnija otkrića na istom nalazištu su izgledala kao da potvrđuju Smit Vudvordov zaključak da je "Dousonov Čovek zore" bio nedostajuća karika koja je bila potrebna da potvrdi evolucionu teoriju.

Ta teorija, kako je shvaćena 1912. godine, predviđala je da će predak ljudskih bića imati veliki mozak i majmunoliku vilicu. Piltdaunski primerak odgovarao je tom predviđanju toliko dobro da niko nije pažljivo proverio da li su lobanja i delovi vilice pripadali istoj jedinki. Smit Vudvordova rekonstrukcija je isprva osporavana, ali onda široko prihvaćena i tokom nekoliko narednih decenija svi novootkriveni fosili bili su interpretirani u svetlu "Piltdaunskog čoveka". Tek pošto je nađeno nekoliko fosila koji nisu mogli da se uklope u postojeću teoriju, ideje o poreklu čoveka su počele da se menjaju. Tada je, pošto je već izgubio dosta od svog statusa ikone, Piltdaunski čovek razotkriven kao prevara.

Godine 1953., Džozef Veiner (Joseph Weiner), Kenet Oukli (Kenneth Oakley) i Vilfrid La Gros Klark (Wilfrid Le Gros Clark) dokazali su da je lobanja Piltdaunskog čoveka, iako možda stara hiljadama godina, pripadala savremenom čoveku, dok je vilični fragment skoriji, i pripadao je savremenom orangutanu. Vilica je tretirana hemikalijama da bi izgledala kao fosil, a njeni zubi su namerno isturpijani da bi ličili na ljudske. Veiner i njegovi saradnici zaključili su da je Piltdaunski čovek bio falsifikovan.

Većina savremenih udžbenika ni ne pominje Piltdaunskog čoveka. Kada ga pomenu kritičari darvinizma, obično im se kaže da incident samo dokazuje da nauka ispravlja samu sebe. I tako je i bilo, u ovom slučaju - iako je samoispravljanje trajalo preko četrdeset godina. Ali, interesantnija lekcija koja se može naučiti iz slučaja Piltdaunskog čoveka jeste da naučnici, kao i svi drugi, mogu da budu prevareni i da vide ono što žele da vide.

Karakteristike koje su ukazivale na prevaru 1953. godine, bile su tu sve vreme. Kao što je paleontolog Rodžer Levin (Roger Levin) nedavno napisao: "Imajući u vidu sve mnogobrojne anatomske nesaglasnosti kod Piltdaunskih ostataka, koje su naravno očigledne sa današnjeg gledišta, stvarno je zapanjujuće da je prevara tako nestrpljivo prihvaćena." Tako je "pravi značaj Piltdaunskog slučaja" u razumevanju "kako su oni koji su verovali u fosil videli u njemu ono što su hteli da vide". A po istoričaru biologije Džejn Meinšejn (Jane Maeinschein), Piltdaunski slučaj nam pokazuje "kako lako podložni istraživači mogu da budu izmanipulisani da veruju da su stvarno pronašli upravo ono što su tražili".

Mnogi čovekoliki fosili pronađeni su od 1912. godine, i za razliku od Piltdaunskih ostataka, izgleda da su originalni. Neki imaju karakteristično majmunolike odlike, dok su drugi više slični čoveku. Ali, čak i pravi fosili koji su u vezi sa poreklom čoveka, bili su toliko sporni da ih je 1970. godine britanski antropolog Džon Nepier (John Napier) nazvao "sporne kosti". I svako novo otkriće izgleda da povećava problem umesto da ga smanjuje. Godine 1982., američki paleontolozi Nils Eldridž (Niles Eldredge) i Jan Tatersal (Ian Tattersall) izjavili su da je "mit da su evolucionarne istorije živih bića u suštini samo stvar otkrića". Kada bi to bilo tačno, pisali su, "moglo bi se uvereno očekivati da što se nađe više fosila hominida, to će priča o evoluciji čoveka postati jasnija. S obzirom na sve, desilo se suprotno".

Postoje bar dva razloga za to. Jedan je da fosilne činjenice ostavljaju dosta mesta za interpretaciju. Druga je da subjektivnost koja je pripremila put za Piltdaunski slučaj nastavlja da opterećuje istraživanja porekla čoveka.

Koliko fosili mogu da nam otkriju?

Fosilne činjenice su otvorene za mnoge interpretacije zato što pojedinačni primerici mogu da se rekonstruišu na veliki broj načina i zato što fosilni zapis ne može da utvrdi odnose predak-potomak.

Jedna čuvena fosilna lobanja, otkrivena 1972. godine u severnoj Keniji, menjala je dramatično svoj izgled u zavisnosti od toga kako se gornja vilica spajala sa ostatkom lobanje. Rodžer Levin prepričava slučaj kada su paleoantropolozi Alan Voker (Alan Walker), Majkl Dej (Michael Day) i Ričard Liki (Richard Leakey) proučavali dva dela "lobanje 1470". Prema Levinu, Voker je rekao: "Možete da držite (gornju vilicu) napred i da joj date dugačko lice, ili možete da je ugrurate, dobijajući kratko lice... Kako ste je držali, u stvari je zavisilo od vaših pre-dubeđenja. Bilo je veoma interesantno posmatrati šta su ljudi radili sa njom." Levin izveštava da se Liki takođe setio događaja:

"Da, ako ste je držali na jedan način, izgledala je na jednu stvar; ako ste je držali na drugi, izgledala je potpuno drugačije."

Nedavno je časopis *National Geographic* postavio četiri umetnika da rekonstruišu ženski lik na osnovu oblika sedam fosilnih kostiju za koje se misli da su od iste vrste kao i lobanja 1470. Jedan umetnik je nacrtao biće kojem je nedostajalo čelo i čije su vilice pomalo podsećale na one kod dinosaurusu sa kljunovima. Drugi umetnik je nacrtao prilično zgodnu afričko-američku ženu sa neobično dugačkim rukama. Treći je nacrtao mršavu ženku sa rukama kao kod gorile i licem kao kod holivudskog vukodlaka. A četvrti je nacrtao biće prekriveno dlakom kako se penje na drvo, sa sitnim očima kojima je posmatralo ispod gustih obrva, kao kod gorile.

Ovaj izuzetan niz crteža jasno pokazuje kako jedan isti skup kostiju može da se rekonstruiše na različite načine. Neko ko bi tražio prelaznu formu da je ubaci u niz od majmuna do čoveka, mogao bi da uzme bilo koji crtež koji mu najviše odgovara. (Nije iznenađujuće što je veoma pro-darvinistički časopis *National Geographic* smestio ove crteže na stranici bez broja, među reklame na kraju časopisa.)

Drugi razlog zašto fosili nisu rešili problem čovekovog porekla je teškoća ili nemogućnost određivanja odnosa predak-potomak na osnovu fosilnog zapisa. Godine 1981., Konstanca Holden (Constance Holden) je napisala u časopisu *Science*: "Glavna naučna činjenica je veoma mali niz kostiju na osnovu koga treba da se rekonstruiše čovekova evolucionarna istorija. Jedan antropolog je uporedio taj zadatak sa rekonstrukcijom zapleta knjige 'Rat i mir' na osnovu 13 slučajno izabranih strana."

Henri Gi, glavni naučni dopisnik za časopis *Nature*, još je pesimističniji. "Nijedan fosil nije zakopan sa svojim datumom rođenja", napisao je 1999. godine, i "intervali vremena koji razdvajaju fosile tako su veliki da ne možemo da kažemo ništa definitivno o njihovim mogućim vezama kroz poreklo". Veoma je teško, sa pisanim zapisima, pratiti ljudski rodoslov unazad nekoliko stotina godina. Kada imamo samo fragmentaran fosilni zapis, a bavimo se sa milionima godina - onim što Gi naziva "duboko vreme" - posao je praktično nemoguć.

Gi smatra svaki fosil za "izolovanu tačku, bez poznate veze sa bilo kojim datim fosilom, a svi plutaju okolo u ogromnom moru praznina". On ističe, na primer, da sve činjenice o ljudskoj evoluciji "između pre oko 10 i 5 miliona godina - što predstavlja nekoliko hiljada generacija živih organizama - mogu da stanu u malu kutiju". Tako je konvencionalna slika o ljudskoj evoluciji u vidu linija predaka i porekla "potpuno ljudski proizvod stvoren bez činjenica, oblikovan da se usaglasi sa ljudskim predrasudama". Izražajući to još otvorenije, Gi zaključuje: "Uzeti niz fosila i tvrditi da pretstavljaju niz predaka nije naučna hipoteza koja može da

bude testirana, već tvrđenje koje nosi istu vrednost kao i priča pred spavanje - zabavna, možda čak i poučna, ali ne naučna."

Međutim, ako pojedinačni fosili dozvoljavaju tako različite interpretacije, a evolucione istorije ne mogu da se rekonstruišu na osnovu fosilnog zapisa, odakle dolaze priče o ljudskoj evoluciji?

Paleoantropologija: nauka ili mit?

Na skupu Britanskog udruženja za razvoj nauke, ranih 1980-tih, istoričar sa Oksforda, Džon Durant (John Durant), pitao je: "Da li možda, kao i 'primitivni' mitovi, teorije o ljudskoj evoluciji pojačavaju vrednosne sisteme njihovih tvoraca odražavajući istorijski njihovu predstavu o njima samima i društvu u kome žive?" Durant je kasnije pisao da je "sigurno vredno pitati se da li bi ideje o ljudskoj evoluciji mogle da služe suštinski sličnim funkcijama u obe kulture - prenaučnoj i naučnoj... Iznova, ideje o poreklu čoveka se usredsređuju na bliže ispitivanje, da bi nam kazale isto toliko o sadašnjosti koliko i o prošlosti, i isto toliko o našim sopstvenim doživljajima koliko i o onima naših dalekih predaka". Durant je zaključio: "Kako stvari trenutno stoje, veoma je potrebna demitologizacija nauke."

Nekoliko godina kasnije, antropolog sa Djuk Univerziteta, Mat Kartmil (Matt Cartmill), rekao je na skupu Američkog udruženja fizičke antropologije da neki aspekti njihove nauke leže "u okviru oblasti ideologije i religije, široko definisane". Kako je izvestio naučni pisac Rodžer Levin, mnogi antropolozi su reagovali na ovo, nečim što je izgledalo kao sledeće: "Pa, pretpostavljam da je u ranim danima na rad ljudi uticala takva vrsta stvari - ideologija, mitologija i tako dalje - ali ne danas; ne danas kada je antropologija *zaista* naučna" (naglašeno u originalu). Kartmilov odgovor je bio nepopustljiv: "Ta tendencija da se spašava naučni izgled izbegavajući mitološku karakteristiku naše nauke izvrtala je paleoantropološku misao kroz skoro ceo dvadeseti vek."

Kasnih 1970-tih, paleoantropolog sa Jejla, Misia Landau, bila je iznenađena sličnošću između opisa evolucije čoveka i starinskih narodnih priča. U knjizi na tu temu, "Priče o ljudskoj evoluciji" (*Narratives of Human Evolution*), iz 1991. godine, tvrdila je da su mnogi "klasični tekstovi o paleoantropologiji" bili "određeni isto toliko tradicionalnim pripovedačkim okvirima koliko i materijalnim činjenicama". Tipičan okvir je bio onaj iz narodne priče u kojoj junak (na primer, naš predak) napušta relativno sigurno utočište na drveću, kreće na opasno putovanje, stiče raznovrsne veštine, preživljava niz ispita i konačno se transformiše u pravo ljudsko biće.

Prema Landauovoj, kada paleoantropolozi hoće da objasne šta se stvarno desilo u evoluciji čoveka, koriste četiri osnovna događaja. To su: premeštanje sa drveća na zemlju, razvijanje uspravnog stava, sticanje inteligencije i jezika, i razvijanje tehnologije i društva. Iako je Landauova pronašla ova četiri elementa u svim opisima ljudske evolucije, njihov redosled je varirao u zavisnosti od gledišta pripovedača. Zaključila je da "teme nađene u paleoantropološkim spisima... daleko prevazilaze ono što se može zaključiti samo na osnovu proučavanja fosila, i u stvari stavljaju teško breme interpretacije na fosilni zapis - breme koje je olakšano postavljanjem fosila u stare pripovedačke strukture". Paleoantropolozi su, drugim rečima, pripovedači priča.

Mitski elementi u proučavanju porekla čoveka još uvek su tu. Godine 1996., nadzornik američkog Prirodnjačkog muzeja, Jan Tattersall, priznao je da "u paleoantropologiji, obrasci koje opažamo su verovatno podjednako rezultat naših nesvesnih stavova koliko i samih činjenica". Antropolog sa Univerziteta Arizona, Džefri Klarl (Geoffrey Clark), ponovio je to gledište 1997. godine kada je napisao da "mi biramo između alternativnih grupa istraživačkih zaključaka u saglasnosti sa našim predrasudama i predubedenjima - što je proces koji je, u isto vreme, i politički i subjektivan". Klarl je ukazao "da paleoantropologija ima oblik, ali ne i suštinu nauke".

Imajući u vidu veoma subjektivnu prirodu paleoantropologije - što priznaju i oni koji se bave njom - šta ova oblast može da nam pouzdano kaže o poreklu čoveka?

Šta znamo o poreklu čoveka?

Očigledno, ljudska vrsta ima istoriju. Pronađeni su mnogi fosili koji su izgleda pravi, i mnogi od njih imaju neke karakteristike koje su majmunolike, a mnogi od njih čovekolike. Sa ovim tvrđenjima svi paleontolozi bi se bez sumnje složili.

Međutim, kada treba rekonstruisati čitave jedinke ili istoriju ljudske evolucije, teško je naći slaganje. Jedna oblast neslaganja jeste koliko je vrsta čovekolikih majmuna ili majmunolikih ljudi koegzistiralo u bilo kom datom trenutku. "Gomilaoci" teže da grupišu sve primerke u jednu ili nekoliko vrsta, dok ih "delioci" dele u mnogo više. Čak i kada bi se postigao sporazum o tome koji primerci predstavljaju posebne vrste, još uvek bi bilo pitanje da li su oni precizno savremenih ljudi ili izumrle bočne grane evolucionog drveta. Neslaganje se takođe nastavlja između grupe "iz Afrike", koja tvrdi da su se savremeni ljudi prvo razvili u Africi i onda raširili po svetu, i "multiregionalne" grupe koja tvrdi da se naša vrsta razvila na više mesta istovremeno.

Trenutno je aktuelan neprekidni spor oko Neandertalaca. Da li su oni bili naši preci? Da li su bili posebna vrsta koja je sada izumrla? Ili, da li su bili rasa ljudi, vremenom apsorbovani u savremenu globalnu familiju? Skoro svakog meseca pojavljuje se zastupnik jednog gledišta u pisanim medijima ili na radio talasima, objavljujući da je stvar rešena. Međutim, sačekajte nekoliko meseci i neko će verovatno reći suprotno sa podjednakom sigurnošću. Godine 1995., naučni pisac Džejms Šrivi (James Shreeve) objavio je da je "pričao sa 150 naučnika - arheologa, anatoma, genetičara, geologa, stručnjaka za datiranje - i ponekad se činilo da sam dobio 150 različitih gledišta" o mestu Neandertalaca u ljudskoj evoluciji. Bilo koja teorija o Neandertalcima je kao vreme u mnogim delovima zemlje - ako vam se ne sviđa, sačekajte malo i ono će se promeniti.

Svako ko prati ove sporove, bez obzira koliko dugo, verovatno će postati donekle ciničan u pogledu izgleda za njihovo rešavanje. Godine 1996., evolucionarni biolog sa Berklija, F. Klark Houel (F. Clark Howell), napisao je: "Ne postoji nijedna sveobuhvatna teorija o (ljudskoj) evoluciji... Avaj, nikada je stvarno nije ni bilo." Ova oblast se karakteriše "pripovedačkim postupcima" zasnovanim na malo dokaza, tako da je "verovatno tačno da je sveobuhvatni scenario" ljudske evolucije "izvan našeg shvatanja, i sada, ako ne i zauvek".

Houelov pesimizam potvrdio je antropolog sa Univerziteta Arizona, Džefri Klark, 1997. godine: "Naučnici su pokušavali da postignu saglasnost o poreklu savremenog čoveka više od jednog veka. Zašto nisu uspeli?" Po Klarkovom mišljenju, to je zato što paleoantropolozi pristupaju sa veoma različitim "predrasudama, predubedenjima i pretpostavkama". Tako su modeli koji objašnjavaju evoluciju čoveka, prema Klarku, "malo više od kule od karata - uklonite jednu kartu... i cela struktura zaključaka je u opasnosti da se sruši".

Opšta javnost je retko informisana o duboko usađenim nesigurnostima o poreklu čoveka koje se odražavaju u ovim izjavama naučnih stručnjaka. Umesto toga, prosto nam serviraju poslednju verziju nečije teorije, a da nam se ne kaže da i sami paleontolozi ne mogu da se slože oko nje. I što je tipično, teorija je ilustrovana maštovitim crtežima pećinskih ljudi, ili dobro maskiranih ljudskih glumaca.

Dodajte ovim vizuelnim efektima neke priče tipa "jednostavno je tako" o hipotetičkoj adaptivnoj vrednosti silaženja sa drveća, ili učenja kako se koriste alati, ili prelaženja sa lova na poljoprivredu, i opis je potpun. Javne prezentacije ove vrste mogu da se nađu u seriji "Osvit ljudi" ("Dawn of Humans") u časopisu *National Geographic*, povremenim pričama u časopisima *Time* i *Newsweek*, i periodičnim televizijskim specijalnim emisijama na programu *Discovery Channel*. Za takve prezentacije karakteristično je da pominju nekoliko sitnih neslaganja

među paleoantropolozima, ali se javnosti retko kaže da su fosili postavljeni u "već postojeće pripovedačke strukture" ili da je priča koju čuju zasnovana na "predrasudama, predubedenjima i pretpostavkama". Čini sa da nikada u oblasti nauke njih toliko puno nije zasnovalo toliko mnogo toga na toliko malo.

Protkana u mitske opise evolucije čoveka, obično se nalazi poruka da nismo ništa više od životinja. Ipak, poruka je postojala mnogo pre oskudnih dokaza koji su sada ubačeni u te priče da bi izgledale naučne. Bez obzira da li se konačna ikona predstavlja u obliku slike ili priče, to je stara materijalistička filozofija maskirana u savremenu empirijsku nauku.

A tvrdnja da su ljudi samo životinje nije jedina filozofska pilula za koju se očekuje od nas da je progutamo. Od 1970-tih, konačna ikona se sve više koristi da promoviše doktrinu da je evolucija neusmerena i da je naše postojanje samo slučajnost.

Ideje maskirane kao neutralni opis prirode

Jedan od najglasnijih kritičara usmerene evolucije bio paleontolog sa Harvarda, Stefan Džej Guld. U stvari, epigraf koji je uvod u ovu knjigu uzet je iz Guldove kritike "ikonografije napretka" u njegovoj knjizi iz 1989. godine, "Čudesan život". Kada Guld upozorava svoje čitaoce na "ubeđujuću moć dobro izabrane slike" i upozorava ih da "ideje koje prolaze kao opisi dovode do izjednačavanja probnog sa nesumnjivo tačnim", njegova rečitost je usmerena na ideju o evoluciji koja je usmerena prema cilju.

Kao što se moglo očekivati, Guld odbacuje staru ideju "lestvice progressa" koja je Simpsonu bila neprihvatljiva u ideji o ortogenezi. Međutim, ono što je iznenađujuće, Guld takođe odbacuje obrazac razgranatog drveta koji je Simpson stavio na njeno mesto. Guld naziva Darwinovo razgranato drvo "kupom rastuće raznovrsnosti" i tvrdi da ona pogrešno predstavlja istoriju života. Ta raznovrsnost, prema Guldu, karakteriše se maksimalnom raznovrsnošću na početku (u kambrijumskoj eksploziji), praćenu kasnije "opadanjem" kako su različite linije izumirale. Tako Guld zamenjuje i lestvice i kupu rastuće raznovrsnosti sa "ikonografijom opadanja".

Guld tvrdi da je činjenica izumiranja najmoćniji protivotrov otrovnoj ideji progressa. Po njegovom gledištu, izumiranja su slučajevi koji demonstriraju osnovnu "slučajnost" evolucije. Ako bismo mogli da "vratimo unazad traku" istorije života, pronašli bismo da ona nikada ne priča istu priču dva puta. Slučajnost i neponovljivost evolucije uništavaju svaku

ideju "ljudske neizbežnosti i superiornosti" i uče nas da smo samo slučajevi.

Ali, kako Guld zna da su izumiranja slučajna? Na osnovu fosilnih činjenica? Kako to može uopšte da zna? Očigledno, potrebno je više od obrasca u fosilnom zapisu da se odgovori na dalekosežna pitanja o smeru i svrsi - čak i kada bismo zasigurno znali koji su to obrasci. A čak i da su izumiranja slučajna, da li to isključuje mogućnost da je evolucija usmerena ka cilju? Svačija smrt je nepredvidiva; da li to čini svačije rođenje i život slučajnim? Kontinuirano postojanje ljudske vrste je zavisno od mnogih stvari: da ne raznesemo sebe nuklearnim oružjem, da Zemlju ne udari veliki asteroid i da ne zatrujemo našu sredinu, između ostalog. Ali, iz toga ne sledi da je samo naše postojanje slučajnost, ili da je ljudski život besciljan.

Kanadski filozof biologije Majkl Ruse (Michael Ruse) nedavno je kritikovao tedenciju Gulda i drugih da koriste evoluciju kao platformu za propovedanje o smislu ljudskog postojanja. "Ako ljudi hoće da naprave religiju od evolucije, to je njihova stvar", pisao je Ruse, ali "treba da prepoznamo kada ljudi idu izvan stroge nauke i prelaze na moralne i društvene tvrdnje, smatrajući svoju teoriju za sveobuhvatnu sliku sveta. Previše često postoji pomeranje sa nauke na nešto više".

Ruse je ono što se može nazvati "umereni" ili "samokritični" darvinista. On sebe naziva "vatreni evolucionista", pa ipak se protivi kada se "evolucija promovise od strane onih koji se njome bave kao nešto više od obične nauke. Evolucija se proglašava kao ideologija, sekularna religija".

Prema tome, Guld propoveda slučajnost, na način kao što su materialistička gledišta Darvina, Hakslija, Simpsona, Monoa i Doukina zasnovana na ličnoj filozofiji, a ne na empirijskim činjenicama. Iako Guld ima ista prava kao i svako drugi da izražava svoja gledišta, ona ne bi trebalo da budu predavana kao da su nauka. Ipak, kao i filozofska gledišta Ričarda Doukina, i Guldova su sada prikazana u nekim biološkim udžbenicima. Knjiga "Biologija" Rejvena i Džonsona iz 1999. godine sadrži intervju sa Guldom, koji izjavljuje: "Ljudi predstavljaju samo jednu malu, u velikom stepenu neočekivanu grančicu koja se kasno javlja na veoma razgranatom žbunu života."

Kao i toliko mnogo drugih stvari koje smo sreli, to nije nauka, već mit.

Nauka ili mit?

"Nijedna obrazovana osoba više ne sumnja u valjanost takozvane teorije evolucije, za koju sada znamo da je prosta činjenica", izjavio je Ernest Majer u izdanju časopisa *Scientific American*, od jula 2000. godine. Majer je nastavio: "Takođe, većina Darvinovih pojedinačnih teza je u potpunosti potvrđeno, kao što je ona o zajedničkom poreklu, postepenosti evolucije i njegova teorija koja objašnjava prirodno odabiranje."

Pitajte bilo koju obrazovanu osobu kako zna da je evolucija prosta činjenica, i da su Darvinove pojedinačne teze u potpunosti potvrđene, i verovatno je da će osoba da nabroji neke ili sve ikone opisane u ovoj knjizi. Za većinu ljudi - uključujući većinu biologa - ove ikone *jesu* dokaz za Darvinovu evoluciju.

Međutim, kao što smo videli, ikone evolucije *pogrešno predstavljaju* činjenice. Jedna ikona (Miler-Urijev eksperiment) daje lažni utisak da su naučnici demonstrirali značajan prvi korak u nastanku života. Jedna je predstavljena (vinske mušice sa četiri krila) kao da predstavlja sirovu građu za evoluciju, ali je u stvari beznadežni bogalj - evolucionari ćorsokak. Tri ikone (udovi kičmenjaka, *Archaeopteryx* i Darvinove zebe) prikazuju prave činjenice, ali se tipično koriste da prikuju suštinske probleme u njihovim tumačenjima. Tri ikone (drvo života, fosilni konji i poreklo čoveka) jesu inkarnacije ideja maskiranih kao neutralni opisi prirode. A dve ikone (Hekelovi embrioni i biberasti moljci na stablima drveća) su falsifikati.

Ljudi kao što je Ernest Majer insistiraju da postoji obilje dokaza za Darvinovu teoriju. Ali, ikone evolucije su godinama reklamirane kao najbolji dokazi koje imamo. Čak i većina evolucionih biologa tako misli. Na kraju, do skora Daglas Futujama nije sumnjao u Hekelove embrione, a Džeri Kojn nije sumnjao u biberaste moljce. Ako postoji toliko puno dokaza za Darvinovu evoluciju, zašto naši biološki udžbenici, naučni časopisi i televizijski dokumentarni filmovi o prirodi, iznova ponavljaju iste iscrpljene stare mitove?

Ovde postoji obrazac, i on zahteva objašnjenje. Umesto da neprestano testiraju svoje teorije sa činjenicama, kako bi naučnici trebali da rade, neki darvinisti dosledno ignorišu, objašnjavaju u suprotnom pravcu ili pogrešno predstavljaju biološke činjenice da bi promovisali svoje teorije. Jedan izolovani primer takvog ponašanja mogao bi da bude jednostavno usled preterane zanesenosti. Možda čak i dva. Ali deset? Godinu za godinom?

Pre nego što se osvrnemo na implikacije ovog obrazca, važno je da se podsetimo da ga većina običnih biologa nikada nije primetila. Većina biologa su poštene, vredni naučnici koji insistiraju na tačnoj prezentaciji činjenica, ali koji retko izlaze van sopstvenih oblasti. Istina o ikonama evolucije će ih iznenaditi isto toliko koliko iznenađuje i sve druge. Mnogi od ovih biologa veruju u Darvinovu evoluciju zato što je to ono što su naučili iz svojih udžbenika. Drugim rečima, obmanuti su istim pogrešnim predstavama koje su obmanule opštu javnost.

Ovi biolozi pate od "efekta specijaliste" - njihova stručnost je ograničena na pojedinačnu oblast. Pre nekoliko godina, profesor prava sa Berklija i kritičar darvinizma, Filip E. Džonson, diskutovao je o evoluciji sa jednim poznatim citologom. Biolog je insistirao da je Darvinova evolucija u opštem smislu tačna, ali je priznao da ne može da objasni nastanak ćelije. "Da li vam je palo na pamet", rekao je Džonson, "da je ćelija jedina stvar o kojoj sve znate?" - nagoveštavajući da kada bi znao više o drugim oblastima shvatio bi da Darvinova evolucija takođe ne radi ni u njima. Tako je sa mnogim biologima - shvataju da Darvinova evolucija ne može adekvatno da objasni ono što znaju u sopstvenim oblastima, ali pretpostavljaju da objašnjava ono što ne znaju u drugim.

Tako da iako većina biologa možda smatra sebe darvinistima, u većini slučajeva to je zato što veruju onome što im govore njihove dogmatičnije kolege. Šta je sa samim dogmatičarima? Da li oni takođe mogu da tvrde da su nevine žrtve efekta specijaliste? Ili se dešava nešto drugo?

Reč "p"

Prevara je prljava reč. U svojoj knjizi iz 1982. godine, "Izdajnici Istine: Prevara i obmana u holovima nauke" (*Betrayers of the Truth: Fraud and Deceit in the Halls of Science*), Vilijam Broud (William Broad) i Nikolas Vejd (Nicholas Wade) prave razliku između namerne prevare i nesvesne samoobmane. Svesno falsifikovanje podataka je primer za prvo, ali je relativno retko. Nesvesna manipulacija podacima od strane istraživača koji su ubeđeni da već znaju istinu, jeste primer za drugo, i mnogo je češće. Postoji kontinuitet između prevare i samoob-

mane, i najveći broj slučajeva pogrešnog predstavljanja nalazi se negde između njih.

Neki pisci udžbenika, kao što je Daglas Futujama, mogu čak da ne znaju da su jedna ili više ikona evolucije pogrešne. Futujama može razumljivo da bude kritikovan za neznanje - naročito pošto bi trebalo da je stručnjak za tu temu - ali, neznanje nije svesna obmana.

Šta je sa Stefanom Džej Guldom, istoričarom nauke koji je decenijama znao za Hekelove falsifikovane crteže embriona? Svo to vreme, studenti koji su prolazili kroz Guldove časove učili su biologiju iz udžbenika koji su verovatno koristili Hekelove embrione kao dokaz za evoluciju. Ipak, Guld nije ništa učinio da ispravi situaciju dok se drugi biolog nije požalio na to 1999. godine. Čak i tada, Guld je krivio pisce udžbenika za grešku, i okarakterisao potkazivača (biohemičara sa Leig Univerziteta) kao "zastupnika stvaranja". Ko ovde nosi najveću odgovornost - pisci udžbenika koji su nesvesno reciklirali falsifikovane crteže, ljudi koji su se žalili na njih, ili svetski poznati stručnjak koji uobraženo gleda sa strane dok njegove kolege nesvesno postaju saučesnici u onome što on sam naziva "akademski ekvivalent ubistvu"?

Otkriće da je priča o biberastim moljcima sa manama došla tek nedavno, upoređujući sa istinom o Hekelovim embrionima, čini da možda nekim piscima može da se oprostimo što nastavljaju da ih koriste. Ipak, svaki biolog koji radi na biberastim moljcima znao je više od decenije da moljci ne odmaraju na stablima drveća i da su slike u udžbenicima iscenirane. Ako nauka ispravlja samu sebe, zašto stručnjaci nisu preuzeli inicijativu da se falsifikovane fotografije sklone iz udžbenika?

Šta je sa piscima udžbenika koji su *znali* da izvrću istinu? Kao što smo videli u poglavlju o biberastim moljcima, Kanadanin Bob Riter (pretpostavljajući da je tačno citiran u časopisu *Alberta Report Newsmagazine*) je znajući uključio iscenirane slike u svojim biološkim udžbenicima. "Koliko zbunjujuće hoćete da to učinite nekom ko prvi put to uči?" pitao je Riter. "Želimo da predstavimo ideju selektivne adaptacije." Riter je znao da pogrešno predstavlja istinu, ali se branio time da ilustruje osnovni princip. Da li je opravdano da se ilustruje princip - čak i tačan princip - sa ikonom za koju se zna da je pogrešna? Da li skrivena ubeđenja opravdavaju otvorene obmane?

Kada su paleontolozi objavili zvaničan opis roda *Bambiraptor* u martu 2000. godine, ukrasili su životinju sa zamišljenim perjem. Znali su da te strukture nisu nađene sa fosilom, pa ipak je jedina indikacija toga u njihovoj publikaciji bila nejasna fraza u naslovu slike. Kada kineski trgovac fosilima zalepi dva različita skeleta da bi izgledali kao jedna životinja, on čini prevaru. Kada paleontolog stavlja perje na dinosaurusu

da bi izgledao kao ptica, da li nejasna fraza čini njihovo delo mnogo boljim?

Ovo su teška pitanja, sa potencijalno ozbiljnim posledicama za biologe. Čime treba da se rukovodimo prilikom odgovaranja na njih?

Loše ponašanje naučnika i berzanska prevara

Prema harvardskom biologu, Luisu Gueninu (Luis Guenin), američki zakoni obezbeđuju "naš najbogatiji izvor iskustvenog rukovođenja" prilikom definisanja šta sačinjava naučno loše ponašanje. "Glavni koncept ovde je iskrenost", pisao je Guenin u časopisu *Nature*, 1999. godine, "karakteristika da se u datoj prilici ne izjavljuje ništa za šta se misli da je pogrešno ili obmanjujuće. Mi opisujemo prekide iskrenosti kao prevaru". Guenin je nastavio: "Istraživač proizvodi i izdaje poverenje slušaoca poručujući 'ja verujem u to', a verujući da je pogrešna tvrdnja pogrešna ili da je obmanjujuće izostavljanje obmanjujuće."

Kao što smo videli, prosečna veličina kljuna kod jedne vrste Darwinovih zeba povećala se 5% za vreme velike suše, i autori knjžice sa preporukom Nacionalne akademije nauka tvrdili su da "ako se suše javljaju otprilike jednom na svakih deset godina na tim ostrvima, nova vrsta zebe bi mogla da nastane za samo 200 godina". Međutim, autori ove knjžice su izostavili činjenicu da se prosečna veličina kljuna vratila na normalnu kada se suša završila. Profesor prava sa Berklija, Filip E. Džonson, ovo je nazvao "vrsta izvrtanja koja bi odvela berzanskog promotera u zatvor".

Ako zakoni obezbeđuju naše najbolje rukovođenje prilikom određivanja lošeg ponašanja u nauci, onda je analogija odgovarajuća. Berzanski promoter koji govori svojim klijentima da može da se očekuje da određene akcije udvostruče vrednost za dvadeset godina zato što su porasle za 5% 1998. godine, ali sakriva činjenicu da su iste akcije opale za 5% 1999. godine, može da bude optužen za prevaru. Američki zakoni propisuju oštre kazne za svakog ko namerno pogrešno navodi ili izostavlja materijalne činjenice u transakcijama.

Šta je sa naučnicima koji znajući daju netačne izjave ili čine obmanjujuća izostavljanja, ali veruju da sveukupni efekat nije obmanjujući zato što podučavaju "dublju istinu"? Da li predanost pretpostavljenoj dubljoj istini opravdava svesnu obmanu? Takvo opravdanje verovatno ne bi pomoglo berzanskom promoteru. Po federalnom zakonu, berzanski promoter nije opravdan za pogešno navođenje činjenica samo zato što on ili ona duboko veruje da je kompaniji suđeno da napreduje. Berzanski promoter čini prevaru pogrešno predstavljajući istinu, bez

obzira na njegova ili njena duboka ubeđenja. Zar ne bi trebalo i za naučnike da važi takav standard?

Prevara je prljava reč i ne bi trebala da se olako koristi. U slučajevima opisanim u ovoj knjzi, dogmatični promoteri darvinizma nisu videli sebe kao obmanjivače. Ipak, oni su ozbiljno izvrtali činjenice - često svesno. Ako je to prevara kada je čini berzanski promoter, šta je to kada je čine naučnici?

Naravno, postoje razlike između berze i nauke. Ali, nauka je traganje za istinom, pa bi bar trebalo da važe viši standardi nego kod trgovine akcijama. Ako ikone evolucije izvrću istinu, ne bi trebali da ih koristimo za predavanje biologije studentima. Ipak, dogmatični darvinisti su iskorisćavali njihovu moć ubeđivanja do tog stepena da bi učinili da demagozi i reklamni promoteri pocrvene.

To nije ono na šta smo navođeni da očekujemo od naučnika. Iako smo sada naviknuti na prevrtljive doktore u politici i reklamiranju, sa pravom smatramo da naučnici imaju više standarde iskrenosti. Promoteri ikona evolucije nazivaju sebe braniocima istine, opkoljenim (bar u Americi) mračnim silama neznanja i religioznog fundamentalizma. Očigledno, oni nisu ono za šta se izdaju.

Da su promoteri Darwinove evolucije samo izvrtali istinu, i to bi bilo dovoljno loše. Ali, oni se nisu tu zaustavili. Sada dominiraju biološkim naukama u engleskom govornom području sveta i koriste svoju dominantnu poziciju da cenzurišu različita gledišta.

Darvinistička cenzura

Kao što smo videli u pristupu "naprslog kotlića" Kevina Paladina biologiji, dogmatični darvinisti počinju namećući usku interpretaciju činjenica i objavljujući da je to jedini način bavljenja naukom. Kritičari se zatim proglašavaju za nenaučne, njihovi članci se odbijaju od strane vodećih časopisa, čijim uredničkim odborima dominiraju dogmatičari; kritičarima se uskraćuje finansiranje vladinih agencija, koje šalju predložene svote dogmatičarima za revizije; i na kraju se kritičari progone od cele naučne zajednice.

U toku procesa, činjenice protiv darvinističkog gledišta prosto nestaju, kao svedoci protiv mafije. Ili se činjenice zakopaju u specijalističke publikacije, gde samo posvećeni istraživač može da ih pronađe. Kada su kritičari jednom učutkani i protivdokazi zakopani, dogmatičari objavljuju da nema naučnog spora o njihovoj teoriji, niti činjenica protiv nje. Koristeći takve taktike, branioci pravovernog darvinizma uspeli su da uspostave monopol nad istraživačkim sredstvima, mestima na fakultetima i časopisima u Sjedinjenim Državama.

U aprilu 2000. godine izbila je pometnja na Bejlor Univerzitetu u Teksasu oko prava naučnika da se ne slažu sa darvinizmom. Centar Majkl Polani, nazvan po istaknutom filozofu nauke, uspostavljen je šest meseci ranije od strane Univerzitetske administracije da pomaže istraživanja idejnih osnova nauke. Kada je Centar sponzorisao veliku međunarodnu konferenciju (među čijim učesnicima su bila i dva nobelovca), nastala je pometnja, zato što je fakultet saznao da je direktor centra, Vilijam Dembski (William Dembski), otvoreno kritikovao Darwinovu evoluciju.

Senat Bejlor Fakulteta odmah je glasao da se zatvori Centar Majkl Polani, žaleći se da predsednik Univerziteta, Robert Sloan, nije dobio njihovo odobrenje da ga otvori. A Sloan je istakao da su i drugi centri stvarani na isti način za vreme i pre njegove administracije, i tvrdio da je pravo pitanje ovde bilo da li "stara paradigma - darvinizam i neo-darvinizam - sme da bude izazvana". Profesor Džej Lusij (Jay Losey), predsedavajući Senata fakulteta, potvrdio je Sloanovu procenu: "Ako odbacujete ili omalovažavate evoluciju", rekao je, "onda dovodite u pitanje sav trud savremene nauke". Govorniku sa Bejlor Univerziteta, Leri Brumliju (Larry Brumley), bilo je ironično da članovi fakulteta koji tvrde da brane akademsku slobodu, u ovom slučaju su je poricali, i nazvao njihov pokušaj da zatvore Centar - "formom cenzure". Sloan je rekao da se to "graniči sa MekKartizmom". Od tada, budućnost Centra Majkl Polani je neizvesna.

Dogmatični branioци Darwinove evolucije kontrolišu ne samo većinu američkih univerziteta, već takođe snažno utiču na većinu javnih školskih sistema. Kevin Padian je predsednik ironično pogrešno nazvanog Nacionalnog centra za naučno obrazovanje (National Center for Science Education) (NSCE), koji vrši pritisak na lokalne školske oblasti da zabrane osporavanje Darwinove evolucije na časovima. (Izvršni direktor NSCE-a je bio koautor knjžice sa preporukom Nacionalne akademije iz 1998. godine o evoluciji koja je sadržala vrstu izvrtanja koja bi odvela berzanskog promotera u zatvor.) Godine 1999., kada je školska oblast u blizini Detroita htela da stavi u biblioteku srednje škole neke knjige koje su kritikovale Darvinizam, NSCE ih je izričito savetovala da to ne čine.

NCSE govori školskim odborima da "evolucija nije naučno sporna", tako da su "argumenti protiv evolucije" "signali za pokušaj da se unesu nenaučna, religijska gledišta u naučne nastavne planove". Pošto su američki sudovi objavili da je neustavno predavati religiju u javnim školama, to se iznosi kao upozorenje da školski odbori razmatraju nešto nelegalno. Ako upozorenje ne uspe, NCSE poziva Američko civilno udruženje za slobode (American Civil Liberties Union) (ACLU) kao podršku, a ACLU šalje pismo školskom odboru preteći skupom sudskom tužbom. Pošto se svaka školska oblast u zemlji već bori da sastavi

kraj sa krajem, ovo maltretiranje od strane NSCE i ACLU je bilo prilično uspešno u sprečavanju javnog kritikovanja Darwinove evolucije u učionicama državnih škola.

U Burlingtonu, u Vašingtonu, nastavnik biologije u srednjoj školi, Rodžer De Hart (Roger DeHart), predavao je evoluciju godinama, ali je dopunjavao svoje pro-darvinističke udžbenike sa gradivom koje je kritikovalo Darwinovu evoluciju sa gledišta "teorije inteligentnog dizajna". Godine 1997., ACLU je napisalo pismo lokalnom školskom odboru preteći pravnim postupkom po osnovu da je teorija inteligentnog dizajna religijska, a ne naučna. De Hart je povukao sporne materijale, ali je tražio dozvolu da obezbedi druge koji se bave naučnim problemima u Darwinovoj teoriji.

Posle dugih pregovora, De Hart je podneo za odobravanje nekoliko članaka iz vodećih naučnih publikacija. Članci su dovodili u pitanje naučnu preciznost Hekelovih embriona i priče o biberastim moljcima, koji su oboje bili nekritički predstavljeni u udžbeniku za koji se tražilo od De Harta da ga koristi. Maja 2000. godine, pod pritiskom lokalnih ACLU članova, zvaničnici škole u Burlingtonu zabranili su De Hartu da koristi te članke. Uprkos svom imenu, ACLU nije prigovaralo ovom nečuvenom aktu cenzure, jer je očigledno manje zainteresovano za odbranu civilnih sloboda nego za zaštitu Darvinizma od kritike.

Godine 1999., kada je Državni odbor za obrazovanje u Kansasu razmatrao nove nastavne standarde za celu zemlju, veoma pro-darvinistički članovi dopisnog odbora predložili su devetostruko povećanje u zastupljenosti evolucije u poređenju sa standardima iz 1995. godine. Zahtevali su da se evolucija učini jednim od "ujedinjujućih pojmova i procesa" nauke, na istom nivou sa osnovnim kategorijama kao što su "organizacija", "objašnjenje", "merenje" i "funkcija". Takođe su želeli da studenti "shvate" da su evolucione promene velikih razmera objašnjene prirodnom odabiranjem i genetičkim promenama.

Odbor Kansasa je povećao zastupljenost evolucije petostruko u odnosu na prethodne standarde, ali je odbacio zahtev dopisnog odbora da ugrade biološku evoluciju kao ujedinjujući pojam nauke. Neki članovi odbora su hteli da uključe darvinističko objašnjenje za evoluciju velikih razmera, ako se studentima izlože i činjenice protiv njih; ali kada su pro-darvinistički članovi odbora odbili da se slože s tim, tema je izostavljena. Nezadovoljni ishodom, darvinisti su obavestili glavne informativne medije da je Odbor eliminisao evoluciju u potpunosti. Neki izveštaji u vestima tvrdili su čak - potpuno netačno - da je Kansas zabranio predavanje evolucije ili ovlastio predavanje biblijskog koncepta stvaranja.

U nacionalnoj raspravi koja je usledila, Herbert Lin (Herbert Lin) iz Nacionalnog istraživačkog saveta (podružnica Nacionalne akademije nauka), pisao je časopisu *Science*, predlažući da američki koledži i

Univerziteti treba da objave "svoje odbijanje da vrednuju kao akademski predmet bilo koji biološki kurs u srednjoj školi predavan u državi Kansas". Sledećeg meseca, urednik časopisa *Scientific American*, Džon Reni (John Reni), predložio je da komiteti za prijem na koledže kažu školskim zvaničnicima iz Kansasa da će "kvalifikacije svih studenata koji se prijavljuju iz te države u budućnosti morati da budu razmotrene vrlo pažljivo. Pošaljite jasnu poruku roditeljima iz Kansasa da njihove loše odluke nose posledice za njihovu decu". Očigledno, za Lina i Renija, potreba za nametanje darvinizma opravdava akademski ekvivalent držanja dece za taoce.

Istina je da iznenađujući broj biologa prikriveno sumnja ili odbacuje neke od glavnih tvrdnji Darwinove evolucije. Ali - bar u Americi - moraju da drže usta zatvorena ili rizikuju osudu, marginalizaciju, i na kraju isterivanje iz naučne zajednice. Ovo se dešava retko, ali dovoljno često da podseti sve da je rizik realan. I pored toga, postoji rastući broj prikrivenih biologa koji su razočarani cenzurom suprotnih gledišta od strane darvinista. Kada izolovani disidenti počnu da shvataju koliko puno njihovih kolega oseća isto, sve više i više njih će početi da govori glasno.

U idealnom slučaju, biolozi će onda početi da čiste sopstvenu kuću. Iako je Nacionalna akademija nauka objavila knjižice o evoluciji koje otvoreno pogrešno predstavljaju evoluciju, to ne znači da većina njenih članova odobrava prikrivanje ili izvrtnje naučnih činjenica. Izgleda verovatnije da je relativno mala grupa u Nacionalnoj akademiji - čak i sa odobrenjem sadašnjeg predsednika, pisca udžbenika Brusa Alberta - iskoristila reputaciju Akademije da promoviše darvinističku dogmu. Kada jednom ugledni naučnici koji čine Nacionalnu akademiju shvate šta se radi u njihovo ime, oni će verovatno preduzeti korake da se ispravi zloupotreba.

Ali, možda i neće. Svim Amerikancima - uključujući i one u Nacionalnoj akademiji nauka - garantovano je pravo da veruju ili govore kako odluče. Naučnici bi bili u potpunosti u okviru svojih ustavnih prava ako odluče da nastave podržavanje sadašnjeg darvinističkog establišmenta i njegovo izvrtnje istine. Međutim, ako nemaju vašu saglasnost, nisu ovlašteni da rade to sa vašim novcem.

To je vaš novac

Ako ste poreski obveznik, većina finansijske podrške za darvinistički establišment i njegovo cenzurisanje suprotnih gledišta dolazi iz vašeg džepa. Ogromna većina istraživanja koja vrše darvinisti u Sjedinjenim Državama finansirana je od strane agencija Federalne vlade, prven-

stveno od Nacionalnog Instituta zdravlja (National Institutes of Health) (NIH) i Nacionalne naučne fondacije (National Science Foundation) (NSF); a veliki deo finansiranja za istraživanja nastanka života dolazi od Nacionalne vazduhoplovne i svemirske administracije (National Aeronautics and Space Administration) (NASA).

Godine 2000., budžet za NIH bio je skoro 18 milijardi dolara; za NSF, skoro 4 milijarde; a za NASA, više od 13 milijardi. Veliki deo od tih 35 milijardi dolara otišao je na legalna istraživanja o drugim stvarima, ali je značajni deo toga otišao na istraživanje darvinističke evolucije. Na žalost, može biti teško američkim poreskim obaveznici da odrede koliko se tačno njihovog novca troši na takva istraživanja. Prema evolucionom biologu Daglasu Futujami, "pričalo se da je Nacionalna naučna fondacija, osetljiva na posmatranje kongresmenških psa čuvara, preporučila da se reč 'evolucija' ne koristi u naslovima izvoda i molbi za novčana sredstva".

Bez obzira da li su ove glasine tačne ili ne, nema sumnje da Amerikanci plaćaju većinu darvinističkih istraživanja rađenih u Sjedinjenim Državama. Ako sumnjate u to, prosto uzmite biološki časopis u univerzitetškoj biblioteci, nađite neke članke koji se bave evolucijom i pogledajte zahvalnice. Većina članaka o evoluciji, koje su objavili Amerikanci, zahvaljuje na finansijskoj podršci agencijama NIH, NSF ili NASA.

Naravno, istraživanje - čak i istraživanje o evoluciji - nije loša stvar. Ali, kao što smo videli u nekoliko ikona evolucije, često se za podatke tvrdi da podržavaju evolucionu teoriju čak i kada joj protivreče. Ako članak u vodećem časopisu saopštava činjenice koje se ne slažu sa Darwinovom evolucijom, dešava se da ih autori tumače suprotno i svejedno brane pravovernu poziciju - inače bi njihov članak mogao da ne bude nikada objavljen. I to rade sa vašim novcem.

Poreski novac pomaže ne samo članke časopisa, već i profesorske karijere ljudi koji ih pišu. Kada sledeći put vidite skorašnje izdanje časopisa *Science*, uzmite ga i pogledajte oglase za posao na kraju. Kod većine konkursa za poslove predavanja biologije na koledžima, očekuje se da imaju (ili da može da dobije) "spoljašnje" i "vanredno" finansiranje u obliku istraživačkih donacija, od kojih većina dolazi od američke vlade. Kada se jednom kandidat primi, institucija uzima debelo parče kolača da podmiri svoje troškove. To su škole gde se budući biolozi uče lažima i kružnom rezonovanju pod maskom nauke. Čak i ako nemate decu koja su u uzrastu za koledž, vaši porezi pomažu te institucije i dogmatične darviniste koji predaju u njima.

Federalna pomoć za istraživanje i predavanje nije jedini način na koji ste prinuđeni da pomažete ono što predstavlja masivnu indoktrinacijsku kampanju od strane dogmatičnih darvinista. Kroz vaše državne i lokalne

poreze plaćate državni univerzitetski sistem, koledže lokalnih zajednica i državne škole, koji svi podučavaju ikone evolucije kao da su činjenice. Ako sumnjate u to, pogledajte njihove udžbenike. Srednjoškolski udžbenici uglavnom koštaju preko 40 dolara, zato što sadrže puno slika u boji. Sada kada ste pročitali istinu o ikonama evolucije, svratite do vaše lokalne škole i vidite kako vaši dolari od poreza rade za vas.

Ako šaljete sina ili ćerku na koledž, nešto vašeg novca može takođe da ide na biološke udžbenike za koledž, od kojih većina košta preko 75 dolara. Ako se ovi udžbenici bave evolucijom, možete da se kladite da sadrže bar neke od ikona opisanih u ovoj knjizi. Kada saberete federalnu i državnu poresku pomoć za istraživanja i podučavanje, državne i lokalne pare koje se troše na biološke udžbenike, i porodičnu pomoć studentima, možete da vidite da darvinistički establišment prima desetine milijardi dolara godišnje od američkog naroda.

Šta možete da učinite u vezi toga?

Ako se protivite da podržavate dogmatične darviniste koji pogrešno predstavljaju istinu da bi se zadržali na vlasti, mogle bi da postoje stvari koje možete da učinite u vezi toga. Jedna mogućnost jeste da zahtevate kongresna saslušanja o načinu na koji se federalni novac raspoređuje od strane NIH, NSF i NASA. Kada je harvardski biolog Luis Guenin pisao da "opisujemo prekiđe iskrenosti kao obmanu", takođe je napisao da bi "vlada mogla opravdano da izjavi da onaj koji se ponizi dotle da obmanjuje u potrazi za sredstvima, odaje takav nedostak dostojanstva da bi dalja pomoć bila rasipanje državnih sredstava". Naučnici koji namerno izvrću činjenice treba da se isključe iz dobijanja državnih sredstava.

Kao što smo videli, Nacionalna akademija nauka objavljuje knjižice koje pogrešno predstavljaju činjenice za evoluciju. Iako Nacionalna akademija nije vladina agencija, ona dobija oko 85% svojih novčanih sredstava od ugovora sa federalnom vladom, i njene finansije svake godine razmatra Sudski komitet američkog Predstavničkog doma. Možda bi vaši predstavnici trebali pažljivije da pogledaju kako se i vaš novac troši.

Američki kongres je već zapazio kako dogmatični darvinisti postupaju sa disidentima u američkoj nauci. Posle međunarodne konferencije o idejnim osnovama nauke na Bejlor Univerzitetu u aprilu 2000. godine, osam naučnika sa Bejlora (tvrdeći da govore u ime celog Univerziteta) pisalo je američkom predstavniku Marku Souderu (Mark Souder) (Indijana) da bi se žalili na Centar Majkl Polani. Međutim, njihovo pismo je loše prošlo pošto ih je Souder optužio u Predstavničkom domu. "Kao Kongresu", rekao je Souder, "moglo bi biti mudro za nas da se zapi-

tamo da li zakoniti autoritet nauke oko naučnih stvari zloupotrebljavaju neke osobe koje žele da identifikuju nauku sa filozofijom koju zastupaju. Da li naučna zajednica stvarno pozdravlja nove ideje i različita mišljenja ili samo tako govori dok u stvari nameće materijalističko pravoverje?"

Državni zakonodavci bi mogli takođe da pozele da pogledaju darvinistički establišment, da odrede da li se državni porezi koriste za indoktrinaciju umesto za obrazovanje. Državni i lokalni školski odbori bi mogli da budu ohrabreni da bolje pogledaju udžbenike koje kupuju za državne škole. Udžbenici koji su već u opticaju verovatno bi nastavili da se koriste još neko vreme - konačno, bilo bi skupo zameniti ih, a većina stvari u njima je ionako razumno tačna. Ali bi školski odbori možda želeli da upozore studente na njihova pogrešna predstavljanja stavljajući upozoravajuće etikete.

Nije sva finansijska pomoć za dogmatične darviniste iznuđena od poreskih obveznika. Dobrovoljne donacije od diplomiranih kolega svojim visokoškolskim ustanovama često idu odeljenjima koja indoktriniraju studente darvinizmom, umesto da im pokažu stvarne činjenice. Kada sledeći put dobijete pismo za prikupljanje sredstava od svoje visokoškolske ustanove, možda ćete poželeti da pitate kuda će vaše pare otići.

Opasnost povezana sa narodnim revoltom protiv darvinističkog establišmenta jeste u tome da bi i beba mogla da bude izbačena sa vodom. Neophodno je zapamtiti da nauka nije neprijatelj. Državno finansirana naučna istraživanja i visoko kvalitetno naučno obrazovanje suštinski je za buduću dobrobit našeg društva. Bila bi velika tragedija ako bi neumerenosti darvinističkog establišmenta prouzrokovala javne uzvike koji bi rezultirali smanjenjem pomoći za naučna istraživanja uopšte. Zbog toga će biolozi, od kojih su većina tragaoci za istinom, a ne dogmatičri, verovatno hteti da predvode u čišćenju sopstvene kuće.

Drugi razlog za biologe da očiste svoju kuću jeste da izbegnu zamenjivanje jednog dogmatizma drugim. Neki dogmatični darvinisti bili su veoma uspešni u osiguravanju svog monopola igrajući na strah od religijskog fundamentalizma. Darvinizam je neophodan, govori nam se, zato što nas štiti od religijskih fanatika koji bi mogli da nametnu ugušujuću veru nauci. Ironično, ovi ljudi "štite" nauku od religijskog dogmatizma namećući sopstveni dogmatizam. Ipak, bila bi sramota da se njihov dogmatizam prosto zameni drugim.

Prema tome, biolozi će hteti da očiste sopstvenu kuću pre nego što javnost koja plaća porez bude morala da uradi to umesto njih, i želeće da izbegnu svaku vrstu dogmatizma. Najsigurniji i najbolji pristup bi prosto bio da obnove biološku nauku do svojih pravih osnova - činjenica.

Ništa u biologiji nema smisla osim u svetlu ČEGA?

Godine 1973., neo-darvinista Teodosijus Dobžanski, objavio je da "ništa u biologiji nema smisla osim u svetlu evolucije". Od tada, ova mak-sima Dobžanskog bila je okupljajući poziv za ljude koji misle da sve u biologiji treba da se okreće oko evolucione teorije.

Naravno, postoje neke oblasti u biologiji u kojoj darvinistička evolu-cija igra značajnu ulogu. Kao što smo videli, postoje pouzdane činjenice da su mutacije i prirodno odabiranje uslovno značajni faktori na molekularnom nivou, naročito u stvaranju bakterija otpornih na antibiotike, ili insekata i drugih štetočina otpornih na pesticide. Postoje takođe pouz-dane činjenice da prirodno odabiranje uslovno može da proizvede ograničene promene u okviru postojećih vrsta kao što su Darwinove zebe. Sigurno, svako ko hoće da razume ove fenomene bio bi nepromišljen da na osnovu njih ignoriše evolucionu teoriju.

Zastupnici darvinizma obično koriste činjenice otpornosti na antibi-otike i pesticide, i manje modifikacije u okviru vrsta, da opravdaju tvrd-nju da ekonomski značajne oblasti medicine i poljoprivrede zavise od njihove teorije. Ipak, za većinu praktičnih ciljeva darvinistička evolucija je nebitna za medicinu - čak i u bavljenju sa otpornošću na antibiotike. Lekar koji leči pacijenta sa bakterijskom infekcijom obično počinje davanjem antibiotika za koji se zna da deluje u sličnim slučajevima. Ako antibiotik ne deluje, lekar može da zatraži od laboratorijskog tehničara da identifikuje organizam koristeći biohemijske testove i odredi koji bi antibiotici bili efektivniji u borbi sa njim. Ali, ni lekaru ni tehnologu nije potrebna evoluciona teorija da dijagnostira ili leči infekciju.

Poljoprivreda je takođe bila uspešna bez pomoći darvinizma. Naravno, domaće gajenje useva i stoke je značajno, ali je poljoprivredna nauka postojala mnogo pre Darvina. Čak i kada se radi o otpornosti na pesticide, farmeri (kao i lekari) bave se sa problemima pragmatično, od slučaja do slučaja. Ironično, uprkos darvinističkom insistiranju da ništa u evoluciji nema smisla bez njih, doživeli su svoj najveći poraz ovih godina od države Kansas - doma nekih od najuspešnijih farmera u svetu.

Niko ne bi porekao da medicina i poljoprivreda postižu najbolje rezultate kada postupaju naučno. Ali, nauka nije sinonim za darvinizam - suprotno onome što bi neki dogmatični darvinisti želeli da verujemo.

Postoji puno drugih oblasti biologije koje rade prilično dobro i bez darvinističke evolucije. U stvari, u većini glavnih disciplina savremene biologije - uključujući embriologiju, anatomiju, fiziologiju, paleontologi-ju i genetiku - pioniri su bili naučnici koji nikada nisu čuli za Darwinovu evoluciju - ili koji su je (kao fon Ber) izričito odbacivali. Iako je darvi-nistički žargon postao uobičajan u ovim oblastima poslednjih godina,

obmanjujuće je i indoktrinirajuće reći da ništa u njima nema smisla osim u svetlu evolucije.

Evolucionni biolog Piter Grant (poznat po svom proučavanju Darwinovih zeba) priznao je u svom predsedničkom obraćanju Američkom društvu prirodnjaka 1999. godine, da "svi biolozi koji bi sebe nazvali prirodnjacima ne obraćaju pažnju na (maksimu Dobžanskog) ili čak ne osećaju potrebu. Na primer, jednom ekologu svet može da ima savršenog smisla, bar kratkoročno gledano, u odsustvu evolucionih raz-matranja".

Prema tome, tvrdnja da "ništa u biologiji nema smisla osim u svetlu evolucije" u praksi je netačna. Osoba može da bude prvorazredni biolog bez da je darvinista. U stvari, osoba koja odbacuje tvrdnju Dobžanskog može da bude bolji biolog od one koja je prihvata nekritički. Posebna karakteristika i najveća vrlina prirodne nauke, kako nam je rečeno, jeste njeno oslanjanje na činjenice. Neko ko počinje sa unapred zamišljenom idejom i izvrće činjenice da bi joj odgovarale, radi upravo suprotno od nauke. Ipak, to je upravo ono na šta mak-sima Dobžanskog ohrabruje ljude da rade.

Ikone evolucije su logična posledica dogme da ništa nema smisla osim u svetlu evolucije. Sve obmanjujuće tvrdnje koje smo pregledali u ovoj knjizi slede iz vrste razmišljanja predstavlja dubokom anti-naučnom početnom tačkom Dobžanskog. Primitivna atmosfera je bila strogo redukujuća. Svi organizmi su potekli od univerzalnog zajedničkog pret-ka. Homologija je sličnost usled zajedničkog porekla, embrioni kičme-njaka su najbliži na svojim najranijim stupnjevima, a ptice su pernati dinosaurusi. Biberasti moljci odmaraju na stablima drveća, prirodno odabiranje je proizvelo četrnaest vrsta Darwinovih zeba, mutacije obezbeđuju sirovu građu za morfoločku evoluciju, a ljudi su slučajni uzgredni proizvodi neusmerenih prirodnih procesa.

Kako mi znamo sve ove stvari? Na osnovu činjenica? Ne, već zato što - kako kaže Dobžanski - ništa u biologiji nema smisla osim u svetlu evolucije.

To nije nauka. To nije traganje za istinom. To je dogmatizam, i ne bi trebalo da se dozvoli da dominira naučnim istraživanjem i predavanjem. Umesto što se ikone evolucije koriste da indoktriniraju studente darvi-novom teorijom, trebalo bi da ih koristimo u učenju studenata kako teorije mogu da se ispravljaju u svetlu činjenica. Umesto da predajemo nauku u njenom najgorem obliku, trebalo bi da predajemo nauku u njenom najboljem obliku.

A nauka u svom najboljem obliku traga za istinom. Dobžanski je bio u zabludi, a u zabludi su takođe i oni koji nastavljaju da ponavljaju nje-govu antinaučnu mantru. Pravom naučniku, ništa u biologiji nema smis-la osim u svetlu činjenica.

DODATAK I

Procena deset skorašnjih udžbenika biologije

prema njihovom korišćenju određenih ikona evolucije

(Za naslove udžbenika i njihovu procenu, videti naredne strane.)

Udžbenik:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ikona:										
Miler-Urijev eksperiment	D	D	F	F	D	F	D	F	F	F
Darvinovo drvo života	F	D	D	F	F	F	F	F	F	F
Homologija udova kičmenjaka	D	D	D	D	F	F	D	F	D	D
Hekelovi embrioni	F	D	F	F	F	D	F	F	F	F
<i>Archaeopteryx</i>	C	B	D	D	D	F	D	F	F	F
Biberasti moljci	X	n/a	D	F	F	F	F	D	F	F
Darvinove zebe	F	D	D	X	D	F	F	D	F	F
ZBIRNA OCENA	D-	D+	D-	F	F	F	F	F	F	F

X = ne sadrži sliku, ali nekritički ponavlja standardnu priču u tekstu.

n/a = knjiga ne sadrži sliku, niti pominje ovu ikonu.

Zbirna ocena je srednja ocena zasnovana na A = 4, B = 3, C = 2, D = 1, F = 0 i X = 1/2.

Lista udžbenika

(Svi imaju datume izdanja od 1998. godine ili nakon toga. Knjige su poredane po abecednom redu, prema prezimenu prvog autora.)

1. Alton Biggs, Chris Kapicka & Linda Lundgren, *Biology: The Dynamics of Life* (Westerville, OH: Glencoe/McGraw-Hill, 1998).

ISBN 0-02-825431-7

2. Neil A. Campbell, Jane B. Reece & Lawrence G. Mitchell, *Biology*, Fifth Edition (Menlo Park, CA: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1999). ISBN 0-8053-6573-7

3. Douglas J. Futuyma, *Evolutionary Biology*, Third Edition (Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1998).

ISBN 0-87893-189-9

4. Burton S. Guttman, *Biology*, (Boston: WCB/McGraw-Hill, 1999).

ISBN 0-697-22366-3

5. George B. Johnson, *Biology: Visualizing Life*, Annotated Teacher's Edition (Orlando, FL: Holt, Rinehart & Winston, 1998).

ISBN 0-03-016724-8

6. Sylvia Mader, *Biology*, Sixth Edition (Boston: WCB/McGraw-Hill, 1998).

ISBN 0-697-34080-5

7. Kenneth R. Miller & Joseph Levine, *Biology*, Fifth Edition (Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2000).

ISBN 0-697-35353-2

8. Peter H. Raven & George B. Johnson, *Biology*, Fifth Edition (Boston: WCB/McGraw-Hill, 1999).

ISBN 0-697-35353-2

9. William D. Schraer & Herbert J. Stoltze, *Biology: The Study of Life*, Seventh Edition (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999).

ISBN 0-13-435086-3

10. Cecie Starr & Ralph Taggart, *Biology: The Unity and Diversity of Life*, Eighth Edition (Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company, 1998).

ISBN 0-534-53001-X

Specifični kriterijum za procenu

Generalno, za ocenu "A" potrebno je puno otkrivanje istine, rasprava o naučnim sporovima u vezi toga i priznanje da bi Darwinova teorija - kao i sve naučne teorije - možda morala da bude revidirana ili odbačena ako ne odgovara činjenicama. Ocena "F" ukazuje da se udžbenik nekritički oslanja na logičke greške, dogmatično tretira teoriju kao da je nesumnjiva činjenica, ili otvoreno pogrešno predstavlja objavljene naučne činjenice.

Miler-Urijev eksperiment

A = ne sadrži sliku ili crtež Miler-Urijeve aparature, ili je dopunjuje naslovom koji ukazuje da je eksperiment (iako istorijski interesantan) verovatno beznačajan za nastanak života zato što nije simulirao uslove na ranoj Zemlji; tekst spominje spor oko kiseonika u primitivnoj atmosferi.

feri i sadrži obimnu diskusiju o drugim problemima sa kojima se suočavaju istraživanja nastanka života, priznajući da ona ostaju nerešena.

B = ne sadrži sliku ili crtež Miler-Urijeve aparature, ili je dopunjuje naslovom koji ukazuje da je eksperiment (iako istorijski interesantan) verovatno beznačajan za nastanak života zato što nije simulirao uslove na ranoj Zemlji; tekst sadrži bar neku diskusiju o drugim problemima u istraživanju nastanka života i ne ostavlja studenta pod utiskom da su naučnici na pragu da razumeju nastanak života.

C = sadrži sliku ili crtež Miler-Urijeve aparature, ali naslov *ne* tvrdi da je Miler-Urijeve eksperiment simulirao uslove na ranoj Zemlji; prateći tekst ukazuje da eksperiment ne uspeva čak i ako se koriste druge početne mešavine, i *ne* ostavlja studenta pod utiskom da eksperiment (ili neka njegova varijanta) prikazuje kako su se gradivni blokovi života formirali na ranoj Zemlji; ne raspravlja o drugim problemima u istraživanjima nastanka života.

D = sadrži sliku ili crtež Miler-Urijeve aparature sa obmanjujućim naslovom koji tvrdi ili ukazuje da je eksperiment simulirao uslove na ranoj Zemlji; ali, prateći tekst *izričito* naglašava da to verovatno nije bio slučaj (prosto nabrajajući ostale gasove i ostavljajući da student sam uoči neslaganja, što nije dovoljno); mogao bi da ostavi studenta pod utiskom da je eksperiment (ili neka njegova varijanta) prikazao kako su se gradivni blokovi života formirali na ranoj Zemlji.

F = sadrži sliku ili crtež Miler-Urijeve aparature sa obmanjujućim naslovom koji tvrdi ili ukazuje da je eksperiment simulirao uslove na ranoj Zemlji; tekst ne spominje nedostatke eksperimenta i ostavlja studenta pod utiskom da je on prikazao kako su se gradivni blokovi života formirali na ranoj Zemlji.

Darvinovo drvo života

A = izričito tretira univerzalno zajedničko poreklo kao teoriju, a ne kao činjenicu; jasno ukazuje da kambrijumska eksplozija - "od vrha na dole", protivreči obrascu Darwinove evolucije - "od dna naviše", priznaje teoretsku mogućnost višestrukih nastanaka i odvojenih linija porekla; takođe pominje probleme sa univerzalnim zajedničkim poreklom postavljenim skorašnjim činjenicama iz molekularne filogenije.

B = izričito tretira univerzalno zajedničko poreklo kao teoriju, a ne kao činjenicu; jasno ukazuje da kambrijumska eksplozija - "od vrha na dole" protivreči obrascu Darwinove evolucije - "od dna naviše", i priznaje teoretsku mogućnost višestrukih nastanaka i odvojenih linija porekla; ali ne spominje skorašnje probleme u molekularnoj filogeniji.

C = izričito tretira univerzalno zajedničko poreklo kao teoriju, a ne kao činjenicu; raspravlja o kambrijumskoj eksploziji kao problemu za evoluciju, ali ne spominje teoretsku mogućnost višestrukih nastanaka i odvojenih linija porekla.

D = pretpostavlja istinitost univerzalnog zajedničkog porekla, a da ga ne dovodi u pitanje (i može da ga zove "činjenicom"); spominje kambrijumsku eksploziju u tekstu (kratko spominjanje u pregledu na kraju poglavlja, bez objašnjenja šta je to, što nije dovoljno), ali ne raspravlja o problemu koji ona predstavlja za Darwinovu evoluciju.

F = pretpostavlja istinitost univerzalnog zajedničkog porekla, a da ga ne dovodi u pitanje (i može da ga zove "činjenicom"); čak ni ne spominje kambrijumsku eksploziju.

Homologija udova kičmenjaka

A = definiše homologiju kao sličnost strukture i njene pozicije, i objašnjava da je to istorijski pripisivano zajedničkom arhetipu; spominje biološkog pretka kao jedno moguće značenje "arhetipa", ali priznaje da postoje i druga, i da koncept homologije nastavlja da bude sporan; jasno objašnjava da dva biološka mehanizma, predložena do sada za objašnjenje homologije (slični geni i slični razvojni putevi), nisu u saglasnosti sa činjenicama.

B = definiše homologiju kao sličnost strukture i njene pozicije usled zajedničkog arhetipa, i poistovećuje "arhetip" sa biološkim pretkom bez objašnjenja da postoje i druge mogućnosti; ukazuje da dva biološka mehanizma, predložena do sada kao objašnjenje (slični geni i slični razvojni putevi), nisu u saglasnosti sa činjenicama.

C = definiše homologiju kao sličnost strukture i njene pozicije, i navodi je kao dokaz za zajedničko poreklo; pripisuje homologiju sličnim genima ili sličnim razvojnim putevima, ali bar nagoveštava da postoje problemi sa činjenicama.

D = definiše homologiju kao sličnost strukture i njene pozicije, i navodi je kao dokaz za zajedničko poreklo; može da pripiše homologiju sličnim genima ili sličnim razvojnim putevima, ali ne spominje da se činjenice ne slažu sa tom tvrdnjom.

F = definiše homologiju kao sličnost usled zajedničkog porekla, a zatim kreće u kružno rezonovanje navodeći homologiju kao dokaz za zajedničko poreklo.

Hekelovi embrioni

A = ne koristi obmanjujuće crteže ili fotografije, i ne naziva ždrelnu kesicu "škržnim prorezima"; ističe da su embrioni kičmenjaka najbliži na sredini razvika, posle najranijih faza u kojima su različiti; priznaje to kao nerešen problem za Darwinovu evoluciju i uzima u obzir mogućnost da Darwinova teorija porekla kičmenjaka može da bude pogrešna.

B = ne koristi obmanjujuće slike ili fotografije, i ne naziva ždrelnu kesicu "škržnim prorezima"; ističe da su embrioni kičmenjaka najbliži na sredini razvika, posle najranijih faza u kojima su različiti; priznaje to kao nerešen problem za Darwinovu evoluciju, ali ne uzima izričito u obzir mogućnost da Darwinova teorija porekla kičmenjaka može da bude pogrešna.

C = ne koristi obmanjujuće slike ili fotografije; ističe da su embrioni kičmenjaka najbliži na sredini razvika, posle najranijih faza u kojima su različiti, ali objašnjava ovu činjenicu na način da je uskladi sa Darwinovom evolucijom; može da nazove ždrelnu kesicu "škržnim prorezima".

D = koristi prave fotografije, a ne Hekelove crteže, ali izabira one koje najbolje odgovaraju teoriji; ne spominje da su najranije faze najrazličitije i tvrdi da su rane sličnosti embriona kičmenjaka dokaz za zajedničko poreklo i Darwinovu evoluciju; može da nazove ždrelnu kesicu "škržnim prorezima".

F = koristi Hekelove crteže (ili njihovu prerađenu verziju), a da ne spominje razlike u najranijim fazama; tvrdi da su rane sličnosti embriona kičmenjaka dokaz za zajedničko poreklo i Darwinovu evoluciju; može da nazove ždrelnu kesicu "škržnim prorezima".

Archaeopteryx: karika koja nedostaje

A = objašnjava da je status roda *Archaeopteryx* kao prelazne karike između gmizavaca i ptica sporan; ukazuje da savremene ptice verovatno nisu potekle od njega; spominje spor oko toga da li su se ptice razvile od dinosaurusu ili od neke primitivnije grupe; ističe da se pretpostavljeni predak roda *Archaeopteryx* pojavljuje u fosilnom zapisu tek navodno desetinama miliona godina posle njega.

B = objašnjava da je status roda *Archaeopteryx* kao prelazne karike između gmizavaca i ptica sporan; ukazuje da savremene ptice verovatno nisu potekle od njega; spominje spor oko toga da li su se ptice razvile od dinosaurusu ili od neke primitivnije grupe; ali ne ukazuje da se pretpostavljeni predak roda *Archaeopteryx* pojavljuje u fosilnom zapisu tek navodno desetinama miliona godina posle njega.

C = objašnjava da je status roda *Archaeopteryx* kao prelazne karike između gmizavaca i ptica sporan; ukazuje da savremene ptice verovatno nisu potekle od njega; ali ne spominje spor oko toga da li su se ptice razvile od dinosaurusu ili od primitivnije grupe.

D = predstavlja rod *Archaeopteryx* kao prelaznu kariku između gmizavaca (ili dinosaurusu) i savremenih ptica; ne ukazuje da savremene ptice verovatno nisu potekle od njega, ali bar nagoveštava da postoji spor oko njegovog porekla ili njegovog prelaznog statusa.

F = predstavlja rod *Archaeopteryx* kao prelaznu kariku između gmizavaca (ili dinosaurusu) i savremenih ptica; ne ukazuje da savremene ptice verovatno nisu potekle od njega, i čak ni ne nagoveštava da postoji spor oko njegovog porekla ili njegovog prelaznog statusa.

Biberasti moljci

A = koristi fotografije moljaca sa njihovih prirodnih mesta za odmor; ne koristi iscenirane fotografije moljaca na stablima drveća (osim kao ilustraciju kako je klasična priča bila pogrešna); jasno raspravlja nerešene probleme sa Ketlevelovim eksperimentima i klasičnom pričom, i ukazuje da ti problemi stvaraju ozbiljne sumnje u vezi toga da li biberasti moljci obezbeđuju direktan dokaz za prirodno odabiranje.

B = koristi fotografije moljaca sa njihovih prirodnih mesta za odmor; ne koristi iscenirane fotografije moljaca na stablima drveća (osim kao ilustraciju kako je klasična priča bila pogrešna); spominje nerešene probleme sa Ketlevelovim eksperimentima i klasičnom pričom, ali ne razmatra mogućnost da biberasti moljci ne obezbeđuju direktan dokaz za prirodno odabiranje.

C = koristi iscenirane fotografije, ali jasno objašnjava da su bile iscenirane zato što moljci ne odmaraju na stablima drveća u divljini; opisuje Ketlevelove eksperimente, ali ukratko spominje da su i oni i klasična priča - sada pod sumnjom.

D = koristi iscenirane fotografije bez spominjanja da pogrešno predstavljaju prirodnu situaciju; ali prateći tekst bar nagoveštava da postoje problemi sa Ketlevelovim eksperimentima ili klasičnom pričom.

F = koristi iscenirane fotografije bez spominjanja da pogrešno predstavljaju prirodnu situaciju; opisuje Ketlevelove eksperimente kao demonstraciju prirodnog odabiranja, a da ne spominje mane ili probleme sa klasičnom pričom.

Darvinove zebe

A = izričito ukazuje da su galapagoske zebe imale malo toga sa formulacijom Darvinove teorije; objašnjava da odabiranje kljunova zeba osciluje između vlažnih i suvih godina, ne proizvodeći neto evolucionu promenu; ukazuje *i* da su geni koji utiču na kljunove zeba nepoznati, *i* da su hibridi između nekoliko vrsta sposobniji od njihovih roditelja, nagoveštavajući da se te vrste možda sada spajaju.

B = izričito ukazuje da su galapagoske zebe imale malo toga sa formulacijom Darvinove teorije; objašnjava da odabiranje kljunova zeba osciluje između vlažnih i suvih godina, ne proizvodeći neto evolucionu promenu; ukazuje *ili* da su geni koji utiču na kljunove zeba nepoznati, *ili* da su hibridi između nekoliko vrsta sposobniji od njihovih roditelja, nagoveštavajući da se te vrste možda sada spajaju.

C = opisuje galapagoske zebe kao dobar primer adaptivne radijacije (nastanka vrsta prirodnim odabiranjem); ali ističe *i* da odabiranje kljunova zeba osciluje između vlažnih i suvih godina, *i* da zebe nisu igrale značajnu ulogu u formulaciji Darvinove teorije.

D = opisuje galapagoske zebe kao dobar primer adaptivne radijacije (nastanka vrsta prirodnim odabiranjem); ali ističe *ili* da odabiranje kljunova zeba osciluje između vlažnih i suvih godina, *ili* da zebe nisu igrale značajnu ulogu u formulaciji Darvinove teorije.

F = opisuje galapagoske zebe kao dobar primer adaptivne radijacije (nastanka vrsta prirodnim odabiranjem); ali ne spominje da odabiranje kljunova zeba osciluje između vlažnih i suvih godina, i ukazuje da su zebe igrale značajnu ulogu u formulisanju Darvinove teorije.

DODATAK II

Predložene upozoravajuće oznake za udžbenike biologije

Biološki udžbenici sadrže bogatstvo dragocenih informacija. Samo zato što pogrešno predstavljaju činjenice za evoluciju, ne znači da je sve što sadrže netačno. Postojeći udžbenici mogu, i treba da se koriste dok objavljuju ne izađu sa ispravljenim. U međuvremenu, studenti treba da budu upozoreni, gde je neophodno, da njihove knjige pogrešno predstavljaju istinu. Upozoravajuće oznake, kao što su ove dole, mogu da se koriste u tu svrhu, ali treba da budu primenjene samo od strane, ili po nalogu, vlasnika knjige.

UPOZORENJE: Miler-Urijev eksperiment verovatno nije simulirao Zemljinu ranu atmosferu; on ne prikazuje kako su nastali gradivni blokovi života.

UPOZORENJE: Darvinovo drvo života ne odgovara fosilnom zapisu kambrijumske eksplozije, a molekularne činjenice ne podržavaju prosti obrazac razgranatog drveta.

UPOZORENJE: Ako se homologija definiše kao sličnost usled zajedničkog porekla, ne može da se koristi kao dokaz za zajedničko poreklo; šta god da je prouzrokuje, to nisu slični geni.

UPOZORENJE: Ove slike čine da embrioni kičmenjaka izgledaju sličnije nego što stvarno jesu; nije tačno da su embrioni kičmenjaka najsličniji na svojim najranijim stupnjevima.

UPOZORENJE: *Archaeopteryx* verovatno nije predak savremenih ptica, a sami njegovi preci ostaju veoma sporni; sada se traže druge nedostajuće karike.

UPOZORENJE: Biberasti moljci ne odmaraju na stablima drveća u divljini, a fotografije koje ih prikazuju na stablima drveća su iscenirane; Kettlelovi eksperimenti se sada dovode u pitanje.

UPOZORENJE: Galapagoske zebe nisu inspirisale Darvina na ideju o evoluciji, a oscilujuće odabiranje njihovih kljunova ne proizvode neku primetnu neto evolucionu promenu.

UPOZORENJE: Vinske mušice sa četiri krila moraju veštački da se odgajaju, a njihovim dodatnim krilima nedostaje muskulatura; ovi onesposobljeni mutanti nisu sirova građa za evoluciju.

UPOZORENJE: Činjenice o fosilnim konjima ne opravdavaju tvrdnju da je evolucija neusmerena, i zasnovana je na materijalističkoj filozofiji, a ne na empirijskoj nauci.

UPOZORENJE: Teorije o poreklu čoveka sa subjektivne i sporne, i oslanjaju se na malo činjenica; svi crteži "predaka" su hipotetični.

Literatura

Poglavlje 1: Uvod

Uvodni citati su iz: Linus Pauling, *No More War!* (New York: Dod, Mead & Company, 1958), p. 209; Bruce Alberts, "Science and Human Needs," izneseno na 137th Annual Meeting of the National Academy of Sciences, Washington, DC, May 1, 2000, koji se mogu naći na veb adresi: www4.nationalacademies.org/nas/na; Roger Lewin, *Bones of Contention*, Second Edition (Chicago: The University of Chicago Press, 1997), p. 318.

Disciplinovanost nauke

Citati iz knjižice sa preporukom Nacionalne akademije nauka (National Academy of Sciences) o prirodi nauke su iz: *Teaching About Evolution and the Nature of Science* (Washington, DC: National Academy Press, 1998); redosled kojim se pojavljuju ovde je poglavlje 5, str. 5; poglavlje 4, str. 8; poglavlje 3, str. 10. Knjižica je dostupna na adresi: www.nap.edu/readingroom/books/evolution98.

Referenca za Bekona je iz: Francis Bacon, *Novum Organum, or True Suggestions for the Interpretation of Nature*, Aphorisms, Book I, p. 129.

Potreba za javnim proveravanjem

Citati od Džefersona, i o njemu, su iz knjižice Nacionalne akademije *Teaching About Evolution and the Nature of Science* (1998), Preface, p. 1.

Citat Grahama je iz: U.S. District Judge James Graham, "Government Shouldn't Choose Sides in Evolution Debate," *The Columbus (Ohio) Dispatch* (May 13, 2000), p. 11a.

Šta je evolucija?

Citati iz knjižice Nacionalne akademije iz 1998. godine koji se bave značenjem evolucije su iz poglavlja 5, str. 1. Uprkos prestižnom pokroviteljstvu pod kojim su pisali, autori knjižice Nacionalne akademije upotreбили su uobičajne izgovore u njihovoj odbrani evolucije. Na primer: "Evolucija u svom najširem smislu objašnjava da je ono što mi vidimo danas drugačije od onog što je postojalo u prošlosti." I takođe: "Nema debate u naučnoj zajednici oko toga da li se evolucija dogodila, i nema dokaza da se evolucija nije desila" (Chapter 1, p. 1; Chapter 1, p. 3).

Studenti biologije su ponekad ohrabreni da odgovore na kritike Darwinove evolucije izbegavajući sporno pitanje: "Kada čujete nekog da se pita da li se 'evolucija' dogodila", pisali su Sisi Star i Ralf Tagart (Ralph Taggart) u njihovom udžbeniku biologije iz 1998, "podsetite sebe da evolucija prosto znači *genetske promene kroz vreme*. Praksa selektivnog uzgoja daje obilan, opipljiv dokaz da se nasledne promene stvarno događaju". Iz: Cecie Starr and Ralph Taggart, *Biology: The Unity and Diversity of Life*, Eight Edition (Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company, 1998), p. 281 (naglašeno u originalu).

U ovom i sledećim poglavljima, svi citati iz Darwinovih knjiga *Origin of Species* i *The Descent of Man*, su iz Modern Library Reprint Edition (New York: Random House, 1936). Bilo je šest izdanja knjige *The Origin of Species*, od 1859. do 1872. godine, i razlike među njima otkrivaju interesantne stvari o Darwinovom intelektualnom putovanju, ali (osim u kratkim referencama u poglavlju o Hekelovim embrionima) ova knjiga se ne bavi njima. Pošto broj strana varira od izdanja do izdanja, svi citati u ovoj knjizi navode poglavlje, kao i broj strane. Citati u ovom Uvodu (po redosledu kojim se pojavljuju) su iz *The Origin of Species*, Conclusion (Chapter XV), p. 373; Introduction, p. 14.

Ikone evolucije

Citat Stefana Džej Gulda je iz: *Wonderful Life* (New York: W.W. Norton, 1989), p. 28. Ovo je deo epigrafa na početku ove knjige.

Poglavlje 2: Miler-Urijev eksperiment

Komentar Čarlsa Darvina o "toploj maloj bari" bio je u pismu iz 1871. godine, preštampanom u Francis Darwin (izdavač), *The Life and Letters of Charles Darwin* (New York: D. Appleton, 1887), 1887), Vol. 2, p. 202. Videti takođe: A. I. Oparin, *Origin of Life* (Moscow, 1924; prevedeno od

strane S. Morgulis i izdato od strane Macmillan 1938); J. B. S. Haldane, *Rationalist Annual* 148 (1928), pp. 3-10.

Miler-Urijev eksperiment

Harold Urey, "On the Early Chemical History of the Earth and the Origin of Life," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 38 (1952), pp. 351-363; Stanley Miller, "A Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions," *Science* 117 (1953), pp. 528-529. Videti takođe: Stanley Miller and Harold Urey, "Organic Compound Synthesis on the Primitive Earth," *Science* 130 (1959), pp. 245-251.

Da li u primitivnoj atmosferi zaista nije bilo kiseonika?

Za izvor o Zemljinoj primitivnoj atmosferi, videti: Harrison Brown, "Rare Gases and the Formation of the Earth's Atmosphere," pp. 258-266 u Gerard P. Kuiper (izdavač), *The Atmospheres of the Earth and Planets*, Revised Edition (Chicago: The University of Chicago Press, 1952); Heinrich D. Holland, "Model of the Evolution of the Earth's Atmosphere," pp. 447-477 u A. E. J. Engel, Harold L. James, and B. F. Leonard (izdavači), *Petrologic Studies: A Volume in Honor of A. F. Buddington* (Geological Society of America, 1962), pp. 448-449; Philip H. Abelson, "Chemical Events on the Primitive Earth," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 55 (1966), pp. 1365-1372.

Za argumente bazirane na teoretskim posledicama fotodisocijacije, videti: L. V. Berkner and L. C. Marshall, "On the Origin and Rise of Oxygen Concentration in the Earth's Atmosphere," *Journal of the Atmospheric Sciences* 22 (1965), pp. 225-261; R. T. Brinkmann, "Dissociation of Water Vapor and Evolution of Oxygen in the Terrestrial Atmosphere," *Journal of Geophysical Research* 74 (1969), pp. 5355-5368; J. H. Carver, "Prebiotic atmospheric oxygen levels," *Nature* 292 (1981), pp. 136-138; James F. Kasting, "Earth's Early Atmosphere," *Science* 259 (1993), pp. 920-926.

O dokazu o uranitu, videti: P. Ramdorh, "New observations on the ores of the Witwatersrand in South Africa and their genetic significance," *Transactions of the Geological Society of South Africa* (Annexure) 61 (1958), pp. 1-50; P. R. Simpson and J. F. W. Bowles, "Uranium mineralization of the Witwatersrand and Dominion Reef systems," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A* 286 (1977), pp. 527-548; D. E. Grandstaff, "Origin of the Uraniferous Conglomerates at Elliot Lake, Canada and Witwatersrand, South Africa: Implications for Oxygen in the Precambrian Atmosphere,"

Precambrian Research 13 (1980), pp. 1-26. Videti takode: James C. G. Walker, Cornelis Klein, Manfred Schidlowski, J. William Schopf, David L. Stevenson, and Malcolm R. Walter, "Environmental Evolution of the Archean-Early Proterozoic Earth," pp. 260-290 u J. William Schopf (izdavač), *Earth's Earliest Biosphere* (Princeton University Press, 1983). O značaju naslaga gvožđa, videti: James C. G. Walker, *Evolution of the Atmosphere* (New York: Macmillan, 1977), p. 262; Erich Dimroth and Michael M. Kimberly, "Precambrian atmospheric oxygen: evidence in the sedimentary distributions of carbon, sulfur, uranium, and iron," *Canadian Journal of Earth Sciences* 13 (1976), pp. 1161-1185.

O biohemijskim dokazima, videti: J. Lumsden and D. O. Hall, "Superoxide dismutase in photosynthetic organisms provides an evolutionary hypothesis," *Nature* 257 (1975), pp. 670-672. Videti takode: Kenneth M. Towe, "Early Precambrian oxygen: a case against photosynthesis," *Nature* 274 (1978): pp. 657-661; Robert M. Schwartz & Margaret O. Dayhoff, "Origins of Prokaryotes, Eukaryotes, Mitochondria, and Chloroplasts," *Science* 199 (1978), pp. 395-403. Rasprava o biohemijskim dokazima je nastavljena; videti, na primer: Jose Castresan and Matti Saraste, "Evolution of energetic metabolism: the respiration-early hypothesis," *Trends in Biochemical Sciences* 20 (1995) pp. 443-448.

Proglašavanje spora završenim

Za argumente da Miler-Urijev eksperiment opravdava pretpostavku da je primitivnoj atmosferi nedostajao kiseonik, videti: Sidney W. Fox and Klaus Dose, *Molecular Evolution and the Origin of Life*, Revised Edition (New York: Marcel Dekker, 1977), p. 44; James C. G. Walker, *Evolution of the Atmosphere* (New York: Macmillan, 1977), p. 224; S. M. Awramik et al., "Biogeochemical Evolution of the Ocean-Atmosphere System State of the Art Report," pp. 309-320 u H. D. Holland and M. Schidlowski (izdavači), *Mineral Deposits and the Evolution of the Biosphere* (Berlin: Springer-Verlag, 1982), p. 310.

Za komentar o "dogmi" videti: Harry Clemmey and Nick Badham, "Oxygen in the Precambrian atmosphere: An evaluation of the geological evidence," *Geology* 10 (1982), pp. 141-146; Touov komentar je iz: Kenneth M. Towe, "Environmental Oxygen Conditions During the Origin and Early Evolution of Life," *Advances in Space Research* 18 (1996), pp. (12)7-(12)15.

Za pregled o raspravi oko nivoa primitivnog kiseonika, videti: Charles B. Thaxton, Walter L. Bradley, and Roger L. Olsen, *The Mystery of Life's Origin: Reassessing Current Theories* (Dallas, Tx: Lewis and Stanley, 1984), Chapter 5.

Miler-Urijev eksperiment svakako nezadovoljava

Heinrich D. Holland, "Model for the Evolution of the Earth's Atmosphere," pp. 447-477 u A. E. J. Engel, Harold L. James and B. F. Leonard (izdavači), *Petrologic Studies: A Volume in Honor of A. F. Buddington* (Geological Society of America, 1962), pp. 448-449; Philip H. Abelson, "Chemical Events on the Primitive Earth," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 55 (1966), pp. 1365-1372.

Za rastući skepticizam o primitivnoj redukujućoj atmosferi, videti: Marcel Florin, "Ideas and Experiments in the Field of Prebiological Chemical Evolution," *Comprehensive Biochemistry* 29B (1975), pp. 231-260; Sidney W. Fox and Klaus Dose, *Molecular Evolution and the Origin of Life*, Revised Edition (New York: Marcel Dekker, 1977), pp. 43, 74-76. Videti takode: James F. Kasting, "Earth's Early Atmosphere," *Science* 259 (1993), pp. 920-926; Jon Cohen, "Novel Center Seeks to Add Spark to Origins of Life," *Science* 270 (1995), pp. 1925-1926; Heinrich D. Holland, *The Chemical Evolution of the Atmosphere and Oceans* (Princeton: Princeton University Press, 1984), pp. 99-100; Gordon Schlesinger and Stanley L. Miller, "Prebiotic Synthesis in Atmospheres Containing CH₄, CO, and CO₂: I. Amino Acids," *Journal of Molecular Evolution* 19 (1983), pp. 376-382; John Horgan, "In the Beginning...," *Scientific American* (February 1991), pp. 116-126; Joel Levine, "The Photochemistry of the Early Atmosphere," pp. 3-38 u Joel Levine (urednik), *The Photochemistry of Atmospheres* (Orlando, FL: Academic Press, 1985), pp. 12-14.

RNK svet?

O istoriji hipoteze o RNK svetu, videti: Kelly Kruger, Paula J. Grabowski, Arthur J. Zaug, Julie Sands, Daniel E. Gottschling, and Thomas R. Cech, "Self-Splicing RNA: Autoexcision and Autocyclization of the Ribosomal RNA Intervening Sequence of Tetrahymena," *Cell* 31 (1982), pp. 147-157; Cecilia Guerrier-Takada, Katheleen Gardiner, Terry Marsh, Norman Pace, and Sidney Altman, "The RNA Moiety of Ribonuclease P is the Catalytic Subunit of the Enzyme," *Cell* 35 (1983), pp. 849-857; Walter Gilbert, "The RNA world," *Nature* 319 (1986), p. 618.

O tome zašto RNK nije mogao da bude prvi biomolekul, videti: Klaus Dose, "The Origin of Life: More Questions than Answers," *Interdisciplinary Science Reviews* 13 (1988), pp. 348-356; Robert Shapiro, "Prebiotic Ribose Synthesis: A Critical Analysis," *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 18 (1988), pp. 71-85; Norman Pace, "Origin of Life-Facing Up to the Physical Setting," *Cell* 65 (1991), pp.

531-533; Leslie Orgel, "The origin of life-a review of facts and speculations," *Trends in Biochemical Sciences* (1998), pp. 491-495; Robert Shapiro, "Prebiotic cytosine synthesis: A critical analysis and implications for the origin of life," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 96 (1999), pp. 4396-4401.

Citati Džojša su iz Gerald F. Joyce, "RNA evolution and the origins of life," *Nature* 338 (1989), pp. 217-224; Robert Irion, "RNA Can't Take the Heat," *Science* 279 (1998), p. 1303.

Citati o trenutnom stanju istraživanja porekla života su iz: Klaus Dose, "The Origin of Life: More Questions Than Answers," *Interdisciplinary Science Reviews* 13 (1988), pp. 348-356; Leslie E. Orgel, "The origin of life: a review of facts and speculations," *Trends in Biochemical Sciences* 23 (1998), pp. 491-495; Nicholas Wade, "Life's Origins Get Murkier and Messier," *The New York Times* (Tuesday, June 13, 2000), pp. D1-D2. Videti takode: Gordon C. Mills, Malcolm Lancaster, and Walter L. Bradley, "Origin of Life and Evolution in Biology Textbooks-A Critique," *The American Biology Teacher* 55 (February, 1993), pp. 78-83.

Miler-Urijev eksperiment kao ikona evolucije

Citati časopisa i udžbenika su iz: Richard Monastersky, "The Rise of Life on Earth," *National Geographic* 193 (March 1998), pp. 54-81; Kenneth R. Miller and Joseph Levine, *Biology*, Fifth Edition (Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2000), pp. 343-344; William K. Purves, Gordon H. Orians, H.Craig Heller, and David Sadava, *Life: The Science of Biology*, Fifth Edition (Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1998), Vol. 2, pp. 519-520; Douglas J. Futuyma, *Evolutionary Biology*, Third Edition (Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1998), pp. 167,169; Bruce Alberts et al., *Molecular Biology of the Cell*, Third Edition (New York: Garland Publishing, 1994), p. 4.

Citat iz knjižice sa preporukom Nacionalne akademije nauka je u: *Science and Creationism: A View from the National Academy of Sciences*, Second Edition (Washington, DC: National Academy Press, 1999), poglavlje o "The Origin of the Universe, Earth and Life," p. 2.

Kriticizam "mitologije" je iz: Robert Shapiro, *Origins: A Sceptic's Guide to the Creation of Life on Earth* (New York: Summit Books, 1986), p. 112.

Poglavlje 3: Drvo Života

Darwin, *The Origin of Species*, Chapter XV, pp. 373, 370; Chapter IV, pp. 99-100; Chapter XV, pp. 370, 373 ; slika 3-1 je iz: Chapter IV, p. 87. Citat Majera je iz: Ernst Mayr, *One Long Argument* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1991), p. 24.

Darvinovo drvo života

Darwin, *The Origin of Species*, Chapter IV, pp. 99, 90, 91, 92-93; Chapter 15, p. 361.

Darvin i fosilni zapis

Darwin, *The Origin of Species*, Chapter X, pp. 252, 254, 255, 239.

Kambrijumska eksplozija

O navodno tri milijarde godina starim mikrofosilima, videti: J. William Schopf, and Bonnie M. Packer, "Early Archean (3.3-Billion to 3.5-Billion-Year-Old) Microfossils from Warrawoona Group, Australia," *Science* 237 (1987), pp. 70-73.

O Ediakarskim fosilima, videti: Martin F. Glaessner, *The Dawn of Animal Life* (Cambridge: Cambridge University Press, 1984); Adolf Seilacher, "Late Precambrian and Early Cambrian Metazoa: Preservational or real extinctions?" pp. 159-168, u H. D. Holland, and A. F. Trendall (urednici), *Patterns of Change in Earth Evolution* (Berlin: Springer Verlag, 1984); Gregory J. Retallak, "Were the Ediacaran fossils lichens?" *Paleobiology* 20 (1994), pp. 523-544; Stephen Jay Gould, *Wonderful Life* (New York: W. W. Norton, 1989), pp. 58-59; Simon Conway Morris, *The Crucible of Creation* (Oxford University Press, 1998), p.30.

O interpretaciji fosila Ediakara faune, videti takode: James W. Valentine and Douglas H. Erwin, "Interpreting Great Developmental Experiments: The Fossil Record," pp. 71-107, u Rudolf A. Raff and Elizabeth C. Raff (urednici), *Development as an Evolutionary Process* (New York: Alan R. Liss, 1987). O datiranju Ediakara faune, videti: John P. Grotzinger, Samuel A. Bowring, Beverly Z. Saylor, and Alan J. Kaufman, "Biostratigrafic and Geochronologic Constraints on Early Animal Evolution," *Science* 270 (1995), pp. 598-604.

Knjiga *Wonderful Life* Stefana Džej Gulda i *The Crucible of Creation* Simona Konvej Morisa, pričaju o otkriću i reanalizi fosila Bardžis gline. Videti takode: Harry B. Whittington, *The Burgess Shale*

(New Haven, CT: Yale University Press, 1985); i Simon Conway Morris and H. B. Whittington, "The Animals of the Burgess Shale," *Scientific American* 241 (July, 1979), pp. 122-133. Za neke skorašnje izveštaje o fosilima iz Čengijanga, videti: D-G. Shu, H-L. Luo, S. Conway Morris, X-. Zhang, S-X. Hu, L.Chen, J. Han, M. Zhu, Y. Li, and L-Z Chen, "Lower Cambrian vertebrates from south China," *Nature* 402 (1999), pp. 42-46; Jun-Yuan Chen, Di-Ying Huang and Chia-Wei Li, "An early Cambrian craniate-like chordate," *Nature* 402 (1999), pp. 518-522; Fred Heeren, "A Little Fish Challenges a Big Giant," *The Boston Globe* (May 30, 2000), p. E1.

O datiranju kambrijumske eksplozije, videti: Samuel A. Bowring, John P. Grotzinger, Clark E. Isachsen, Andrew H. Knoll, Shane M. Pelechaty, and Peter Kolosov, "Calibrating Rates of Early Cambrian Evolution," *Science* 261 (1993), pp. 1293-1298. Skorije procene stavljaju početak kambrijuma na navodno pre 543 miliona godina, skraćujući kambrijumsku eksploziju navodno za milion godina; John P. Grotzinger, "The Terminal Proterozoic Time Scale: Constraints on Global Correlations and Rates of Early Animal Evolution," *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 81 (1997), pp. 1954.

Citati su iz: James W. Valentine, Stanley M. Awramik, Philip W. Signor, and Peter M. Sadler, "The Biological explosion at the Precambrian-Cambrian Boundary," *Evolutionary Biology* 25 (1991), pp. 279-356, pp. 279, 281. Za dodatne opise kambrijumske eksplozije, videti: Mark A. S. McMenamin and Dianna L. Schulte McMenamin, *The Emergence of Animals: The Cambrian Breakthrough* (New York: Columbia University Press, 1990); Jere H. Lipps and Philip W. Signor (urednici), *Origin and Early Evolution of the Metazoa* (New York: Plenum Press, 1992); Jeffrey S. Levinton, "The Big Bang of Animal Evolution," *Scientific American* 267 (November 1992), pp. 84-91; J. Madeleine Nash, "When Life Exploded," *Time* (December 4, 1995), pp. 66-74.

Slika 3-4: Nazivi glavnih živih životinjskih kola, poredani po abecednom redu, su:

- (a) Annelida (kišne gliste, pijavice i dr.)
- (b) Arthropoda (insekti, krabe, stonoge, paukovi)
- (c) Brachiopoda (brahiopodi)
- (d) Bryozoa (male vodene životinje sa prstenasto raspoređenim tentakulama oko usta)
- (e) Chaetognata (streličasti crvi)
- (f) Chordata (tunikate, lanceolate, kičmenjaci)
- (g) Cnidaria (koralni, meduze, hidre)
- (h) Ctenophora (češljari)

- (i) Echinodermata (krinovi, morski ježevi, morske zvezde, morski krastavci)
- (j) Hemichordata
- (k) Mollusca (školjke, oktopodi, puževi)
- (l) Nematoda (jeguljasti crvi, valjkasti crvi)
- (m) Onychophora (mali kopneni crvi sa kratkim nogama)
- (n) Phoronida (morski crvi sa tentakulama koji žive u cevčicama)
- (o) Platyhelminthes (pljosnati crvi, metilji, pantljičare)
- (p) Pogonophora (džinovski cevasti crvi koji žive u velikim dubinama mora)
- (q) Porifera (sunderi)
- (r) Rotifera (male životinje sa krunom cilija)

Sunderi (q) su se navodno prvi put pojavili u gornjem prekambrijumu, a neki paleontolozi veruju da su se tada i Cnidaria (g) i Mollusca (k) takođe pojavili. Bryozoa (d) su navodno prvo nađeni u ordovicijumu. Sva kola koja su ovde prikazana da se javljaju u kambrijumu, javljaju se u donjem kambrijumu, osim Chaetognatha (e) i Hemichordata (j), koji su se navodno prvi put javili u srednjem kambrijumu.

Izazov Darwinovoj teoriji

Citat o "Zevsovoj glavi" je iz: Jeffrey H. Schwartz, "Homebox Genes, Fossils, and the Origin of Species," *Anatomical Record (New Anatomist)* 257 (1999), pp. 15-31. Videti takođe: Robert L. Carroll, "Towards a new evolutionary synthesis," *Trends in Ecology and Evolution* 15 (2000), pp. 27-32.

O evoluciji od vrha na dole, videti: Valentine, et al., *Evolutionary Biology* 25 (1991), pp. 279-356. O "filogenetskim travnjacima", videti: Conway Morris, *The Crucible of Creation*, p. 176.

Spašavanje Darwinove teorije

James W. Valentine and Douglas H. Erwin, "Interpreting Great Developmental Experiments: The Fossil Record," pp. 71-107 u Rudolf A. Raff and Elizabeth C. Raff (urednici), *Development as an Evolutionary Process* (New York: Alan R. Liss, 1987), p. 84-85; Valentine, et al., *Evolutionary Biology* 25 (1991), pp. 279-356, M. J. Benton, M. A. Wills, and R. Hitchin, "Quality of the fossil record through time," *Nature* 403 (2000), pp. 534-536. Videti takođe: Mark A. Norell and Michael J. Novacek, "The Fossil Record and Evolution: Comparing Cladistic and Paleontologic Evidence for Vertebrate History," *Science* 255 (1992), pp. 1690-1693. O navodno tri milijarde godina starim mikrofosilima, videti: Andrew H. Knoll and Elso S.

Barghoorn, "Archean Microfossils Showing Cell Division from the Swaziland System of South Africa," *Science* 198 (1977), pp. 396-398; J. William Schopf and Bonnie M. Packer, "Early Archean (3.3-Billion to 3.5-Billion-Year-Old) Microfossils from Warrawoona Group, Australia," *Science* 237 (1987), pp. 70-73.

Citati su iz: Conway Morris, *The Crucible of Creation*, pp. 2, 28.

J. William Schopf, "The early evolution of life: solution to Darwin's dilemma," *Trends in Ecology and Evolution* 9 (1994), pp. 375-377. Videti takode: Valentine, et al., *Evolutionary Biology* 25 (1991), pp. 279-356; i Stefan Bengtson, "The advent of animal skeletons," pp. 412-425 u Stefan Bengtson (urednik), *Early Life on Earth* (New York: Columbia University Press, 1994).

Molekularna filogenija

Emile Zuckerkandl and Linus Pauling, "Molecular Disease, Evolution, and Genetic Heterogeneity," pp. 189-225 u Michael Kasha and Bernard Pullman (urednici), *Horizons in Biochemistry* (New York: Academic Press, 1962), pp. 200-201. Videti takode: Emile Zuckerkandl and Linus Pauling, "Molecules as Documents of Evolutionary History," *Journal of Theoretical Biology* 8 (1965), pp. 357-366; Emille Zuckerkandl and Linus Pauling, "Evolutionary Divergence and Covergence in Proteins," pp. 97-166 u Vernon Bryson and Henry J. Vogel (urednici), *Evolving Genes and Proteins* (New York: Academic Press, 1965). Michael T. Ghiselin, "Models in Phylogeny," pp. 130-145 u Thomas J. M. Schopf (urednik), *Models in Paleobiology* (San Francisco: Freeman, Cooper and Company, 1972), p. 145.

O metodološkim problemima sa analizama molekularnih sekvenci, videti: David P. Mindell, "Aligning DNA Sequences: Homology and Phylogenetic Weighting," pp. 73-89 u Michael M. Miyamoto and Joel Cracraft (urednici), *Phylogenetic Analysis of DNA Sequences* (New York: Oxford University Press, 1991); John Gatesby, Rob DeSalle, and Ward Wheeler, "Alignment-Ambiguous Nucleotide Sites and the Exclusion of Systematic Data," *Molecular Phylogenetics and Evolution* 2 (1993), pp. 152-157; David M. Hillis, John P. Huelsenbeck, and Clifford W. Cunningham, "Application and Accuracy of Molecular Phylogenies," *Science* 264 (1994), pp. 671-677; Roderic Guigo, Ilya Muchnik, and Temple F. Smith, "Reconstruction of Ancient Molecular Phylogeny," *Molecular Phylogenetics and Evolution* 6 (1996), pp. 189-213; Arcady R. Mushegian, James R. Garey, Jason Martin, and Leo X. Liu, "Large-Scale Taxonomic Profiling of Eucaryotic Model Organisms," *Genome Research* 8 (1998), pp. 590-598; Laura E. Maley and Charles R.

Marshall, "The Coming of Age of Molecular Systematics," *Science* 279 (1998), pp. 505-506.

Molekularna filogenija i kambrijumska eksplozija

O procenjivanju datuma za divergenciju životinjskih kola, videti: Bruce Runnegar, "A molecular clock date for the origin of the animal phyla," *Lethalia* 15 (1982), pp. 199-205; Russel E. Doolittle, Dafei Feng, Simon Tsang, Glen Cho, and Elizabeth Little, "Determining Divergence Times of the Major Kingdoms of Living Organisms with a Protein Clock," *Science* 271 (1996), pp. 470-477; Gregory A. Wray, Jeffrey S. Levinton and Leo H. Shapiro, "Molecular Evidence for Deep Precambrian Divergences Among Metazoan Phyla," *Science* 274 (1996), pp. 568-573; Richard A. Fortey, Derek E. G. Briggs, and Matthew A. Wills, "The Cambrian evolutionary 'explosion' recalibrated," *BioEssays* 19 (1997), pp. 429-434; Francisco Jose Ayala, Andrey Rzhetsky, and Francisko J. Ayala, "Origin of the metazoan phyla: Molecular clocks confirm paleontological estimates," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 95 (1998), pp. 606-611; Kenneth M. Halanych, "Considerations for Reconstructing Metazoan History: Signal, Resolution, and Hypothesis Testing," *American Zoologist* 38 (1998), pp. 929-941. Za skorašnji pregled, videti: Simon Conway Morris, "Evolution: Bringing Molecules into the Fold," *Cell* 100 (2000), pp. 1-11.

Lindell Bromham, Andrew Rambault, Richard Fortey, Alan Cooper, and David Penny, "Testing the Cambrian explosion hypothesis by using a molecular dating technique," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 95 (1998), pp. 12386-12389. Videti takode: Andrew B. Smith, "Dating the origin of metazoan body plans," *Evolution and Development* 1 (1999), pp. 138-142; Simon Conway Morris, "Early Metazoan Evolution: Reconciling Paleontology and Molecular Biology," *American Zoologist* 38 (1998), pp. 867-877 (ja sam zamenio Konvej Morisovo "artefact" sa "artifact" da bi uskladio sa američkim pisanjem i da bih istakao kontrast sa gornjom Smitovom izjavom).

James W. Valentine, David Jablonski, and Douglas H. Erwin, "Fossils, molecules and embryos: new perspectives on the Cambrian explosion," *Development* 126 (1999), pp. 851-859. Videti takode: Valentine et al., *Evolutionary Biology* 25 (1991), pp.279-356; Simon Conway Morris, "The Cambrian 'explosion': Slow-fuse or megatonnage?" *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 97 (2000), pp. 4426-4429.

Rastući problem u molekularnoj filogeniji

Za klasično gledište, videti: Carl R. Woese, "Bacterial Evolution," *Microbiological Reviews* 51, pp. 221-271. Citati o opštim problemima su iz: James A. Lake, Ravi Jain, and Maria C. Rivera, "Mix and Match in the Tree of Life," *Science* 283 (1999), pp. 2027-2028, p. 2027; Herve Phillippe and Patrick Forterre, "The Rooting of the Universal Tree of Life is Not Reliable," *Journal of Molecular Evolution* 49 (1999), pp. 509-523, p. 510; Carl Woese, "The universal ancestor," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 95 (1998), pp. 6854-6859, p. 6854; Michael Lynch, "The Age and Relationships of the Major Animal Phyla," *Evolution* 53 (1999), pp. 319-325, p. 323.

O problemima sa sisarskim filogenijama, videti: Dan Graur, Laurent Duret, and Manolo Gouy, "Phylogenetic position of the order Lagomorpha (rabbits, hares and allies)," *Nature* 379 (1996), pp. 333-335; Gavin J. P. Naylor and Wesley M. Brown, "Amphioxus Mitochondrial DNA, Chordate Phylogeny, and the Limits of Inference Based on Comparisons of Sequences," *Systematic Biology* 47 (1998), pp. 61-76; Ying Cao, Axel Janke, Peter J. Waddell, Michael Westerman, Osamu Takenaka, Shigenori Murata, Norihiro Okada, Svante Paabo, and Masami Hasegawa, "Conflict Among Individual Mitochondrial Proteins in Resolving the Phylogeny of Eutherian Orders," *Journal of Molecular Evolution* 47 (1998), pp. 307-322. Videti takođe: Michael P. Cummings, Sarah P. Cummings, Sarah P. Otto, and John Wakeley, "Genes and Other Samples of DNA Sequence Data for Phylogenetic Inference," *Biological Bulletin* 196 (1999), pp. 345-350.

Čupanje iz korena drveta života

Herve Phillippe and Patrick Forterre, "The Rooting of the Universal Tree of Life is Not Reliable," *Journal of Molecular Evolution* 49 (1999), pp. 509-523, p. 520; Herve Phillippe and Andre Adoutte, "The molecular Phylogeny of Eukaryota: solid facts and uncertainties," pp. 25-26 u G. H. Coombs, et al. (urednici), *Evolutionary Relationships Among Protozoa* (Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998); Herve Phillippe and Jacqueline Laurent, "How good are deep phylogenetic trees?" *Current Opinion in Genetics and Development* 8 (1998), pp. 616-623; Patrick Forterre and Herve Phillippe, "Where is the root of the universal tree of life," *BioEssays* 21 (1999), pp. 871-879;

Patrick Forterre and Herve Phillippe, "The Last Universal Common Ancestor (LUCA), Simple or Complex?" *Biological Bulletin* 196 (1999), pp. 373-377. Videti takođe: Sarah A. Teichmann and Graeme Mitchison, "Is There a Phylogenetic Signal in Prokaryote Proteins?" *Journal of*

Molecular Evolution 49 (1999), pp. 98-107; Laura A. Katz, "The Tangled Web: Gene Genealogies and the Origin of Eukaryotes," *The American Naturalist* 154 Supplement (1999), pp. S137-S145; Andrew J. Roger, "Reconstructing Early Events in Eukaryotic Evolution," *The American Naturalist* 154 Supplement (1999), pp. S146-S163.

Carl Woese, "The universal ancestor," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 95 (1998), pp. 6854-6859; citati (poredani po redosledu kojim se javljaju u tekstu) su iz pp. 6854, 6855, 6858, 6856, 6854. Videti takođe: Carl Woese, "Default taxonomy: Ernst Mayr's view of the microbial world," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 95 (1998), pp. 11043-11046. W. Ford Doolittle, "Phylogenetic Classification and the Universal Tree," *Science* 284 (1999), pp. 2124-2128; W. Ford Doolittle, "Uprooting the Tree of Life," *Scientific American* 282 (February, 2000), pp. 90-95. Videti takođe: W. Ford Doolittle, "Lateral Genomics," *Trends in Biochemical Sciences* 24 (1999), M5-M8.

Stvarnost evolucije?

Za fotografiju o Zidu čvrstih činjenica, videti: *Teaching Science in a Climate of Controversy* (Ipswich, MA: American Scientific Affiliation, 1986), p. 61. Fotografija je praćena opisom i objašnjavajućim crtežima, pp. 56-63.

National Academy of Sciences, *Teaching About Evolution and the Nature of Science* (Washington, DC: National Academy Press, 1998), Chapter 5, pp. 2-3; Chapter 2, pp. 5-6. National Academy of Sciences, *Science and Creationism: A View from the National Academy of Sciences*, Second Edition (Washington, DC: National Academy Press, 1999), "Evidence Supporting Biological Evolution," pp. 3, 6-7; J. Madeleine Nash, "When Life Exploded," *Time* (December 4, 1995), pp. 66-74.

Citati udžbenika su iz: Douglas Futuyma, *Evolutionary Biology*, Third Edition (Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1998), p. 15; Neil A. Campbell, Jane B. Reece, and Lawrence G. Mitchell, *Biology*, Fifth Edition (Menlo Park, CA: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1999), pp. 419, 426.

Citati o neslaganju sa "činjenicom" o univerzalnom zajedničkom poreklu su iz: Harry Whittington, *The Burgess Shale*, p. 131; Malcolm S. Gordon, "The Concept of Monophyly: A Speculative Essay," *Biology and Philosophy* 14 (1999), pp. 331-348.

Priča o kineskom paleontologu kružila je od kada sam je prvi put ispričao nekim kolegama 1999. godine. Na žalost, glavna reakcija dogmatičnih američkih darvinista bila je da zahtevaju njegovo ime. Odbio

sam da im kažem, znajući šta su njihove kolege radile kritičarima bar još od 1981. godine, kada je britanski paleontolog Kolin Paterson (Colin Patterson) u čuvenom predavanju u američkom Prirodnjačkom muzeju otvoreno doveo u pitanje da li ima bilo kakvih dokaza za evoluciju. Posle toga, dogmatički darvinisti su ga nemilosrdno proganjali i Paterson nikad više nije javno izjavio svoj skepticizam. Bojim se da bi isto uradili i kineskom paleontologu iz moje priče, odličnom naučniku koji zaslužuje da bude zaštićen od "lovaca na jeretike".

Poglavlje 4: Homologija udova kičmenjaka

Termini "analogija" i "homologija" nisu stvarno počeli sa Ovenom, već sa Vilijam MekLejom (William MacLeay) dvadeset godina ranije (a sami koncepti su mnogo stariji). Za istoriju koncepta, videti: Alec L. Panchen, "Richard Owen and the Concept of Homology," pp. 21-62 u Brian K. Hall (urednik), *Homology: The Hierarchical Basis of Comparative Biology* (San Diego, CA: Academic Press, 1994). Videti takođe: Peter J. Bowler, *Evolution: The History of an Idea*, Revised Edition (Berkeley: University of California Press, 1989). Citati su iz: Charles Darwin, *The Origin of Species*, Chapter XIV, p. 335; Chapter XV, pp. 366, 352.

Redefinisanje homologije

Ernst Mayr, *The Growth of Biological Thought* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982), pp. 232, 465.

Homologija i kružno rezonovanje

J. H. Woodger, "On Biological Transformations," pp. 95-120 u W. E. Le Gros Clark and P. B. Meadwar (izdavači), *Essays on Growth and Form Presented to D'Arcy Wentworth Thompson* (Oxford: Clarendon Press, 1945), p. 109; Alan Boyden, "Homology and Analogy," *American Midland Naturalist* 37 (1947), pp. 648-669. Procedure Džordža Gejlorda Simpsona su u njegovim *Principles of Animal Taxonomy* (New York: Columbia University Press, 1961); Robert R. Sokal (Robert R. Sokal) i Piter H. A. Snit (Peter H. A. Sneath) ga kritikuju u svojim *Principles of Numerical Taxonomy* (San Francisko: Freeman, 1963), p. 21. Michael T. Ghiselin, "An Application of the Theory of Definitions to Systematic Principles," *Systematic Zoology* 15 (1996), pp. 127-130; Michael T. Ghiselin, "Models in Phylogeny," pp. 130-145 u Thomas J. M. Schopf (izdavač), *Models in Paleobiology* (San Francisco: Freeman, Cooper

and Company, 1972), p. 134; David L. Hull, "Certainty and Circularity in Evolutionary Taxonomy," *Evolution* 21 (1967), pp. 174-189; N. Jardine, "The concept of homology in biology," *British Journal for the Philosophy of Science* 18 (1967), pp. 125-139; Donald H. Colles, "The Phylogenetic Fallacy," *Systematic Zoology* 16 (1967), pp. 289-295.

"Metod uzastopne aproksimacije" ili "metod uzajamnog objašnjenja" predložio je Vili Henig (Willi Hennig), osnivač kladistike; za pregled kritika "opipavanja", videti: Sokal and Sneath, *Principles of Numerical Taxonomy*, p. 21. Biolog Valter Bok (Walter Bock) pokušao je da reši problem 1974. godine prihvatajući darvinističku definiciju homologije kao zajedničko poreklo, ali određujući da je "sličnost između karakteristika jedini metod za prepoznavanje homologija". Walter J. Bock, "Philosophical Foundations of Classical Evolutionary Classification," *Systematic Zoology* 22 (1974), pp. 375-392. Ali, ovo je samo pokazalo dvosmislenost dva značenja homologije. O logičkim problemima prilikom razdvajanja "definicije" od "kriterijuma za prepoznavanje", videti: Bruce A. Young, "On the Necessity of an Archetypal Concept in Morphology: With Special Reference to the Concepts of 'Structure' and 'Homology'," *Biology and Philosophy* 8 (1993), pp. 225-248. Ronald H. Brady, "On the Independence of Systematics," *Cladistics* 1 (1985), pp. 113-126.

Presecanje kruga

David B. Wake, "Homoplasy, homology and the problem of 'sameness' in biology," pp. 24-33 i 44-45 u *Homology* (Novartis Symposium 222; Chichester, UK: John Wiley & Sons, 1999), pp. 45, 27.

Dokazi na osnovu DNK sekvenci

David M. Hillis, "Homology in Molecular Biology," pp. 339-368 u Brian K. Hall (izdavač), *Homology: The Hierarchical Basis of Comparative Biology*, pp. 339-341, 359. Colin Patterson, David M. Williams, and Christopher J. Humphries, "Congruence Between Molecular and Morphological Phylogenies," *Annual Review of Ecology and Systematics* 24 (1993), pp. 153-188. Videti takođe: Colin Patterson, "Homology in Classical and Molecular Biology," *Molecular Biology and Evolution* 5 (1998), pp. 603-625; i Michael S. Y. Lee, "Molecular phylogenies become functional," *Trends in Ecology and Evolution* 14 (1999), pp. 177-178. O rastućim problemima sa poređenjima DNK sekvenci, videti prethodno poglavlje i skorašnji članak od W. Ford Doolittle, "Uprooting the Tree of Life," *Scientific American* 282 (February, 2000), pp. 90-95.

Fosilni zapisi

Sokal and Sneath, *Principles of Numerical Taxonomy*, pp. 56-57; Bruce A. Young, "On the Necessity of an Archetypal Concept in Morphology: With Special Reference to the Concepts of 'Structure' and 'Homology'," *Biology and Philosophy* 8 (1993), pp. 225-248, p. 231. Videti takođe: Peter H. A. Sneath and Robert R. Sokal, *Numerical Taxonomy* (San Francisco, CA: W. H. Freeman and Company, 1973), p. 76; Elliot Sober, *Reconstructing the Past* (Cambridge, MA: MIT Press, 1988), p. 20.

Za analogiju sa korvetom, videti: Tim Berra, *Evolution and the Myth of Creationism* (Stanford, CA: Stanford University Press, 1990), pp. 117-119. Berina analogija je učinjena još 1964. godine, ali je u to vreme korišćena da ilustruje *probleme* koji se javljaju zbog zaključivanja evolucionih odnosa na osnovu sličnosti! Videti: Rolf Sattler, "Methodological Problems in Taxonomy," *Systematic Zoology* 13 (1964), pp. 19-27. Za skorašnju upotrebu Berine zablude, videti: T. Douglas Price and Garry M. Feinman, *Image of the Past*, Second Edition (Mountain View, CA: Mayfield Publishing, 1997), p. 3.

Phillip E. Johnson, *Defeating Darwinism by Opening Minds* (Downers Grove, IL: Intervarsity Press, 1997), pp. 62-63; Darwin, *The Origin of Species*, Introduction, p. 12; Chapter XIV, p. 343.

Leigh M. Van Valen, "Homology and Causes," *Journal of Morphology* 173 (1982), pp. 305-312.

Dokazi na osnovu puteva razvika

Edmund B. Wilson, "The Embryological Criterion of Homology," pp. 101-124 u *Biological Lectures Delivered at the Marine Biological Laboratory of Wood's Hole in the Summer Session of 1894* (Boston: Ginn & Company, 1895), p. 107; Gavin de Beer, *Embryos and Ancestors*, Third Edition (Oxford: Clarendon Press, 1958), p. 152. Pere Albrech, "Problems with the Interpretation of Developmental Sequences," *Systematic Zoology* 34 (1985), pp. 46-58; Rudolf Raff, "Larval homologies and radical evolutionary changes in early development," pp. 110-121 u *Homology* (Novartis Symposium 222; Chichester, UK: John Wiley & Sons, 1999), p. 111.

O razlikama između salamandri i drugih kičmenjaka, videti: Neil H. Shubin and Pere Alberch, "A Morphogenetic Approach to the Origin and Basic Organization of the Tetrapod Limb," *Evolutionary Biology* 20 (1986), pp. 319-387; i Neil H. Shubin, "History, Ontogeny, and Evolution of the Archetype," pp. 249-271 u Brian K. Hall (izdavač), *Homology: The Hierarchical Basis of Comparative Biology*, pp. 264-266.

Citati Hinčlifa i Grifitsa su iz J. R. Hinchliffe and P.J. Griffiths, "The prechondrogenic patterns in tetrapod limb development and their phylogenetic significance," pp. 99-121 u B. C. Goodwin, N. Holder and C. C. Wylie (izdavači), *Development and Evolution* (Cambridge: Cambridge University Press, 1983), p. 118. Videti takođe J. R. Hinchliffe, "Reconstructing the Archetype: Innovation and Conservatism in the Evolution and Development of the Pentadactyl Limb," pp. 171-189 u D. B. Wake and G. Roth (izdavači), *Complex Organismal Functions: Integration and Evolution in Vertebrates* (Chichester, UK: John Wiley & Sons, 1989); Neil H. Shubin, "The Implications of 'The Bauplan' for Development and Evolution of the Tetrapod Limb," pp. 411-421 in J. R. Hinchliffe, J. M. Hurle, and D. Summerbell (izdavači), *Developmental Patterning of the Vertebrate Limb* (New York: Plenum Press, 1991).

Ideju o arhetipskom (pređačkom) obrascu zajedničkom za udove svih kičmenjaka predložio je Nils Holmgren, "On the Origin of the Tetrapod Limb," *Acta Zoologica* 14 (1933), pp. 185-295. Šubin i Hinčlif su predložili da su razvojni procesi, a ne obrasci, ti koji su homologi. Međutim, Brajan Hol tvrdi da je "homologija tvrđenje o obrascu, i ne treba da bude pomešana sa konceptom o procesima i mehanizmima"; videti: Brian K. Hall, *Evolutionary Developmental Biology* (London: Chapman & Hall, 1992), p. 194. Ginter Vagner tvrdi da su od značaja oni procesi koji održavaju obrasce, a ne oni koji ih stvaraju; videti: G. P. Wagner and B. Y. Misof, "How can a character be developmentally constrained despite variation in developmental pathways," *Journals of Evolutionary Biology* 6 (1993), pp. 449-455. Međutim, mehanizam za održavanje oblika tek treba da se identifikuje. O opštem pregledu nedostataka korelacije između homologije i razvojnih puteva videti: Rudolf Raff, *The Shape of Life* (Chicago: The University of Chicago Press, 1996).

Dokazi na osnovu genetike razvika

Za de Berov komentar o homologiji i genima, videti: Gavin de Beer, *Homology: An Unsolved Problem* (London: Oxford University Press, 1971), pp. 15-16. O homologim karakteristikama koje nisu usled homologih gena, videti: Gregory A. Wray and Ehab Abouheif, "When is homology not homology?" *Current Opinion in Genetics & Development* 8 (1998), pp. 675-680.

O razvojnim genima miševa koji funkcionalno zamenjuju njihove duplikate kod mušica, videti: Georg Halder, Patrick Callaerts, and Walter J. Gehring, "Induction of Ectopic Eyes by Targeted Expression of the eyeless Gene in Drosophila," *Science* 267 (1995), pp. 1788-1792. Videti takođe: Jarema Malicki, Klaus Shughart, and William McGinnis,

"Mouse *Hox-2.2* Specifies Thoracic Segmental Identity in *Drosophila* Embryos and Larvae," *Cell* 63 (1990), pp. 961-967; Nadine McGinnis, Michael A. Kuziora, and William McGinnis, "Human *Hox-4.2* and *Drosophila Deformed* Encode Similar Regulatory Specificities in *Drosophila* Embryos and Larvae," *Cell* 63 (1990), pp. 969-976; Jack Jiayang Zhao, Robert A. Lazzarini, and Leslie Pick, "The mouse *Hox-1.3* gene is functionally equivalent to the *Drosophila Sex combs reduced* gene," *Genes & Development* 7 (1993), pp. 343-354. Za distalne gene, videti: Grace Pangabian, et al., "The origin and evolution of animal appendages," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 94 (1997), pp. 5162-5166; Gregory Wray, "Evolutionary dissociations between homologous genes and homologous structures," pp. 189-203 u *Homology* (Novartis Symposium 222; Chichester, UK: John Wiley & Sons, 1999), pp. 195-196.

O sličnim genetičkim mrežama, videti: Neil Shubin, Cliff Tabin, and Sean Carroll, "Fossils, genes and the evolution of animal limbs," *Nature* 388 (1997), pp. 639-648; i Clifford J. Tabin, Sean B. Carrol, and Grace Panganiban, "Out on a Limb: Parallels in Vertebrate and Invertebrate Limb Patterning and the Origin of Appendages," *American Zoologist* 39 (1999), pp. 650-663. Videti takođe: Concepcion Rodriguez-Esteban et al., "Radical fringe positions the apical ectodermal ridge at the dorsoventral boundary of the vertebrate limb," *Nature* 386 (1997), pp. 366-373.

Gavin de Beer, *Homology: An Unsolved Problem* (London: Oxford University Press, 1971), p. 16

Udovi kičmenjaka kao dokaz za evoluciju?

Teresa Audesirk and Gerald Audesirk, *Biology: Life on Earth* (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999), p. 264; Sylvia S. Mader, *Biology*, Sixth Edition (Boston: WCB/McGraw-Hill, 1998), p. 298; Peter H. Raven and George B. Johnson, *Biology*, Fifth Edition (Boston: WCB/McGraw-Hill, 1999), pp. 412, 416; Neil A. Campbell, Jane B. Reece, and Lawrence G. Mitchell, *Biology*, Fifth Edition (Menlo Park, CA: Addison Wesley Longman, 1999), p. 424. Videti takođe: Helena Curtis and N. Sue Barnes, *Invitation to Biology*, Fifth Edition (New York: Worth Publishers, 1994), pp. 402-412.

Interesantno, Milerova and Levinova knjiga *Biology* (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000) izbegava kružno rezonovanje definišući homologije kao "strukture... koje su prilagođene za različite potrebe, ali se razvijaju od istih telesnih delova" (pp. 283-284). Gutmanova knjiga *Biology* (Boston: WCB/McGraw-Hill, 1999) iznosi sličnu tvrdnju i ubacuje gene u svoje objašnjenje: "Za strukture se kaže da su homologe ako imaju isto embrionalno poreklo i zauzimaju slične pozicije kod

različitih vrsta... a informacija koja određuje biološke strukture je genetička informacija" (str. 25, 42). Iako ove knjige izbegavaju kružno rezonovanje, pogrešno predstavljaju činjenice pripisujući homologe strukture sličnim razvojnim putevima ili genima.

Kritičko razmišljanje na delu

Citati Gija su iz: Henry Gee, *In Search of Deep Time* (New York: The Free Press, 1999), pp. 9-10.

Poglavlje 5: Hekelovi Embrioni

Citati Darvina (navedeni po redosledu njihovog javljanja u tekstu) su iz: Darwin, *The Origin of Species*, Chapter XIV, pp. 346, 338, 345, 333, 345; *The Descent of Man*, Chapter I, pp. 398, 411. Citat koji naziva embriologiju "daleko najjačim dokazom je iz pisma Asi Greju (Asa Gray), od 10. septembra, 1860. godine, iz Frensis Darwinovog (izdavač), *The Life and Letters of Charles Darwin* (New York: D Appleton & Company, 1896), Vol. II, p. 131; pismo je citirano u: Ernst Mayr, *The Growth of Biological Thought* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982), p. 470, i u: Stephen Jay Gould, *Ontogeny and Phylogeny* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1977), p. 70.

Slika 5-1: Ovo je najšire korišćena verzija Hekelovih crteža embriona. Ona je iz slika 57 i 58 iz: George J. Romanes, *Darwinism Illustrated* (Chicago: Open Court, 1892), pp. 42-43. Pojavila se (sa obrnutom crnom i belom bojom) kao Tafel VI & VII u Ernst Haeckel, *Anthropogenie, oder Entwicklungsgeschichte des Menschen* (Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann, 1877), prateći str. 291; i u Engleskom prevodu kao table VI i VII u: Ernst Haeckel, *The Evolution of Man* (New York: D. Appleton and Company, 1896), koje prati str. 362.

Moje korišćenje termina "klasa" nije tehničko i tradicionalno je. Kladisti se protive nazivanju gmizavaca klasom, zato što ih ne smatraju prirodnom grupom (na primer, koja sadrži zajedničkog pretka i sve njegove potomke). Ali, ja nisam kladista (videti sledeće poglavlje, o rodu *Archaeopteryx*), i u svakom slučaju "klasa" će biti poznatija većini čitaoca. Glavna suština ovog poglavlja - da embrioni kičmenjaka nisu naj-sličniji na svojim najranijim stupnjevima - ne zavisi od terminologije.

Molimo prave embriologe da ustanu

Citati fon Berovih zakona su iz: Arthur Henfrey and Thomas H. Huxley (izdavači), *Scientific Memoris: Selected from the Transactions of*

Foreign Academies of Science and from Foreign Journals: Natural History (London, 1853; reprinted 1966 by Johnson Reprint Corporation, New York), p. 214. Citati Lenoira su iz: Timothy Lenoir, *The Strategy of Life* (Chicago: The University of Chicago Press, 1982), p. 258.

Darvinova zloupotreba fon Bera

Darwin, *The Origin of Species*, pp.338, 345. O Darwinovoj zloupotrebi fon Bera, videti: Jane M. Oppenheimer, "An Emryological Enigma in the Origin of Species," pp. 221-255 u Jane M. Oppenheimer, *Essas in the History of Embryology and Biology* (Cambridge, MA: The M.I.T. Press, 1967).

Citati Čerčila su iz: Frederick B. Churchill, "The Rise of Classical Descriptive Embryology." pp. 1-29 u Scott F. Gilbert (izdavač), *A Conceptual History of Modern Embryology* (Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press, 1991), pp. 19-20.

Hekelov biogenetski zakon

Gould, *Ontogeny and Phylogeny*, p. 168; Adam Sedgwick, "The Influence of Darwin on the Study of Animal Embryology," pp. 171-184 u A. C. Seward (izdavač), *Darwin and Modern Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 1909), pp. 174-176; Frank R. Lillie, *The Development of the Chick*, Second Edition (New York: Henry Holt, 1919), p. 6; Gould, *Ontogeny and Phylogeny*, p. 168; Nicholas Rasmussen, "The Decline of Recapitulationism in Early Twentieth-Century Biology: Disciplinary Conflict and Consensus on the Battleground of Theory," *Journal of the History of Biology* 24 (1991), pp. 51-89.

Vaskrsavanje rekapitulacije

Frank R. Lillie, *The Development of the Chick*, pp. 4-6; Walter Garstang, "The theory of recapitulation: a critical restatement of the biogenetic law," *Journal of the Linnean Society (Zoology)*, 35 (1922), pp. 81-101; Gavin de Beer, *Embryos and Ancestors*, Third Edition (Oxford: Clarendon Press, 1958), pp. 10, 164, 172. Videti takođe: Jane Maienschein, "Cell Lineage, Ancestral Reminiscence, and the Biogenetic Law," *Journal of the History of Biology* 11 (1978), pp. 129-158.

Darwin, *The Origin of Species*, pp. 338, 345. Stefan Džej Gulda tvrdi da Darwin nikada nije zastupao Hekelovu rekapitulaciju, ali jasno

značenje Darwinovih reči protivreči toj tvrdnji; videti: Robert Richards, *The Meaning of Evolution* (Chicago: The University of Chicago Press, 1992), pp. 169-174.

Crteži Hekelovih embriona

Jane M. Oppenheimer, "Haeckel's Variations on Darwin," pp. 123-135 u Henry M. Heonigswald and Linda F. Wiener (izdavači), *Biological Metaphor and Cladistic Classification* (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1987), p. 134. Videti takođe: "Accused of Fraud, Haeckel Leaves the Church," *The New York Times* (November 27, 1910), part 5, p. 11; J. Assmuth and Ernest R. Hull, *Haeckel's Frauds and Forgeries* (Bombay: Examiner Press, 1915); Gunter Rager, "Human embryology and the law of biogenesis," *Rivista di Biologia* 79 (1986), pp. 449-465.

Na slici 5-2, srednji red (koji prikazuje prave embrione) je zasnovan uglavnom na podacima iz: M. K. Richardson, J. Hanken, M. L. Gooneratne, C. Pieau, A. Raynaud, L. Selwood, and G. M. Wright, "There is no highly conserved emryonic stage in the vertebrates: implications for current theories of evolution and development," *Anatomy & Embryology* 196 (1997), pp. 91-106.

Michael K. Richardson, "Heterochrony and the Phylotypic Period," *Developmental Biology* 172 (1995), pp. 412-421; M. K. Richardson, et al., "There is no highly conserved embryonic stage in the vertebrates: implications for current theories of evolution and development," *Anatomy & Embryology* 196 (1997), pp. 91-106. Videti takođe: Michael K. Richardson, Steven P. Allen, Glenda M. Wright, Albert Raynaud, and James Hanken, "Somite number and vertebrate evolution," *Development* 125 (1998), pp. 151-160; Elizabeth Pennisi, "Haeckel's Embryos: Fraud Rediscovered," *Science* 277 (1997), p. 1435. Citat Stefana Džej Gulda je iz njegovog eseja, "Abscheulich! (Attocious!)," *Natural History* (March 2000), pp. 42-49.

Najraniji stupnjevi embriona kičmenjaka nisu najsličniji

Lewis Wolpert, *The Triumph of the Embryo* (Oxford: Oxford University Press, 1991), p. 12. Videti takođe: Jonathan Wells, "Haeckel's Embryos and Evolution: Setting the Record Straight," *The American Biology Teacher* 61 (May 1999), pp. 345-349.

Na slici 5-3, podaci za ranije stupnjeve zebraste ribice, žabe, pileta i čoveka uzeti su iz različitih standardnih izvora; videti sliku 3 u: Jonathan Wells, "Haeckel's Embryos and Evolution: Setting the Record Straight," *The American Biology Teacher* 61 (May 1999), pp. 345-349. Videti

takođe: Richard P. Elinson, "Change in developmental patterns: embryos of amphibians with large eggs," pp. 1-21 u R. A. Raff and E. C. Raff (izdavači), *Development as an Evolutionary Process*, Vol. 8 (New York: Alan R. Liss, 1987).

Podaci za rano razviće kornjača prikupljeni su od strane Jody F. Sjogren iz: Louis Agassiz, *Contributions to The Natural History of the United States of America*, First Monograph, Vol. 2 (Boston: Little, Brown and Company, 1857); Oskar Hertwig, *Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere*, Erster Band, Zweiter Teil (Jena: Verlag von Gustav Fischer, 1906); I. Y. Mahmoud, George L. Hess, and John Klicka, "Normal Embryonic Stages of the Western Painted Turtle, *Chrysemys picta bellii*," *Journal of Morphology* 141 (1975), pp. 269-280; Michael A. Ewert, "Embryology of Turtles," pp. 75-267, i Jeffrey Dean Miller, "Embryology of Marine Turtles," pp. 269-328, u Carl Gans, Frank Billet, and Paul F. A. Maderson (izdavači), *Biology of the Reptilia*, Vol. 14, Development A (New York: John Wiley & Sons, 1985); S. Renous, F. Rimblot-Baly, J. Fretey, and C. Pieau, "Caractéristiques du développement embryonnaire de la Tortue Luth, *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761)," *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, Paris*, Series 13, Vol. 10 (1989), pp. 197-229; G. Guyot, C. Pieau, and S. Renous, "Développement embryonnaire d'une tortue terrestre, la tortue d'Hermann, *Testudo hermanni* (Gmelin, 1789)," *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, Paris*, Series 13, Vol. 15 (1994), pp. 115-137; J. J. Pasteels, "Études sur la gastrulation des vertébrés méroblastiques. IV. Conclusions générales," *Archive Biologique, Paris*, 48 (1937), pp. 463-488; J. J. Pasteels, "Développement embryonnaire," pp. 839-971 u Pierre P. Grasse, izdavač, *Traité de Zoologie* (Paris: Masson, 1970), Vol. 14.

Na slici 5-3, izraz "placentalni sisar" za ljude je neprecizan, zato što marsupijali imaju jednu vrstu placente; "euterija" je tačan termin, ali je izgledao previše tehnički da bi ga koristili ovde. Glavni cilj slike je da prikaže da Hekelovi embrioni ne odgovaraju pravim embrionima, kako god ih nazvali.

Različito ranih embriona je dobro poznata

Adam Sedgwick, "On the Law of Development commonly known as von Baer's Law; and on the Significance of Ancestral Rudiments in Embryonic Development," *Quarterly Journal of Microscopical Science* 36 (1894), pp. 35-52; William W. Ballard, "Problems of gastrulation: real and verbal," *BioScience* 26 (1976), pp. 36-39; Erich Blechschmidt, *The Beginnings of Human Life*, prevedeno od strane Transemantics (New York: Springer-Verlag, 1977), pp. 29-30; Richard P. Elinson, "Change in

developmental patterns: embryos of amphibians with large eggs," pp. 1-21 u R. A. Raff and E. C. Raff (izdavači), *Development as an Evolutionary Process*, Vol. 8 (New York: Alan R. Liss, 1987), p. 3; Michael K. Richardson, "Vertebrate evolution: the developmental origins of adult variation," *BioEssays* 21 (1999), pp. 604-613.

O savremenoj terminologiji za ono što je Hekel nazvao "prvim" stupnjem razvića, videti: William W. Ballard, "Morphogenetic Movements and the Fate Maps of Vertebrates," *American Zoologist* 21 (1981), pp. 391-399, ("faringula"); Klaus Sander, "The evolution of patterning mechanisms," pp. 137-159 u B. C. Goodwin, N. Holder, and C. C. Wylie (izdavači), *Development and Evolution*, Sixth Symposium of the British Society for Developmental Biology (Cambridge: Cambridge University Press, 1983), p. 140 ("filotipski stupanj"); J. M. W. Slack, P. W. H. Holland, and C. F. Graham, "The zootype and the phylotypic stage," *Nature* 361 (1993), pp. 490-492 ("zootip").

Denis Duboule, "Temporal colinearity and the phylotypic progression: a basis for the stability of a vertebrate Bauplan and the evolution of morphologies through heterochrony," *Development Supplement* (1994), pp. 135-142; Michael K. Richardson, "Vertebrate evolution: the developmental origins of adult variation," *BioEssays* 21 (1999), pp. 604-613; Rudolf A. Raff, *The Shape of Life: Genes, Development, and the Evolution of Animal Form* (Chicago: The University of Chicago Press, 1996), p. 197.

Kičmenjaci nisu jedino kolo koje protivreči fon Berovim zakonima. Skorašnja embriološka istraživanja crva, insekata i morskih ježeva otkrivaju mnogo primera u kojima se organizmi iz iste grupe razlikuju više na ranijim stupnjevima razvića nego na kasnijim. Fon Berovi zakoni nisu ništa tačniji za beskičmenjake nego za kičmenjake. Na primer, videti: R. A. Raff, G. Wray, and J. J. Henry, "Implications of radical evolutionary changes in early development for concepts of developmental constraint," pp. 189-207 u L. Warren and H. Kopprowski (izdavači), *New Perspectives in Evolution* (New York: Wiley-Liss, 1991).

Paradoks za Darwinovu evoluciju

Gregory Wray, "Punctuated Evolution of Embryos," *Science* 267 (1995), pp. 1115-1116; Raff, *The Shape of Life: Genes, Development, and the Evolution of Animal Form*, p. 211.

Hekel je mrtav! Živeo Hekel!

Citati Balinskog su iz: B. I. Balinsky, *An Introduction to Embryology*, Fourth Edition (Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1975), pp. 7-8

(naglašeno u originalu); Douglas Futuyma, *Evolutionary Biology*, Third Edition (Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1998), p. 653; Helena Curtis and N. Sue Barnes, *Invitation to Biology*, Fifth Edition (New York: Worth Publishers, 1994), p. 405; Bruce Alberts, Dennis Bray, Julian Lewis, Martin Raff, Keith Roberts, and James D. Watson, *Molecular Biology of the Cell*, Third Edition (New York: Garland Publishing, 1994) pp. 32-33; Peter H. Raven and George B. Johnson, *Biology*, Fifth Edition (Boston: WCB/McGraw-Hill, 1999), pp. 1181, 416; Cecie Starr and Ralph Taggart, *Biology: The Unity and Diversity of Life*, Eighth Edition (Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company, 1998), p. 317; James L. Gould and William T. Keeton (with Carol G. Gould), *Biological Science*, Sixth Edition (New York: W. W. Norton, 1996), p. 347; Burton S. Guttman, *Biology* (Boston: WCB/McGraw-Hill, 1998), p. 298; Neil A. Campbell, Jane B. Reece, and Lawrence G. Mitchell, *Biology*, Fifth Edition (Menlo Park, CA: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1999), p. 424.

Da li ljudski embrion liči na ribu?

Kenneth Miller, "What Does It Mean To Be One Of Us?" *Life Magazine* (November, 1996), pp. 38-56. Curtis & Barnes, *Invitation to Biology*, p. 405; Gould & Keeton, *Biological Science*, pp. 10, 347; Raven & Johnson, *Biology*, pp. 416, 1181; Futuyma, *Evolutionary Biology*, p. 122.

"Škržni prorezi" nisu škržni prorezi

William W. Ballard, "Problems of Gastrulation: real and verbal," *BioScience* 26 (1976), pp. 36-39; Lewis Wolpert, *The Triumph of the Embryo* (Oxford: Oxford University Press, 1991), p. 185; Gunter Rager, "Human embryology and the law of biogenesis," *Rivista di Biologia* 79 (1986), pp. 449-465.

Užasno!

Napomene Daglese Futujame su poslate 17. februara 2000. godine javnom evolucionom odboru Digitalnog grada - Kansas Sitija (<http://home.digitalcity.com/kansascity>); citati Gulda su iz: Stephen Jay Gould, "Abscheulich! Atrocious!" *Natural History* (March, 2000), pp. 42-49.

Poglavlje 6: *Archaeopteryx*: Karika Koja Nedostaje

Darwin, *The Origin of Species*, Chapter X, pp. 235, 234, 255. Otkriće roda *Archaeopteryx* je prepričano u nekoliko skorašnjih knjiga na tu temu, uključujući: Alan Feduccia, *The Origin and Evolution of Birds* (New Haven, CT: Yale University Press, 1996), i Pat Shipmann, *Taking Wing* (New York: Simon & Schuster, 1998).

Slika 6-1: Ova fotografija je iz: Harry G. Seeley, "On some Differences between the London and Berlin specimens referred to *Archaeopteryx*," *The Geological Magazine*, Series 2, Vol. 8 (1881), pp. 454-455. Fotografiju obezbedila Linda Hall Library, Kansas City, Missouri.

"Prva Ptica"

Lowell Dingus and Timothy Rowe, *The Mistaken Extinction: Dinosaur Evolution and the Origin of Birds* (New York: W. H. Freeman and Company, 1998), p. 116; Alan Feduccia, *The Origin and Evolution of Birds*, p. 29; Pat Shipman, *Taking Wing*, pp. 14-16.

Za rod *Protoavis* videti: Sankar Chatterjee, "Cranial anatomy and relationships of a new Triassic bird from Texas," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 332 (1991), pp. 277-342; Sankar Chatterjee, "Protoavis and the early evolution of birds," *Palaeontographica* 254 (1999), pp. 481-485. Citati paleontologa skeptičnih za rod *Protoavis* su iz: Pat Shipman, *Taking Wing*, pp. 112-113. Videti takođe: Edwin H. Colbert and Michael Morales, *Evolution of the Vertebrates*, Fourth Edition (New York: Wiley-Liss, 1991), p. 183; Alan Feduccia, *The Origin and Evolution of Birds*, p. 38.

O optužbama da je *Archaeopteryx* bio prevara, videti: Fred Hoyle and Chandra Wickramasinghe, *Archaeopteryx, the Primordial Bird: A Case of Fossil Forgery* (London: Christopher Davies, 1986). Za pobijanje te tvrdnje, videti: Alan J. Charig et al. "Archaeopteryx Is Not a Forgery," *Science* 232 (1986), pp. 622-626; David Dickson, "Feathers Still Fly in Row over Fossil Bird," *Science* 238 (1987), pp. 475-476; Giles Courtice, "Museum officials confident Archaeopteryx is Genuine... but opponents renew demands for proof," *Nature* 328 (1987), p. 657. Videti takođe: Peter Wellnhofer, "Archaeopteryx," *Scientific American* 262 (May, 1990), pp. 70-77; Feduccia, *The Origin and Evolution of Birds*, pp. 38-39; Shipman, *Taking Wing*, pp. 141-148.

Karika koja nedostaje

O originalnoj teoriji evolucije ptica od dinosaurusu videti: Thomas H. Huxley, "On the Animals which are most nearly intermediate between Birds and Reptiles," *The Annals and Magazine of Natural History*, Vol. II, Fourth Series (1868), pp. 66-75; Darwin, *Origin of Species*, p. 266. Videti takođe: John H. Ostrom, "Archaeopteryx and the origin of birds," *Biological Journal of the Linnean Society* 8 (1976), pp. 91-182; Adrian Desmond, *Archetypes and Ancestors* (Chicago: The University of Chicago Press, 1982), pp. 124-131. O pogrešnoj identifikaciji roda *Archeopterix* kao roda *Compsognathus*, videti: Dingus & Rowe, *The Mistaken Extinction*, pp. 120, 185; Shipman, *Taking Wing*, pp. 44-45, 115.

Coelophysis, dvonožni dinosaurus koji je navodno prethodio rodu *Archaeopteryx*, ne smatra se za pretka roda *Archaeopteryx* zato što, kao i *Compsognathus*, njegove karakteristike nisu one koje bi se očekivale kod pretka; videti: Robert L. Carroll, *Vertebrate Paleontology and Evolution* (New York: W. H. Freeman, 1988), pp. 290-292, 303; i Dingus and Rowe, *The Mistaken Extinction*, pp. 181-183.

Citat Majera je iz: Ernst Mayr, *The Growth of Biological Thought* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982), p. 430.

Citati o tome da *Archaeopteryx* nije predak savremenih ptica su iz: Larry D. Martin, "The Relationship of Archaeopteryx to other Birds," pp. 177-183 u M. K. Hecht, J. H. Ostrom, G. Viohl, and P. Wellnhofer (izdavači), *The Beginnings of Birds* (Eichstatt: Freunde des Jura-Museums, 1985), p. 182; John Schwartz, "New Evolution Research Ruffles Some Feathers," *The Washington Post* (November 15, 1996), p. A3 (citiranje Marka Norela).

Nastanak leta

Za rasprave o teorijama "sa drveća na dole" i "sa zemlje naviše" za nastanak sposobnosti letenja, videti: Walter J. Bock, "The Arboreal Origin of Avian Flight," pp. 57-72, i John H. Ostrom, "The Cursorial Origin of Avian Flight," pp. 73-81, u Kevin Padian (izdavač), *The Origin of Birds and the Evolution of Flight* (San Francisco: California Academy of Sciences, 1986), Memoir Number 8; Feduccia, *The Origin and Evolution of Birds*, pp. 93-137; Shipman, *Taking Wing*, pp. 174-218.

Kladistika

Kevin de Queiroz, "Systematics and the Darwinian Revolution," *Philosophy of Science* 55 (1988), pp. 238-259. Videti takođe: Kevin de

Queiroz and Jacques Gauthier, "Toward a phylogenetic system of biological nomenclature," *Trends in Ecology and Evolution* 9 (1994), pp. 27-31; Henry Gee, *In Search of Deep Time* (New York: The Free Press, 1999). O primeni kladistike na filogeniju ptica, videti: Jacques Gauthier, "Saurischian Monophyly and the Origin of Birds," pp. 1-55, u Kevin Padian (izdavač), *The Origin of Birds and the Evolution of Flight*. Citat Šipmana je iz: *Taking Wing*, p. 33.

Preraspoređivanje činjenica

Podaci za sliku 6-2 (Kladistička teorija i fosilni zapis) su iz: Kevin Padian and Luis M. Chiappe, "The origin and early evolution of birds," *Biological Reviews* 73 (1998), pp. 1-42 (slika 14). Slika je ranije objavljena u: Luis M. Chiappe, "The first 85 million years of avian evolution," *Nature* 378 (1995), pp. 349-355.

Citati Čiapea i Rubena su iz: Roger L. DiSilvestro, "In quest of the origin of birds," *BioScience* 47 (1997), pp. 481-485.

Svrgavanje sa prestola roda Archaeopteryx

Ptice su dinosaurusi: Dingus and Rowe, *The Mistaken Extinction*, pp. 205-206. Videti takođe: Kevin Padian and Luis M. Chiappe, "The Origin of Birds and Their Flight," *Scientific American* (February, 1998), pp. 38-47.

Citati Gija su iz: Henry Gee, *In Search of Deep Time* (New York: The Free Press, 1999), pp. 195-197.

"Pilt-daunska ptica"

Christopher P. Sloan, "Feathers for T. Rex?" *National Geographic* 196 (November, 1999), pp. 98-107. Negiranje časopisa *National Geographic* na veb sajtu nalazi se na adresi: http://www.ngnews.com/news/2000/01/01212000/feathereddino_9321.txt. Rex Dalton, "Feathers fly over Chinese fossil bird's legality and authenticity," *Nature* 403 (2000), pp. 689-690; "Fossil smuggling unopposed," *Nature* 403 (2000), p. 687; William L. Allen, "Fooled, but not foolish," pismo časopisu *Nature* 404 (2000), p. 541; Xu Xing, "Feathers for T. rex?" pismo časopisu *National Geographic* (March, 2000), pp. Forum section. Videti takođe: Constance Holden, "Florida Meeting Shows Perils, Promise of Dealing for Dinos," *Science* 288 (2000), pp. 238-239; Jeff Hecht, "Pilt-down bird," *New Scientist* 165 (January 29, 2000), p. 12; Rex Dalton, "Fake bird fossil highlights the problem of illegal trading," *Nature* 404 (2000), p. 696.

Otvoreno pismo Storsa Olsona Piteru Rejvenu datirano je na 1. novembar 1999. godine i poslato u elektronskoj formi (kao i-mejl poruka). Autentičnost pisma i njegovog sadržaja potvrđena mi je u ličnoj komunikaciji sa Storsom Olsonom 24. aprila, 2000. godine.

Perje za Bambiraptora

Simpozijum o evoluciji ptica dinosaurusa, 7. i 8. aprila 2000. godine, Ft Loderdejl, Florida. Sponzorisan od strane Instituta za paleontologiju Floride i Grejvs muzeja arheologije i istorije prirode. Originalni naučni opis je od: David A. Burnham, Kraig L. Derstler, Philip J. Currie, Robert T. Bakker, Zhonghe Zhou, and John H. Ostrom, "Remarkable New Birdlike Dinosaur (Theropoda: Maniraptora) from the Upper Cretaceous of Montana," *The University of Kansas Paleontological Contributions*, New Series, Number 13 (March 15, 2000). Citati paleontologa su iz: "Another Birdlike Dino Unveiled," *Science* 287 (March 24, 2000), p. 2145; i David Burnham, sa video kasete puštene u izložbenoj prostoriji na konferenciji u Floridi, 7-8. april, 2000. Videti takođe: Constance Holden, "Florida Meeting Shows Perils, Promise of Dealing for Dinos," *Science* 288 (2000), pp. 238-239.

Slike 6-3 i 6-4 zasnovane su na rekonstrukciji roda *Bambiraptor* izloženog na Simpozijumu o evoluciji ptica dinosaurusa u Floridi, 7-8. aprila, 2000. godine. Videti takođe: David A. Burnham, Kraig L. Derstler, Philip J. Currie, Robert T. Bakker, Zhonghe Zhou, and John H. Ostrom, "Remarkable New Birdlike Dinosaur (Theropoda: Maniraptora) from the Upper Cretaceous of Montana," *The University of Kansas Paleontological Contributions*, New Series, Number 13 (March 15, 2000).

O pernatom rodu *Velociraptor*, u američkom Prirodnjačkom muzeju u Nju Jorku, videti: Sharon Begley and Thomas Hayden, "When Dinosaurs Roamed the Earth," *Newsweek* (May 15, 2000), pp. 66-68.

Citati Feduće i Martina su iz: Pat Shipman, "Birds do it... did dinosaurs?" *New Scientist* (February 1, 1997), pp. 27-31.

DNK ćurke iz Triceratopsa?

Damien Marsic, Parker Carroll, Laura Heffelfinger, Tyler Lyson, Joseph D. Ng, and William R Gartska, "DNA Sequence of the Mitochondrial 12S rRNA Gene from Triceratops Fossils: Molecular Evidence Supports the Evolutionary Relationship between Dinosaurs and Birds," *Publications in Paleontology*, No. 2, Graves Museum of Archaeology and Natural History, Dania Beach, FL (April 7-8, 2000), p.

19; Constance Holden, "Dinos and Turkeys: Connected by DNA?" *Science* 288 (2000), p. 238.

O nemogućnosti da se otkrije korisna informacija sekvence DNK starije od milion godina, videti: Tomas Lindahl, "Instability and decay of the primary structure of DNA," *Nature* 362 (1993), pp. 709-715.

Pristup "naprslog kotlića" bavljenju naukom

Naslov govora Kevina Padiana je: "Methods and Standards of Evidence: Why the Bird-Dinosaur Controversy is Dead." Izvod je u: *Publications in Paleontology*, No 2, Graves Museum of Archaeology and Natural History, Dania Beach, FL (April 7-8, 2000), p. 21.

Šta se desilo sa rodom Archaeopterix?

Citati udžbenika su iz: Sylvia Mader, *Biology*, Sixth Edition (Boston, MA: WCB/McGraw-Hill, 1998), p. 296; William D. Schraer and Herbert J. Stoltze, *Biology: The Study of Life*, Seventh Edition (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999), p. 761.

Poglavlje 7: Biberasti Moljci

Darwin, *The Origin of Species*, Introduction, p. 14; citati "imaginarnih ilustracija" su iz: Chapter IV, p. 70; Hermon C. Bumpus, "The Elimination of the Unfit as Illustrated by the Introduced Sparrow, *Passer domesticus*," pp. 209-226 u *Biological Lectures from the Marine Biological Laboratory*, 1898 (Boston: Ginn & Company, 1899). Videti takođe: John Endler, *Natural Selection in the Wild* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1986); Jonathan Weiner, *The Beak of the Finch* (New York: Vintage Books, 1994), pp. 226-227; Ernst Mayr, *The Growth of Biological Thought* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982), p. 586; H. B. D. Kettlewell, "Darwin's Missing Evidence," *Scientific American* 200 (March 1959), pp. 48-53.

Industrijski melanizam

Većina izveštaja o industrijskom melanizmu tvrde da je prvi melanični moljac uhvaćen 1848. godine, ali nekoliko pisaca ukazuje na kolekciju sakupljenu pre 1811. godine; videti: E. B. Ford, *Ecological Genetics*, Fourth Edition (London: Chapman and Hall, 1975), p. 329. J. W. Tutt, *British Moths* (London: George Routledge, 1896); J. W. H. Harrison, "Genetical studies in the moths of the geometrid genus

Oporabia (Oporinia) with a special consideration of melanism in the Lepidoptera," *Journal of Genetics* 9 (1920), pp. 195-280; J. W. Heslop Harrison, "The Experimental Induction of Melanism, and other Effects, in the Geometrid Moth *Selenia bilunaria* esp.," *Proceedings of the Royal Society of London B* 117 (1935), pp. 78-92; E. B. Ford, "Problems of heredity in the Lepidoptera," *Biological Reviews* 12 (1937), pp. 461-503; E. B. Ford, *Ecological Genetics*, pp. 319-321. Vidi takode Michael E. N. Majerus, *Melanism: Evolution in Action* (Oxford: Oxford University Press, 1998).

Kettlewellovi eksperimenti

H. B. D. Kettlewell, "Selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera," *Heredity* 9 (1955), pp. 323-342; H. B. D. Kettlewell, "Further selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera," *Heredity* 10 (1956), pp. 287-301. Videti takode: Bernard Kettlewell, *The Evolution of Melanism* (Oxford: Clarendon Press, 1973).

Darvinov nedostajući dokaz?

Citati su iz: H. B. D. Kettlewell, "Selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera," *Heredity* 9 (1955), pp. 323-342; H. B. D. Kettlewell, "Darwin's Missing Evidence," *Scientific American* 200 (March 1959), pp. 48-53; P. M. Sheppard, *Natural Selection and Heredity*, Fourth Edition (London: Hutchinson University Library, 1975), p. 70; Sewall Wright, *Evolution and the Genetics of Populations*, Vol. 4: Variability Within and Among Natural Populations (Chicago: The University of Chicago Press, 1978), p. 186; J. S. Jones, "More to melanism than meets the eye," *Nature* 300 (1982), p. 109.

O opadanju melanizma videti: C. A. Clarke and P. M. Sheppard, "A local survey of the distribution of industrial melanic forms in the moth *Biston betularia* and estimates of the selective values of these in industrial environment," *Proceedings of the Royal Society of London B* 165 (1966), pp. 424-439; Bernard Kettlewell, *The Evolution of Melanism*; J. A. Bishop and Laurence M. Cook, "Moths, Melanism and Clean Air," *Scientific American* 232 (1975), pp. 90-99. Videti takode: D. R. Lees, "Industrial melanism: genetic adaptation of animals to air pollution," pp. 129-176 u J. A. Bishop and L. M. Cook (izdavači), *Genetic Consequences of Man-made Change* (London: Academic Press, 1981).

Problemi sa činjenicama

J. A. Bishop, "An experimental study of the cline of industrial melanism in *Biston betularia* (L.) (Lepidoptera) between urban Liverpool and rural North Wales," *Journal of Animal Ecology* 41 (1972), pp. 209-243; D. R. Lees and E. R. Creed, "Industrial melanism in *Biston betularia*: the role of selective predation," *Journal of Animal Ecology* 44 (1975), pp. 67-83; R. C. Steward, "Industrial and non-industrial melanism in the peppered moth, *Biston betularia* (L.)," *Ecological Entomology* 2 (1977), pp. 231-243; R. J. Berry, "Industrial melanism and peppered moths (*Biston betularia* (L.)), " *Biological Journal of the Linnean Society* 39 (1990), pp. 301-322. Videti takode: J. A. Bishop and L. M. Cook, "Industrial melanism and the urban environment," *Advances in Ecological Research* 11 (1980), pp. 373-404; G. S. Mani, "Theoretical models of melanism in *Biston betularia* - a review," *Biological Journal of the Linnean Society* 39 (1990), pp. 355-371.

Preuveličana uloga lišajeva

Bernard Kettlewell, *The Evolution of Melanism*; D. R. Lees, E. R. Creed, and L. G. Duckett, "Atmospheric pollutin and industrial melanism," *Heredity* 30 (1973), pp. 227-232; C. A. Clarke, G. S. Mani, and G. Wynne, "Evolution in reverse: clean air and the peppered moth," *Biological Journal of the Linnean Society* 26 (1985), pp. 189-199; Bruce S. Grant and Rory J. Howlett, "Background selection by the peppered moth (*Biston betularia* Linn.): individual differences," *Biological Journal of the Linnean Society* 33 (1998), pp. 217-232; B. S. Grant, D. E. Owen, and C. A. Clarke, "Parallel Rise and Fall of Melanic Peppered Moths in America and Britain," *Journal of Heredity* 87 (1996), pp. 351-357; B. S. Grant, A. D. Cook, C. A. Clarke, and D. F. Owen, "Geographic and Temporal Variation in the Incidence of Melanism in Peppered Moth Populations in America and Britain," *Journal of Heredity* 89 (1998), pp. 465-471. Videti takode: D. F. Owen, "The Evolution of Melanism in Six Species of North American Geometrid Moths," *Annals of the Entomological Society of America* 55 (1962), pp. 695-703; Bruce S. Grant, Denis F. Owen, and Cyril A. Clarke, "Decline of melanic moths," *Nature* 373 (1995), p. 565.

Biberasti moljci ne odmaraju na stalima drveća

Jedan pokušaj da se moljci oslobode pre zore opisan je u: Bernard Kettlewell, *The Evolution of Melanism*, p. 129; Citati Kettlewella o tome da moljci izabiraju više pozicije na drveću je iz: H. B. D. Kettlewell,

"Selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera," *Heredity* 9 (1955), pp. 323-342.

Među istraživanjima koja su koristila mrtve primerke, zalepljene ili prikačene na stabla drveća, jesu i: C. A. Clarke and P. M. Sheppard, "A local survey of the distribution of industrial melanic forms in the moth *Biston betularia* and estimates of the selective values of these in an industrial environment," *Proceedings of the Royal Society of London B* 165 (1966), pp. 424-439; J. A. Bishop, "An experimental study of the cline of industrial melanism in *Biston betularia* (L.) (Lepidoptera) between urban Liverpool and rural North Wales," *Journal of Animal Ecology* 41 (1972), pp. 209-243; D. R. Lees and E. R. Creed, "Industrial melanism in *Biston betularia*: the role of selective predation," *Journal of Animal Ecology* 44 (1975), pp. 67-83; R. C. Steward, "Melanism and selective predation in three species of moths," *Journal of Animal Ecology* 46 (1977), pp. 483-496; N. D. Murray, J. A. Bishop, and M. R. MacNair, pp. 483-496; N. D. Murray, J. A. bishop, and M. R. MacNair, "Melanism and predation by birds in the moths *Biston betularia* and *Phigalia pilosauria*," *Proceedings of the Royal Society of London B* 210 (1980), pp. 277-283.

Sumnje oko korišćenja mrtvih moljaca izražene su u Kettlelovoj knjizi, *The Evolution of Melanism*, p. 150; i od J. A. Bishop and Laurence M. Cook, "Moths, Melanism and Clean Air," *Scientific American* 232 (1975), pp. 90-99.

Za prave činjenice koje se odnose na prirodno mesto za odmor moljaca, videti: K. Mikkola, "On the selective forces acting in the industrial melanism of *Biston* and *Oliga* moths (Lepidoptera: Geometridae and Noctuidae)," *Biological Journal of the Linnean Society* 21 (1984), pp. 409-421; C. A. Clarke, G. S. Mani, and G. Wynne, "Evolution in reverse: clean air and the peppered moth," *Biological Journal of the Linnean Society* 26 (1985), pp. 189-199; Rory J. Howlett and Michael E. N. Majerus, "The understanding of industrial melanism in the peppered moth (*Biston betularia*) (Lepidoptera: Geometridae)," *Biological Journal of the Linnean Society* 30 (1987), pp. 31-44; Tony G. Liebert and Paul M. Brakefield, "Behavioural studies on the peppered moth *Biston betularia* and a discussion of the role of pollution and lichens in industrial melanism," *Biological Journal of the Linnean Society* 31 (1987), pp. 129-150; M. E. N. Majerus, *Melanism: Evolution in Action*, p. 116. Za kratak pregled, videti: Jeremy Cherfas, "Exploding the myth of the melanic moth," *New Scientist* (December 25, 1986 - January 1, 1987), p. 25.

Izrežirane fotografije

Fotografija iz 1975. godine koja koristi umrtvljene žive moljce je u: J. A. Bishop and Laurence M. Cook, "Moths, Melanism and Clean Air," *Scientific American* 232 (1975), pp. 90-99. (Procedura za pravljenje fotografije mi je potvrđena u ličnoj komunikaciji sa L. M. Cook, 1998, University of Manchester, U.K.) Izjava Sardženta je iz: Larry Witham, "Darwinism icons disputed: Biologists discount moth study," *The Washington Times* (National Weekly Edition) (January 25-31, 1999), p. 28.

Sumnje u klasičnu priču

Giuseppe Sermoniti and Paola Catastini, "On industrial melanism: Kettlewell's missing evidence," *Rivista di Biologia* 77 (1984), pp. 35-52; Atuhiro Sibatani, "Industrial Melanism Revisited," *Rivista di Biologia* 92 (1999), pp. 349-356. Videti takode: David M. Lambert, Craig D. Millar, and Tony G. Hughes, "On the classic case of natural selection," *Rivista di Biologia* 79 (1986), pp. 11-49; Craig Millar and David Lambert, "Industrial melanism-a classic example of another kind?" a review of Michael Majerus's *Melanism: Evolution in Action*, *BioScience* 49 (1999), pp. 1021-1023.

Theodore D. Sargent, Craig D. Millar, and David M. Lambert, "The 'Classical' Explanation of Industrial Melanism: Assessing the Evidence," *Evolutionary Biology* 30 (1998), pp. 299-322. Videti takode: Jonathan Wells, "Second Thoughts about Peppered Moths," *The Scientist* (May 24, 1999), p. 13

O termalnom melanizmu kod bubamara, videti: E. R. Creed, "Geographic variation in the two-spot ladybird in England and Wales," *Heredity* 21 (1996), pp. 57-72; Paul M. Brakefield, "Polymorphic Mullerian mimicry and interactions with thermal melanism in ladybirds and a soldier beetle: a hypothesis," *Biological Journal of the Linnean Society* 26 (1985), pp. 243-267. Videti takode: E. B. Ford, *Ecological Genetics*.

Za skorašnje odbrane klasične priče koje priznaju njene složenosti, videti: Michael E. N. Majerus, *Melanism: Evolution in Action* (Oxford: Oxford University Press, 1998); M. E. N. Majerus, C. F. A. Brunton, and J. Stalker, "A bird's eye view of the peppered moth," *Journal of Evolutionary Biology* 13 (2000), pp. 155-159; L. M. Cook, "Changing views on melanic moths," *Biological Journal of the Linnean Society* 69 (2000), pp. 431-441.

Nauka ili alhemija?

Jerry Coyne, "Not black and white," a review of Michael Majerus's *Melanism: Evolution in Action*, *Nature* 369 (1998), pp. 35-36; Bruce S. Grant, "Fine Tuning the Peppered Moth Paradigm," *Evolution* 53 (1999), pp. 980-984; John A. Endler, *Natural Selection in the Wild* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1986), p. 164.

Biberasti mit

Citati udžbenika su iz: Kenneth R. Miller and Joseph Levine, *Biology*, Fifth Edition (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000), pp. 297, 298; Burton S. Guttman, *Biology* (Boston, MA: WCB/McGraw-Hill, 1999), pp. 35-36; George B. Johnson, *Biology: Visualizing life*, Annotated Teacher's Edition (Orlando, FL: Holt, Rinehart and Winston, 1998), p. 182; Cecie Starr and Ralph Taggart, *Biology: The Unity and Diversity of Life*, Eighth Edition (Belmont, CA: Wadsworth Publishing, 1998), p. 286.

Jedan pohvalni izuzetak među širokim korišćenjem isceniranih slika jeste: Mark Ridley's textbook, *Evolution*, Second Edition (Cambridge, MA: Blackwell Science, 1996), koji sadrži fotografije biberastih moljaca kako odmaraju ispod horizontalnih grana na str. 104.

Među drugim udžbenicima koji sadrže biberasti mit su: Kenneth R. Miller and Joseph Levine, *Biology: The Living Science* (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998), p. 234; Eric Strauss and Marilyn Lisowski, *Biology: The Web of Life*, Second Edition (Glenview, IL: Scott Foresman/Addison Wesley, 2000), p. 250; Sylvia Mader, *Biology*, Sixth Edition (Boston, MA: WCM/McGraw-Hill, 1998), p. 310; Teresa Audersik and Gerald Audersik, *Biology: Life on Earth*, Fifth Edition (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999), p. 268.

Citat Ritera je iz: Carla Yu, "Moth-eaten Darwinism: A disproven textbook case of natural selection refuses to die," *Alberta Report Newsmagazine* Vol. 26, No. 15 (April 5, 1999), pp. 38-39. Udžbenik koji je u pitanju je: Bob Ritter, Richard F. Coombs, R. Bruce Drysdale, Grant A. Gardner, and Dave T. Lunn, *Biology* (Scarborough, ONT: Nelson Canada, 1993), koji se bavi biberastim moljcima na pp. 109-110.

Citati Kojna su iz Jerry Coyne, "Not black and white," pregled Michael Majerus's *Melanism: Evolution in Action*, *Nature* 396 (1998), pp. 35-36.

Poglavlje 8: Darwinove Zebe

Legenda o Darwinovim zebama

Citati Saloveja su iz: Frank J. Sulloway, "Darwin and His Finches: The Evolution of a Legend," *Journal of the History of Biology* 15 (1982), pp. 1-53; Sulloway, "Darwin and the Galapagos," *Biological Journal of the Linnean Society* 21 (1984), pp. 29-59. Videti takode: Sulloway, "Darwin's Conversion: The Beagle Voyage and Its Aftermath," *Journal of the History of Biology* 15 (1982), pp. 325-396; and Sulloway, "The legend of Darwin's finches," letter to *Nature* 303 (1983), p. 372.

Prvo izdanje Darwinovog dnevnika spominje da "kod trinaest vrsta zeba može da se uoči skoro savršena gradacija, od neobično debelog kljuna do tako tananog, da može da se poredi sa kljunom ptice crnoglavke. Pretpostavljam da su određeni članovi niza ograničeni na različitim ostrvima; zbog toga, da je kolekcija uzeta sa bilo kog pojedinačnog ostrva, ne bi predstavljala tako savršenu gradaciju". Charles Darwin, *Journal of Research into the Geology and Natural History of the various countries visited by H. M. S. Beagle*, (1839), Fascimile Reprint of the First Edition (New York: Hafner Publishing, 1952), p. 475. Činjenica da se Darwin pozivao na "trinaest" vrsta, broj trenutno prihvaćen, je čista slučajnost; njegovih trinaest "vrsta" nisu savremenih trinaest. Opširan citat iz drugog izdanja dnevnika je iz: Charles Darwin, *Journal of Researches into the Natural History and Geology of the Countries Visited during the Voyage of H. M. S. Beagle Round the World, under the Command of Capt. Fitz-Roy, R. N.*, Second Edition (London: John Murray, 1845), p. 380.

Zebe su prvi put nazvane "Darvinovim" u: Percy Lowe, "The Finches of the Galapagos in relation to Darwin's Conception of Species," *Ibis* 6 (1936), pp. 310-321. Ime je popularisano u: David Lack, *Darwin's Finches* (Cambridge: Cambridge University Press, 1947).

Darvinove zebe kao ikona evolucije

Citati Saloveja su iz: Frank J. Sulloway, "Darwin and His Finches: The Evolution of a Legend," *Journal of the History of Biology* 15 (1982), pp. 1-53.

Izbori udžbenika su: L. Gould and William T. Keeton, *Biological Science*, Sixth Edition (New York: W. W. Norton, 1996), p. 500; Peter H. Raven and George B. Johnson, *Biology*, Fifth Edition (Boston: WCB/McGraw-Hill, 1999), p. 410; George B. Johnson, *Biology: Visualizing Life*, Annotated Edition (Orlando, FL: Holt, Rinehart & Winston, 1998), p. 174.

Dokaz za evoluciju?

O genetiци kljunova zeba: Bilo je nekoliko studija o naslednosti kljunova, to jest o verovatnoći da će potomak blisko ličiti na svoje roditelje u ovoj osobini. Naslednost dubine kljuna kod *Geospiza fortis*, vrste koju su najintenzivnije proučavali Grantovi, je oko 80%. Iako ovo može da ukazuje na veliku genetičku (to jest, DNK kodiranu) komponentu, to ne identifikuje koji bi geni mogli da budu uključeni. Videti: Peter T. Boag, "The Heritability of External Morphology in Darwin's Ground Finches (*Geospiza*) on Island Daphne Major, Galapagos," *Evolution* 37 (1983), pp. 877-894; Peter R. Grant, *Ecology and Evolution of Darwin's Finches* (Princeton: Princeton University Press, 1986), pp. 180-182; Peter T. Boag and Arie J. van Noordwijk, "Quantitative Genetics," pp. 45-78 u F. Cooke and P. A. Buckley (izdavači), *Avian Genetics: A Population and Ecological Approach* (London: Academic Press, 1987).

Genetičko istraživanje Darwinovih zeba iz 1984. godine pronašlo je malo ili nimalo razlika između nekoliko vrsta; videti: James L. Patton, "Genetical processes in the Galapagos," *Biological Journal of the Linnean Society* 21 (1984), pp. 91-111. Istraživanje iz 1984. godine koje nije identifikovalo bilo koje gene uključene u određivanje morfologije kljuna je od: T. D. Price, P. R. Grant, and P. T. Boag, "Genetic Changes in the Morphological Differentiation of Darwin's Ground Finches," pp. 49-66 u K. Wohrman and V. Loeschcke (izdavači), *Population Biology and Evolution* (Berlin: Springer-Verlag, 1984). Videti takođe: Peter R. Grant, *Ecology and Evolution of Darwin's Finches*, pp. 177, 198-199, 281-283, 395, 399, 405-406.

O nedostaku primetnih hromozomskih razlika među zebama, videti: Nancy Jo, "Karyotypic Analysis of Darwin's Finches," pp. 201-217 u Robert I. Bowman, Margaret Berson, and Alan E. Leviton (izdavači), *Patterns of Evolution in Galapagos Organisms* (San Francisco, CA: Pacific Division, AAAS, 1983).

Bilo je dosta istraživanja molekularne filogenije Darwinovih zeba, ali molekularna filogenija mora, po svojoj prirodi, da se oslanja na gene koji nisu izloženi prirodnom odabiranju - ili se mutacije ne bi akumulirale samo u funkciji vremena i razlike DNK sekvenci i ne bi odražavale vremena razdvajanja. Za neka skorašnja istraživanja, videti: Kenneth Petren, B. Rosemary Grant, and Peter R. Grant, "A phylogeny of Darwin's finches based on microsatellite DNA length variation," *Proceedings of the Royal Society of London B* 266 (1999), pp. 321-329;

Akie Sato, Colm O'hUigin, Felipe Figueroa, Peter R. Grant, B. Rosemary Grant, Herbert Tichy, and Jan Klein, "Phylogeny of Darwin's

finches as revealed by mtDNA sequences," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 96 (1999), pp. 5101-5106.

Piter i Rozmari Grant su zaključili 1997. godine: "Znanje na osnovu koga možemo da izvršimo generalizaciju o genetiци nastanka novih vrsta ptica je nedovoljno." Peter R. Grant and B. Rosemary Grant, "Genetics and the origin of bird species," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 94 (1997), pp. 7768-7775.

Kljun zebe

Za detalje o ovoj čuvenoj priči, videti: Jonathan Weiner, *The Beak of the Finch* (New York: Vintage Books, 1994); citati su sa str. 9, 112. Citat Granta je iz: Peter R. Grant, "Natural Selection and Darwin's Finches," *Scientific American* 265 (October 1991), pp. 82-87. Videti takođe: Peter T. Boag and Peter R. Grant, "Intense Natural Selection in a Population of Darwin's Finches (*Geospizinae*) in the Galapagos," *Science* 214 (1981), pp. 82-85; Peter R. Grant, *Ecology and Evolution of Darwin's Finches* (Princeton: Princeton University Press, 1986).

Kada su se kiše vratile

Citati o preokretu selekcije su iz H. Lisle Gibbs and Peter R. Grant, "Oscillating selection on Darwin's finches," *Nature* 327 (1987), pp. 511-513; Weiner, *The Beak of the Finch*, pp. 104-105, 176; Peter R. Grant, "Natural Selection and Darwin's Finches," *Scientific American* 265 (October 1991), pp. 82-87. Videti takođe: Peter R. Grant, *Ecology and Evolution of Darwin's Finches*, pp. 184, 375, 395; Peter R. Grant and B. Rosemary Grant, "Predicting Microevolutionary Responses to Directional Selection on Heritable Variation," *Evolution* 49 (1995), pp. 241-251.

Preokret selekcije indukovane sušom, pošto su se kiše vratile, bio je primećen i kod velike kaktusove zebe na ostrvu Đenoveza; videti: B. Rosemary Grant and Peter R. Grant, *Evolutionary Dynamics of a Natural Population* (Chicago: The University of Chicago Press, 1989).

Prema paleontologu Robertu Kerolu, oscilirajuće prirodno odabiranje je pre pravilo nego izuzetak. Videti: Robert I. Carroll, "Towards a new evolutionary synthesis," *Trends in Ecology and Evolution* 15 (2000), pp. 27-32: "Tokom života većine vrsta, intenzitet i smer selekcije stalno se menja, ili na ocilirajući način ili na nešto što izgleda kao nasumično pomeranje... jer za veliki deo života većine vrsta postoji relativno mala neto promena, čak i tokom više stotina hiljada godina."

Razdvajanje ili spajanje?

Citati Grantovih su iz: B. Rosemary Grant and Peter R. Grant, "Evolution of Darwin's finches caused by a rare climatic event," *Proceedings of the Royal Society of London B* 251 (1993), pp. 111-117; Peter R. Grant and Rosemary Grant, "Hybridization of Bird Species," *Science* 256 (1992), pp. 193-197. Citati Veinera su iz njegove knjige: *The Beak of the Finch*, pp. 197, 176.

Videti takode: B. Rosemary Grant and Peter R. Grant, "High Survival of Darwin's Finch Hybrids: Effects of Beak Morphology and Diets," *Ecology* 77 (1996), pp. 500-509; B. Rosemary Grant and Peter R. Grant, "Hybridization and Speciation in Darwin's Finches," pp. 404-422, u Daniel J. Howard and Stewart H. Berlocher (izdavači), *Endless Forms: Species and Speciation* (New York: Oxford University Press, 1998); Peter R. Grant and B. Rosemary Grant, "Speciation and hybridization of birds on islands," pp. 142-162, u Peter R. Grant (izdavač), *Evolution on Islands* (Oxford: Oxford University Press, 1998).

Četrnaest vrsta ili šest?

Citati Grantovih su iz: Peter R. Grant and B. Rosemary Grant, "Hybridization of Bird Species," *Science* 256 (1992), pp. 193-197; Peter R. Grant, "Hybridization of Darwin's finches on Isla Daphne Major, Galapagos," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 340 (1993), pp. 127-139. Videti takode: P. Grant, *Ecology and Evolution of Darwin's Finches*, p. 206; B. Rosemary Grant and Peter R. Grant, "Hybridization and Speciation in Darwin's Finches," pp. 404-422, u Daniel J. Howard and Stewart H. Berlocher (izdavači), *Endless Forms: Species and Speciation* (New York: Oxford University Press, 1998).

Preuveličavanje činjenica

Citati Grantovih su iz Peter R. Grant and Rosemary Grant, "Speciation and hybridization in island birds," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 351 (1996), pp. 765-772; Peter R. Grant and B. Rosemary Grant, "Speciation and hybridization of birds on islands," pp. 142-162 u Peter R. Grant (izdavač), *Evolution on Islands* (Oxford: Oxford University Press, 1998), p. 155. Citat Ridlija je iz Mark Ridley, *Evolution*, Second Edition (Cambridge, MA: Blackwell Science, 1996), pp. 570-571.

National Academy of Sciences, *Science and Creationism: A View from the National Academie of Sciences*, Second Edition (Washington, DC: National Academy of Sciences Press, 1999), Chapter on "Evidence

Supporting Biological Evolution," p. 2; osim hiperbole o "ubedljivom primeru specijacije", ista priča je predstavljena i u knjižici Nacionalne akademije, *Teaching About Evolution and the Nature of Science* (Washington, DC: National Academy Press, 1998), Chapter 2, p. 10. Citat Džonsona je iz Phillip E. Johnson, "The Church of Darwin," *The Wall Street Journal* (August 16, 1999), pp. A14.

Poglavlje 9: Vinske mušice sa četiri krila

Slika 9-1 je zasnovana na: E. B. Lewis, "Control of Body Segment Differentiation in Drosophila by the Bithorax Gene Complex," pp. 269-288 u Max M. Burger and Rudolf Weber (izdavači), *Embryonic Development, Part A: Genetic Aspects* (New York, Alan R. Liss, 1982), Fig. 3, p. 274.

Poreklo varijacija od Darvina do DNK

Darwin, *The Origin of Species*, Chapter I, p. 37. Videti takode: Ernest Majer, *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution and Inheritance* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982); Peter J. Bowler, *Evolution: The History of an Idea*, Second Edition (Berkeley, CA: University of California Press, 1989). Citat Dobžanskog je iz: Theodosius Dobzhansky, *Genetics and the Origin of Species* (New York: Columbia University Press, 1937), p. 13. Citat Monoa je iz: Horace Freeland Judson, *The Eight Day of Creation: The Makers of the Revolution in Biology* (New York: Simon and Schuster, 1979), p. 217.

Korisne biohemijske mutacije

Za uvod u ogromnu literaturu o otpornosti na antibiotike, videti: Harold C. Neu, "The Crisis in Antibiotic Resistance," *Science* 257(1992), pp. 1064-1073; Julian Davies, "Inactivation of Antibiotics and the Dissemination of Resistance Genes," *Science* 264 (1994), pp. 375-382; Brian G. Spratt, "Resistance to Antibiotics Mediated by Target Alterations," *Science* 264 (1994), pp. 388-393; Martin C. J. Maiden, "Horizontal Genetic Exchange, Evolution, and Spread of Antibiotic Resistance in Bacteria," *Clinical Infectious Diseases* 27 Supplement 1 (1998): S12-S20.

O enzimskoj inaktivaciji kao najčešćem uzroku rezistencije na insekticide, videti: Michael Raymond, Amanda Callaghan, Phillipe Fort, and Nicole Pasteur, "Worldwide migration of amplified insecticide resistance genes in mosquitoes," *Nature* 350 (1991), pp. 151-153. Za opštu poza-

dinu o ulozi mutacija u otpornosti na insekticide i pesticide, videti: Richard T. Roush and John A. McKenzie, "Ecological Genetics of Insecticide and Acaricide Resistance," *Annual Review of Entomology* 32 (1987), pp. 361-380.

O anemiji srpastih ćelija, videti: Anthony C. Allison, "Sickle Cells and Evolution," *Scientific American* 195 (1956), pp. 87-94; F. Vogel and A. G. Motulsky, *Human Genetics*, Third Edition (Berlin: Springer-Verlag, 1997), pp. 299-301, 520-528.

Vinska mušica sa četiri krila

Thomas Hunt Morgan, Calvin B. Bridges, and A. H. Sturtevant, *The Genetics of Drosophila*, Reprint Edition (New York: Garland Publishing, 1988; originally S'Gravenhage, Netherlands: M. Nijhoff, 1925), p. 79; F. H. C. Crick and P. A. Lawrence, "Compartments and Polyclones in Insect Development," *Science* 189 (1975), pp. 340-347; E. B. Lewis, "A gene complex controlling segmentation in *Drosophila*," *Nature* 276 (1978), pp. 565-570; E. B. Lewis, "Control of Body Segment Differentiation in *Drosophila* by the Bithorax Gene Complex," pp. 269-288 u Max M. Burger, and Rudolf Weber (izdavači), *Embryonic Development*, Part A: Genetic Aspects (New York, Alan R. Liss, 1982); E. B. Lewis, "Regulation of the Genes of the Bithorax Complex in *Drosophila*," *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 50 (1985), pp. 155-164; Jordi Casanova, Ernesto Sanchez-Herrero, and Gines Morata, "Prothoracic Transformation and Functional Structure of the Ultrabithorax Gene of *Drosophila*," *Cell* 42 (1985), pp. 663-669; Philip A. Beachy, "A molecular view of the *Ultrabithorax* homeotic gene of *Drosophila*," *Trends in Genetics* 6 (1990), pp. 46-51.

Podaci za sliku 9-2 su iz: Mark Peifer and Welcome Bender, "The anterobithorax and bithorax mutations of the bithorax complex," *EMBO Journal* 5 (1986), pp. 2293-2303; E. B. Lewis, "Genes and Developmental Pathways," *American Zoologist* 3 (1963), pp. 33-56.

Vinske mušice sa četiri krila i evolucija

Citat udžbenika je iz: Peter H. Raven and George B. Johnson, *Biology*, Fifth Edition (Boston: WCB/McGraw-Hill, 1999), p. 334. Videti takođe: William K. Purves, Gordon H. Orians, H. Craig Heller, and Davod Sadava, *Life: The Science of Biology*, Fifth Edition (Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1998), pp. 508-509; Douglas Futuyma, *Evolutionary Biology*, Third Edition (Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1998), pp. 48-49.

O odsustvu mišića za letenje kod drugog para krila, videti: H. H. El Shatoury, "Developmental Interactions in the Development of the Imaginal Muscles of *Drosophila*," *Journal of Embryology and Experimental Morphology* 4 (1956), pp. 228-239; Alberto Ferrus and Douglas R. Kankel, "Cell Lineage Relationships in *Drosophila melanogaster*: The Relationships of Cuticular to Internal Tissues," *Developmental Biology* 85 (1981), pp. 485-504; M. David Egger, Suzan Harris, Bonnie Peng, Anne M. Schneiderman, and Robert J. Wyman, "Morphometric Analysis of Thoracic Muscles in Wildtype and in Bithorax *Drosophila*," *The Anatomical Record* 226 (1990), pp. 373-382; J. Fernandes, S. E. Celniker, E. B. Lewis, and K. VijayRaghavan, "Muscle development in the four-winged *Drosophila* and the role of the Ultrabithorax gene," *Current Biology* 4 (1994), pp. 957-964; Sudipto Roy, L. S. Shashidhara, and K. VijayRaghavan, "Muscles in the *Drosophila* second thoracic segment are patterned independently of autonomous homeotic gene function," *Current Biology* 7 (1997), pp. 222-227.

Za Majerovu kritiku makromutacija, videti: Ernst Mayr, *Populations, Species and Evolution*, sažetak iz njegove knjige iz 1963. godine, *Animal Species and Evolution* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1970), pp. 251-253. Majer je kritikovao gledište genetičara sa Berklija Ričarda Goldšmita da bi velike mutacije - koje produkuju ono što je Goldšmit nazvao "monstumi koji obećavaju" - mogle da prevaziđu nemogućnost malih mutacija da objasne evoluciju. Videti: Peter J. Bowler, *Evolution: The History of an Idea*, Revised Edition (Berkeley, CA: University of California Press, 1989), pp. 339-340.

Reverzna evolucija?

National Academy of Sciences, *Teaching About Evolution and the Nature of Science* (Washington, DC: National Academy Press, 1998), Chapter 5, p. 2. Videti takođe: National Academy of Sciences, *Science and Creationism: A View from the National Academy of Sciences*, Second Edition (Washington, DC: National Academy of Sciences Press, 1999), Appendix, p. 1.

O kompleksnoj mreži interakcija koju kontroliše *ultrabitoraksni* gen, videti: Scott D. Weatherbee, Georg Halder, Jaeseob Kim, Angela Hudson, and Sean Carroll, "*Ultrabithorax* regulates genes at several levels of the wing-patterning hierarchy to shape the development of the *Drosophila* haltere," *Genes & Development* 12 (1998), pp. 1474-1482.

Da li su DNK mutacije sirova građa za evoluciju?

Citati udžbenika su iz: Cecie Starr and Ralph Taggart, *Biology: The Unity and Diversity of Life*, Eighth Edition (Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company, 1998), p. 283; Burton S. Guttman, *Biology* (Boston: WCB/McGraw-Hill, 199), p. 470.

O saturacijskoj mutagenezi kod vinskih mušica, videti: Christiane Nusslein-Volhard and Eric Wieshaus, "Mutations affecting segment number and polarity in *Drosophila*," *Nature* 287 (1980), pp. 795-801; Daniel St. Johnston and Christiane Nusslein-Volhard, "The Origin of Pattern and Polarity in the *Drosophila* Embryo," *Cell* 68 (1992), pp. 201-219. O saturacijskoj mutagenezi kod zebastih ribica, videti: Peter Aldhous, "'Saturation screen' lets zebrafish show their stripes," *Nature* 404 (2000), p. 910; Gretchen Vogel, "Zebrafish Earns Its Stripes in Genetic Screens," *Science* 288 (2000), pp. 1160-1161.

Iznad gena

Za skorašnje publikacije koje dovode u pitanje to da li geni kontrolišu razviće, videti: B. C. Goodwin, "What are the Cause of Morphogenesis?" *BioEssays* 3 (1985), pp. 32-36; J. M. Barry, "Informational DNA a useful concept?" *Trends in Biochemical Sciences* 11 (1986), pp. 317-318; Michael Locke, "Is there somatic inheritance of intracellular patterns?" *Journal of Cell Science* 96 (1990), pp. 563-567; H. F. Nijhout, "Metaphors and the Role of Genes in Development," *BioEssays* 12 (1990), pp. 441-446; Jonathan Wells, "The History and Limits of Genetic Engineering," *International Journal on the Unity of the Sciences* 5 (1992), pp. 137-150; Brian C. Goodwin, *How the Leopard Changed Its Spots* (New York: Charles Scribner's Sons, 1994).

O usponu neo-darvinističkog monopola u genetici videti: Jan Sapp, *Beyond the Gene: Cytoplasmic Inheritance and the Struggle for Authority in Genetics* (Oxford: Oxford University Press, 1987); citati su sa str. 59, 81, 85.

Konferenciju o "Genima i razviću" sponzoriso je Institut für Ethik und Geschichte der Medizin iz Bazela, u Švajcarskoj, 19-20. mart, 1999. godine. Ne spominjem ime učesnice iz Nemačke koja mi je ispričala njenu priču, iz istog razloga iz kog ne otkrivam ime kineskog paleontologa spomenutog na kraju poglavlja o drvetu života - da bi je zaštitio od lovaca na jeretike.

Poglavlje 10: Fosilni konji i usmerena evolucija

Slika 10-1 je iz: William D. Matthew, "The Evolution of the Horse," Supplement to *American Museum of Natural History Journal* 3 (January 1903), Guide Leaflet No. 9, following p. 8.

Fosilni konji i ortogeneza

O ortogenezi, videti: Ernst Mayr, *The Growth of Biological Thought* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982), pp. 528-531; Peter J. Bowler, *Evolution: The History of an Idea*, Revised Edition (Berkeley, CA: University of California Press, 1989), pp. 268-270; Robert C. Richardson and Thomas C. Kane, "Orthogenesis and Evolution in the 19th Century: The Idea of Progress in American Neo-Lamarckism," pp. 149-167 u Matthew H. Nitecki (izdavač), *Evolutionary Progress* (Chicago: The University of Chicago Press, 1988).

Citati Šindeulfa su iz: Otto H. Schindewolf, *Basic Questions in Paleontology* (u originalu *Grundfragen der Palaontologie*, 1950), prevela Judith Schaefer (Chicago: The University of Chicago Press, 1993), p. 270, 273.

Citat Simpsona je iz: George Gaylord Simpson, *The Meaning of Evolution* (New Haven, CT: Yale University Press, 1949), p. 159.

Revizija slike o evoluciji konja

Najkompletniji jedinstveni izvor o evoluciji konja je: Bruce J. McFadden, *Fossil Horses: Systematics, Paleobiology, and Evolution of the Family Equidae* (Cambridge: Cambridge University Press, 1992). Za raniji pregled videti: Bruce J. McFadden, "Horses, the Fossil Record, and Evolution," *Evolutionary Biology* 22 (1988), pp. 131-158. Videti takode: Robert J. G. Savage, *Mammal Evolution: An Illustrated Guide* (New York & Oxford: Facts on File and The British Museum (Natural History): 1986), pp. 200-205.

Citat Simpsona je iz: George Gaylord Simpson, *Tempo and Mode in Evolution* (New York, Columbia University Press, 1944), p. 163.

Podaci za sliku 10-2 su iz: Bruce J. McFadden, *Fossil Horses*, pp. 99, 194.

O tome da rod *Miohippus* prethodi rodu *Mesohippus*, videti: Donald R. Prothero and Neil Shubin, "The Evolution of Oligocene Horses," pp. 142-175 u Donald R. Prothero and Robert M. Schoch (izdavači), *The Evolution of Perissodactyls* (New York: Oxford University Press, 1989), p. 151; Bruce J., McFadden, *Fossil Horses*, p. 176.

Šta činjenice stvarno pokazuju?

Za Simpsonovo gledište, videti: George Gaylord Simpson, *The Meaning of Evolution* (New Haven, CT: Yale University Press, 1949), p. 159; Simpson, *Horses* (New York: Oxford University Press, 1951); Simpson, *The Major Features of Evolution* (New York: Simon & Schuster, 1953), pp. 260-265.

Neusmerena evolucija od Darvina do Doukinsa

Citati Darvina su iz: Francis Darwin (izdavač), *The Life and Letters of Charles Darwin* (New York: D. Appleton, 1887), Vol. 1. pp. 278-279; Vol. II, pp. 105-106. Videti takođe: Francis Darwin and A. C. Seward (izdavači), *More Letter of Charles Darwin* (New York: D. Appleton, 1903), Vol. I, pp.191-192, 321, 395; Francis Darwin (izdavač), *The Life and Letters of Charles Darwin*, Vol. II, pp. 97-98, 146, 169-170, 247.

O Darvinovom protivljenju usmerenoj evoluciji, videti: Neal C. Gillespie, *Charles Darwin and the Problem of Creation* (Chicago: The University of Chicago Press, 1979); Jonathan Wells, "Charles Darwin on the Teleology of Evolution," *International Journal on the Unity of the Sciences* 4 (1991), pp. 133-156.

Citati Simpsona su iz: Simpson, *The Meaning of Evolution*, pp. 132, 345. Citat Monoa je iz: Horace Freeland Judson, *The Eight Day Of Creation* (New York: Simon & Schuster, 1979), p. 217.

Slepi časovničar

William Paley, *Natural Theology*, Reprint of 1802 edition (Houston, TX: St. Thomas Press, 1972), p. 1; Richard Dawkins, *The Blind Watchmaker* (New York: W. W. Norton, 1986), pp. x, 1, 5, 6, 287.

Podučavanje materijalističke filozofije pod maskom nauke

Citati udžbenika su iz: Kenneth R. Miller and Joseph S. Levine, *Biology*, Fifth Edition (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000), p. 658; William K. Purves, Gordon H. Orians, H. Craig Heller, and David Sadava, *Life: The Science of Biology*, Fifth Edition (Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1998), p. 10; Neil A. Campbell, Jane B. Reece, and Lawrence G. Mitchell, *Biology*, Fifth Edition (Menlo Park, CA: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1999), pp. 412-413; Peter H. Raven and George B. Johnson, *Biology*, Fifth Edition (Boston: WCB/McGraw-Hill, 1999), p. 15; Douglas J. Futuyma, *Evolutionary*

Biology, Third Edition (Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1998), pp. 8, 5.

Poglavlje 11: Konačna ikona

Darwin, *The Origin of Species*, Conclusion, p. 373; Stephen Jay Gould, *Wonderful Life* (New York: W. W. Norton, 1989), p. 28.

Da li smo (samo) životinje?

Darwin, *The Descent of Man*, pp. 137-143, in John R. Durant (izdavač), *Human Origins* (Oxford: Clarendon Press, 1989), pp. 137-138. Toma Akvinski nabroja mnoga primere osećanja i emocija koje su "zajedničke ljudima i drugim životinjama" u svojoj *Summa Theologiae*, First Part (Treatise on Man) and First Part of the Second Part (Treatise on the Divine Government).

Pronalaženje činjenica tako da odgovaraju teoriji

Thomas Henry Huxley, *Evidence as to Man's Place in Nature*, reprint of 1863 edition (New York: D. Appleton, 1886); citati su sa str. 125 i 132, izdanja iz 1886. godine.

O Neandertalcima, videti: Marcellin Boule and Henri V. Vallois, *Fossil Men: A Textbook of Human Palaeontology* (London: Thames and Hudson, 1957), u originalu *Les Hommes Fossiles* (1923); poređenje Boulove pogrešne rekonstrukcije neandertalskog skeleta i savremenog čoveka je na str. 253. Videti takođe: Niles Eldredge and Ian Tattersall, *The Myths of Human Evolution* (New York: Columbia University Press, 1982), p. 76.

Isključivanje Neandertalca iz loze ljudi je pomoglo da se pripremi put za Piltdaunskog čoveka. Videti: Michael Hammond, "A Framework of Plausibility for an Anthropological Forgery: The Piltdown Case," *Anthropology* 3 (1979), pp. 47-58; Lewin, *Bones of Contention*, pp. 63-70; Ian Tattersall, *The Fossil Trail: How We Know What We Think We Know About Human Evolution* (New York: Oxford University Press, 1995), pp. 20-24, 36-39.

Piltdaunska prevara

Originalni objavljeni izveštaj o Piltdaunskom čoveku je: C. Dawson and A. S. Woodward, "On the discovery of a Paleolithic human skull and mandible in a flint-bearing gravel overlying the Wealden (Hastings

Beds) at Piltdown, Fletching (Sussex)," *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 69 (1913), pp. 117-151.

O otkrivanju piltdaunske prevare, videti: J. S. Weiner, F. P. Oakley, and W. E. Le Gros Clark, "The Solution of the Piltdown Problem," *Bulletin of the Solution of the Piltdown Problem*, *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, *Geology* 2 (1953), pp. 139-146; and J. S. Weiner, et al., "Further Contributions to the Solution of the Piltdown Problem," *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, *Geology* 2 (1953), pp. 139-146; and J.pp. 225-287; J. S. Weiner and K. P. Oakley, "The Piltdown Fraud: Available Evidence Reviewed," *American Journal of Physical Anthropology* 12 (1954), pp. 1-7; J. S. Weiner, *The Piltdown Forgery* (London: Oxford University Press, 1955). Neke teorije o tome ko su mogli da budu izvršioi su date u: Ronald Millar, *The Piltdown Men* (London: Victor Gollancz, 1972); Stephen Jay Gould, "The Piltdown Conspiracy," *Natural History* 89 (August 1980), pp. 8-28; John Hathaway Winslow and Alfred Meyer, "The Perpetrator at Piltdown," *Science* 83 4 (September 1983), pp. 33-43.

Citati su iz: Lewin, *Bones of Contention*, pp. 70, 73; Jane Maienschein, "The One and the Many: Epistemological Reflections on the Modern Human Origins Debate," pp. 413-422 u G. A. Clark and C. M. Willermet (izdavači), *Conceptual Issues in Modern Human Origins Research* (New York: Aldine de Gruyter, 1997), p. 415; John Napier, *The Roots of Mankind* (Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1970), p. 139; Eldredge and Tattersall, *The Myths of Human Evolution*, pp. 126-127.

Koliko fosili mogu da nam otkriju?

O promenljivoj izgledu lobanje 1470, videti: Lewin, *Bones of Contention*, p.160; videti takođe: Tattersall, *The Fossil Trail*, p. 133. Prikazi vrste *Homo habilis* od četvorice različitih umetnika su u "Behind the Scenes," *National Geographic* 197 (March, 2000), p. 140. Crteži su u stvari na strani bez broja, ubačeni među reklame na kraju članka; broj strane koji je ovde naveden dobijen je proračunom na osnovu poslednje strane obeležene brojem.

O poteškoći rekonstruisanja evolucionarne istorije, videti: Constance Holden, "The Politics of Paleoanthropology," *Science* 213 (1981), pp. 737-740. Citati Gija su iz: Henry Gee, *In Search of Deep Time: Beyond the Fossil Record to a New History of Life* (New York: The Free Press, 1999), pp. 113, 23, 32, 202, 32, 116-117.

Paleoantropologija: nauka ili mit?

O komentarima Duranta, videti: Lewin, *Bones of Contention*, p. 312; John R. Durant, "The Myth of human evolution," *New Universities Quarterly* 35 (1981), pp. 425-438. Za izveštaj o primedbama Mata Kartmila, 13. aprila 1984., videti: Lewin, *Bones of Contention*, p. 302.

Misia Landau, *Narratives of Human Evolution* (New Haven, CT: Yale University Press, 1991), pp. ix-x, 148.

Za citate Tatersala i Klarka, videti: Ian Tattersall, "Paleoanthropology and Preconception," pp. 47-54 u W. Eric Meikle, F. Clark Howell and Nina G. Jablonski (izdavači), *Contemporary Issues in Human Evolution*, Memoir 21 (San Francisco, CA: California Academy of Sciences, 1996), p. 53; Geoffrey A. Clark, "Through a Glass Darkly: Conceptual Issues in Modern Human Origins Research," pp. 60-76 u G. A. Clark and C. M. Willermet (izdavači), *Conceptual Issues in Modern Human Origins Research* (New York: Aldine de Gruyter, 1997), p. 76.

Šta znamo o poreklu čoveka?

Za dobre crteže mnogih od glavnih fosilnih lobanja danas poznatih, videti: Ian Tattersall, *The Fossil Trail: How We Know What We Think We Know About Human Evolution* (New York: Oxford University Press, 1995). Za kolekciju eseja učesnika u skorašnjem sporu oko porekla čoveka, videti: Russell L. Ciochon and John G. Fleagle, *The Human Evolution Source Book* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1993). Videti takođe druge eseje u dve kolekcije navedene dole.

Citat o 150 različitih gledišta o Neandertalcima je iz: James Shreeve, *The Neandertal Enigma* (New York: William Morrow, 1995), p. 252.

F. Clark Howell, "Thoughts on the Study and Interpretation of the Human Fossil Record," pp. 1-39 u W. Eric Meikle, F. Clark Howell, and Nina G. Jablonski (izdavači), *Contemporary Issues in Human Evolution*, pp. 3, 31.

Geoffrey A. Clark, "Through a Glass Darkly: Conceptual Issues in Modern Human Origins Research," pp. 60- 76 u G. A. Clark and C. M. Willermet (izdavači), *Conceptual Issues in Modern Human Origins Research*, p. 60-62.

Ideje maskirane kao neutralni opis prirode

Stephen Jay Gould, *Wonderful Life* (New York, W. W. Norton, 1989), pp. 27-52. Citati Rusea su iz: Michael Ruse, "How evolution became a religion," *National Post* (May 13, 2000), www.nationalpost.com/artslife.asp?f=000513/288424.html. Intervju sa Guldom iz

udžbenika je iz: Peter H. Raven and George B. Johnson, *Biology*, Fifth Edition (Boston: WCB/McGraw-Hill, 1999), p. 14.

Poglavlje 12: Nauka ili Mit?

Citat Majera je iz: Ernst Mayr, "Darwin's Influence on Modern Thought," *Scientific American* 283 (July 2000), pp. 79-83.

Reč "p"

Citat Gulda je iz: Stephen Jay Gould, "Abscheulich! Atrocious!" *Natural History* (March 2000), pp. 42-49.

Citat Ritera je iz: Carla Yu, "Moth-eaten Darwinism: A disproven textbook case of natural selection refuses to die," *Alberta Report Newsmagazine*, Vol. 26, No. 15 (April 5, 1999), pp. 38-39. Udžbenik koji je u pitanju jeste: Bob Ritter, Richard F. Coombs, R. Bruce Drysdale, Grant A. Gardner, and Dave T. Lunn, *Biology* (Scarborough, ONT: Nelson Canada, 1993), koji se bavi biberastim moljcima na str. 109-110.

Nepristupačna izjava o "pretpostavljenim kožnim strukturama" za rod *Bambiraptor* je iz: David A. Burnham, Craig L. Derstler, Philip J. Currie, Robert T. Bakker, Zhonghe Zhou, and John H. Ostrom, "Remarkable New Birdlike Dinosaur (Theropoda: Maniraptora) from the Upper Cretaceous of Montana," *The University of Kansas Paleontological Contributions*, New Series, No. 13 (March 15, 2000), p. 8.

Loše ponašaje naučika i berzanska prevara

National Academy of Sciences, *Teaching About Evolution and the Nature of Science* (Washington, DC: National Academy Press, 1998), Chapter 2, p. 10; National Academy of Sciences, *Science and Creationism: A View from the National Academy of Sciences*, Second Edition (Washington, DC: National Academy of Sciences Press, 1999), Poglavlje o "Evidence Supporting Biological Evolution," p. 2.

Phillip E. Johnson, "The Church of Darwin," *The Wall Street Journal* (August 16, 1999), p. A14. O primenjivanju zakona na loše ponašanje naučnika, videti: Securities Exchange Act of 1934, 17 C.F.R. 240.10b-5; Louis M. Guenin, "Expressing a consensus on candour," *Nature* 402 (1999), pp. 577-578.

Darvinistička cenzura

O naporima odbora Bejlor Univerziteta da utišaju kritike na darvinizam, videti: Mark Wingfield, "Baylor faculty, administration clash over center for creation study," *Associated Baptist News* (May 12, 2000); John Drake, "Sloan nixes decision to dissolve Polanyi," *Baylor Lariat* (Thursday, April 20, 2000). Videti takođe: Ron Nissimov, "Baylor professors concerned center is front for promoting creationism," *Houston Chronicle*, July 3, 2000, p. 1 (www.chron.com/cs/CDA/story.htm?page1). Za informacije o Centru Majkl Polani, videti njihov veb sajt, www.baylor.edu/~polanyi.

O pokušajima školskog odbora u Melvindejlu u Mičigenu da stave knjige koje kritikuju darvinizam u biblioteku srednje škole, videti: Jonathan Wells, "Local book battle concerns academic liberty," *The Detroit News* (March 14, 1999), p. 7B. The NCSE citati su iz Molleen Matsumura, "Facing Challenges to Evolution Education," <http://www.natcensci.org/tenchal.html>.

Priča o Rodžeru De Hartu je sažeta u novinskom članku: Theresa Goffredo, "School officials throw extra science materials out of class," *The (Burlington, WA) Skagit Valley Herald* (May 28, 2000). p. A1. Internet verzija: <http://www.skagitvalleyherald.com/daily/00/may/28/a1dehart.html>.

Standardi koje je stvarno usvojila država Kansas su na internet sajtu Odbora za Obrazovanje: http://www.ksbe.state.ks.us/outcomes/science_12799.html. O onome šta se stvarno desilo u Kansasu, videti: Jonathan Wells, "Ridiculing Kansas school board easy, but it's not good journalism," *The (Mitchell, SD) Daily Republic* (October 14, 1999). Tekst je ovde reprodukovano, uz dozvolu:

Šale o čarobnjaku iz Oza su vrlo popularne dok se u isto vreme informativni mediji otimaju u ismejavanju države Kansas za umanjivanje, izbacivanje ili čak zabranjivanje evolucije u svojim javnim školama. Ali ljudi koji pišu takve stvari očigledno nisu čitali Standarde za naučno obrazovanje u Kansasu. Istina je da je 11. avgusta odluka Školskog odbora u stvari povećala isticanje evolucije u javnim školama.

Stari naučni standardi, koji važe od 1995. godine, posvećivali su oko 70 reči biološkoj evoluciji. Standardi koje su predložili Odboru ranije, tokom ove godine, 27 članova Dopisnog komiteta za standarde naučnog obrazovanja povećali su to na oko 640 reči. Standardi koje je stvarno usvojio odbor 11. avgusta uključuju oko 390 reči na tu temu. Tako je od Školskog odbora države Kansas, od koje je traženo devetostruko povećanje standarda za evoluciju, odobreno petostruko povećanje.

Naravno, broj reči ne objašnjava celu priču. Ali 390 reči koje je odobrio Odbor, sadrže mnoge od odredbi koje je predložio Komitet. Na primer, Odbor je usvojio doslovni rezime Darwinove teorije koji je dao Komitet: "Prirodno odabiranje uključuje sledeće koncepte: 1) Nasledna promena postoji kod svih vrsta; 2) neke nasledne karakteristike su pogodnije za reprodukciju i/ili opstanak od drugih; 3) postoji konačan izvor resursa potrebnih za život; ne preživljavaju svi potomci; 4) jedinke sa korisnim karakteristikama uglavnom preživljavaju; 5) korisne karakteristike se povećavaju u populaciji tokom vremena." Bilo bi teško naći bolji rezime Darwinove teorije prirodnog odabiranja; učenici u Kansasu će sada biti testirani po njemu.

Odbor je takođe zahtevao od studenata da shvate da "mikroevolucija... favorizuje korisne genetičke varijacije i doprinosi biološkoj raznovrsnosti", i navodi kljun zebe kao primer. Međutim, Odbor je odbio da usvoji predlog Komiteta koji zahteva da studenti shvate da mikroevolucija dovodi do makroevolucije - nastanka novih struktura i novih grupa organizama. Odbijanje odbora je razumljivo, pošto čak i neki biolozi sumnjaju da promene u kljunu kod zebe može da objasni sam nastanak zeba.

Bilo je i nekih drugih preporuka koje Odbor nije prihvatio. Na primer, Komitet je zahtevao od studenata da shvate da: "Zajedničko poreklo živih bića omogućuje im da se klasifikuju u grupe po hijerarhiji." Ovaj zahtev bi bez sumnje bio iznenađujući za zastupnika stvaranja iz 18. veka, Karla Linea, kome nije bilo potrebno zajedničko poreklo kada je napravio hijerarhijski sistem klasifikacije koji još uvek koriste savremeni biolozi.

Još interesantnije od ovih detalja bio je poziv Komiteta da se evolucija ubaci u samo srce nauke. Po standardu iz 1995. godine, nauka uključuje četiri opšte teme: energija/materija, obrasci promene, sistemi i interakcije, i stabilnost i modeli. Pored toga, priroda nauke je da "obezbedi sredstva za proizvodnju znanja", koristeći procese kao što su "posmatranje, klasifikacija, dovođenje u pitanje, zaključivanje... (i) prikupljanje i zabeležavanje podataka". Dopisni komitet za standarde za naučno obrazovanje predložio je da se doda peta opšta tema, "obraci kumulativne promene", čiji je primer "biološka teorija evolucije".

Meni kao biologu, ovo je čudno. Zašto ubrajati specifičnu teoriju kao što je biološka evolucija među generalne teme kao što su "sistemi i interakcije", ili osnovne procese kao što su "skupljanje i zabeležavanje podataka"? To je kao ubacivanje specifičnog zakona u ustav dizajniran da uspostavi okvir za donošenje zakona.

Zašto su standardi iz 1995. godine uopšte morali da se menjaju? Predlog Komiteta je produkt skorašnjih napora ljudi širom zemlje koji veruju da je Darwinova evolucija neophodna biološkoj nauci. Okupljajući poziv za te napore jeste čuvena maksima Teodosijusa Dobžanskog: "Ništa u biologiji nema smisla osim u svetlu evolucije." Ali, Dobžanski je pogrešio. Postoje čitave oblasti u biologiji kojima nije potrebna evoluciona teorija, a postoje činjenice da su najobuhvatnije tvrdnje darvinizma pogrešne. Još važnije, ne može da postoji takva stvar kao što je nezamenljiva teorija u nauci. Pravi naučnik bi rekao da ništa u biologiji nema smisla osim u svetlu činjenica.

Standardi koje je usvojio Školski odbor države Kansas daleko je od savršenog. Biološko obrazovanje bi bolje koristilo ako bi se od učenika zahtevalo da shvate makroevoluciju teoriju, uz to da im se predaju naučne činjenice protiv nje. Međutim, pod datim okolnostima, Odbor je možda uradio najbolje što je mogao. Suočen sa nacionalnim pritiskom da uključi Darwinovu teoriju u sam opis prirode nauke, Odbor se hrabro odupirao, snabdevajući police svoje radnje sa još evolucije, ali odbijajući da preda radnju.

Komentatori vesti koji ismejavaju državu Kansas za umanjivanje, izbacivanje, ili čak zabranjivanje evolucije u svojim školama ne samo da pogrešno predstavljaju istinu, već takođe i promašuju pravu priču. Zašto Darwinisti polude na pomisao da učenici srednjih škola dovode u pitanje njihovu teoriju? Zašto biološki udžbenici nastavljaju da navode činjenice za evoluciju koje su odavno diskreditovane? Koliko kvalifikovanih naučnika je izgubilo svoje poslove predavača ili finansiranje istraživanja samo zato što su se usudili da kritikuju darvinizam? Koliko miliona dolara od vašeg poreza će biti potrošeno ove godine od strane darvinista koji pokušavaju da pronađu dokaze za teoriju za koju tvrde da je već dokazana van svake sumnje? Tu ima dovoljno para da se mesecima drži zaposlen jedan tim istraživača.

Pre nekoliko godina, kada je upitan zašto mediji troše toliko vremena prikazujući suđenje O. J. Simpsonu, novinski komentator je rekao: "To je lak posao." Ismevanje Kansasa je takođe lak posao. Ali to nije dobro novinarstvo.

O uskraćivanju učenicima iz Kansasa pristup na koledže koje kontrolišu darvinisti, videti: Herbert Lin, "Kansas Evolution Ruling," *Science* 285 (1999), p. 1849; John Rennie "A Total Eclipse of Reason," *Scientific American* 281 (October 1999), p. 124; i John Rennie, "Fan Mail from the Fringe," *Scientific American* (February 2000), p. 4.

Brus Alberts je napisao predgovor za knjižicu *Science and Creationism: A View from the National Academy of Sciences*, Second Edition (Washington, DC: National Academy of Sciences Press, 1999); Alberts je takođe prvi autor knjige *Molecular Biology of the Cell*, Third

Edition (New York: Garland Publishing, 1994), koja prikazuje Miler-Urijev eksperiment (p. 4) i Hekelove embrione (p. 33).

To je vaš novac

Informacija o federalnom finansiranju nauke za 2000. godine je iz: David Malakoff, "Ballancing the Science Budget," *Science* 287 (February 11, 2000), pp. 952-955. Federacija američkih udruženja za eksperimentalnu biologiju lobira u Kongresu za dupliranje finansiranja NIH u 2001. godini; videti: *FASEB News* 33 (April 2000), p. 1. Futujamine "glasine" da NSF govori podnosiocima prijava za donacije da izostave reč "evolucija" je iz: Douglas Futuyma, "Evolution as Fact and Theory," *Bios* 56 (1985), pp. 43-13.

Šta možete da učinite u vezi toga?

Citat Guenina je iz: Louis M. Guenin, "Expressing a consensus on candour," *Nature* 402 (1999), pp. 577-578. Informacija o izvorima finansiranja za Nacionalnu akademiju je iz <http://www.nationalacademies.org/about/faq>.

Zamerke američkog predstavnika Marka Soudera su u zapisniku Kongresa za 14. jun, 2000. godine, str. H4480.

Ništa u biologiji nema smisla osim u svetlu ČEGA?

Maksima Teodosijusa Dobžanskog je iz: "Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution," *The American Biology Teacher* 35 (1973), pp. 125-129. Komentar Pitera Granta je iz: "What Does It Mean to Be A Naturalist at the End of the Twentieth Century?" *The America Naturalist* 155 (2000), pp. 1-12.

Sadržaj

	Predgovor	3
	Uvod	5
Poglavlje 1	Miler-Urijev eksperiment	11
Poglavlje 2	Darvinovo drvo života	24
Poglavlje 3	Homologija udova kičmenjaka	46
Poglavlje 4	Hekelovi embrioni	62
Poglavlje 5	<i>Archaeopteryx</i> : karika koja nedostaje	83
Poglavlje 6	Biberasti moljci	101
Poglavlje 7	Darvinove zebe	116
Poglavlje 8	Vinske mušice sa četiri krila	128
Poglavlje 9	Fosilni konji i usmerena evolucija	141
Poglavlje 10	Od majmuna do čoveka: konačna ikona	151
Poglavlje 11	Nauka ili mit?	165
Poglavlje 12	Procena deset skorašnjih udžbenika biologije	178
Dodatak I	Predložene upozoravajuće oznake za udžbenike biologije	185
Dodatak II	Literatura	187