

EVOLUCIJA

Aleksandar Meštrić (Prirodoslovno matematički fakultet)

Godine 1859. Charles Darwin, engleski prirodoslovac, objavio je možda najkontroverzniji znanstveni rad ikad. Djelo O podrijetlu vrsta nudilo je nešto drugačiji odgovor na pitanje kako je nastao čovjek, nego Biblija. Od onda pa sve do danas beskonačno je mnogo sukoba i debata između zagovornika kreacionizma i evolucionista. Nekada slijepo vjerovanje u retke Knjige postanka preraslo je u čitanje između redaka samo kako bi se mogli dati odgovori na vrlo intrigantna pitanja koje su postavljali nadobudni fanatici teorije o evoluciji. Zajedničkom suradnjom prirodnih znanosti otkriveno je da na Zemlji postoje stijene stare i do nekoliko stotina milijuna godina, što nije išlo u prilog biblijskom tumačenju o stvaranju svijeta u šest dana. Ako je time već sam početak Biblije dokazan kao pogrešan, možemo li vjerovati i ostatku ili je sve to samo znanstvena fantastika, plod mašte u koju znanost ne vjeruje? U srednjem je vijeku Crkva izgubila dvoboj protiv Galilea Galileija, koji se usudio postaviti Sunce u središte sustava. Nedugo nakon toga, Isaac Newton razlomio je zraku svjetlosti te dokazao da duga nije nikakva "obnova Saveza", nego obična optička pojava do koje dolazi prolaskom svjetlosti kroz prizmu. Reputacija Crkve naglo je opadala, broj ateista drastično se povećavao, a konačan je nokaut došao u obliku Charlesa Darwina i njegove teorije o evoluciji života. No, je li doista tako?

Govoreći o evoluciji, važno je razlikovati pojam evolucije od pojma teorije evolucije. Sam termin evolucija označava proces, dok je teorija evolucije znanost koja se bavi tim procesom, sastavljena od sklopa činjenica i zaključaka donesениh nakon mnogo istraživanja i eksperimentalnih radova. Zapravo, čim nešto nazivamo znanošću, to podrazumijeva opažanje, skupljanje podataka, postavljanje hipoteze i provjere te hipoteze.

Eksperimentalni su radovi jedan od najčešćih načina provjere postavljene hipoteze, a svode se na simulaciju prirodnog procesa uz eliminaciju svih vanjskih čimbenika koji nas ne zanimaju. Takvo proučavanje samo jednog procesa naziva se redukcionistički pristup i bio je aktualan sve donedavno. Danas se sve više javlja potreba za holističkim pristupom, koji zagovaraju mnogi utjecajni znanstvenici, poput Jamesa Lovelocka. Takav pristup uzima u obzir sve faktore koji djeluju na prirodni proces te je mnogo kompliciraniji, ali u svakom slučaju točniji od redukcionističkog. U proučavanju evolucije nemoguće je gledati samo jedan čimbenik (poput genskih mutacija) pa se tako teorijom evolucije ne bave više samo biolozi, već se traži opsežna suradnja sa svim ostalim prirodnim znanostima. Rezultat njihova istraživanja može biti potvrđivanje ili opovrgavanje postavljene hipoteze. Ako je hipoteza eksperimentom dokazana kao točna, ona biva proglašena teorijom, ali taj joj status ne garantira sto postotnu točnost. Svaka teorija može biti srušena drugom teorijom (to se dogodilo teoriji o statičnom rasporedu kontinenata), a može biti i nadograđena (kao teorija evolucije). Ni sama teorija evolucije nije još uvijek sto posto točna, premda za nju postoji neizmerno mnogo dokaza i svaki pokušaj njezina rušenja zapravo završava nadogradnjom. Takvih je primjera veoma puno, od bakterijskog bića za koje se tvrdilo da je suviše kompleksna struktura da bi se razvila prirodnim putem, pa do primjera "reverzibilne" evolucije kada se neki sisavci vraćaju natrag u vodu ili pri nastanku virusa. Teorija evolucije danas djeluje poput goleme slagalice u kojoj se svaki dio može nekamo uklopiti, samo treba pronaći ostale odgovarajuće dijelove. Teško je reći hoćemo li ikad u potpunosti složiti tu slagalicu, ali recimo da zasad imamo barem dio okvira.

Danas možemo govoriti o četiri osnovne vrste evolucije. Prva je kozmička evolucija kojom je nastao svemir i sve čestice u njemu. Nakon nje počela je kemijska evolucija koja je rezultirala nastankom biogenih molekula i tako postavila temelje za sljedeće dvije evolucije koje se još uvijek odvijaju: biološka i geološka. Kozmička je evolucija možda najapstraktnija zbog nemogućnosti provjere znanstvenih pretpostavki u laboratoriju. Nemoguće je simulirati uvjete koji su vladali u vrijeme nastanka svemira pa taj dio razvoja ostaje samo na znanstvenim pretpostavkama. Najpopularnija teorija o postanku svemira jest teorija “velikog praska” (big bang), koju je i Crkva službeno prihvatila. Ta teorija u obzir uzima singularnost postanka. Drugim riječima, cijeli je svemir u počecima bio sveden na razinu jedne jedine točke. U toj točki ne vrijede fizikalni zakoni pa je nemoguće predviđati kako je ona mogla nastati i što je bilo prije “velikog praska”, ali već koju nanosekundu kasnije uspostavljene su dimenzije prostora i vremena te su i fizikalni zakoni došli na snagu, a ta nam sretna okolnost omogućuje rekonstrukciju povijesti svemira. Općenito govoreći, “veliki prasak” nije bio eksplozija, nego trenutak postanka prostora i vremena (prije otprilike 13,7 milijardi godina) nakon čega je počelo nastajanje čestica popraćeno širenjem svemira, koje još uvijek traje. Kozmička evolucija podijeljena je u sedam osnovnih epoha. Prva od njih prozvana je kaos, trajala je manje od 10^{-24} sekunde, a gustoća cijelog svemira prema pretpostavci znanstvenika u tom je trenutku iznosila više od 10^{50} gcm⁻³. Takve uvjete nemoguće je zamisliti, kao ni predočiti si temperaturu od gotovo jedne trilijarde kelvina. Sljedeća faza, koja nije toliko ekstremna kao kaos, ali još uvijek nezamisliva, nazvana je hadronskom fazom. Trajala je otprilike milisekundu, a ime je dobila prema česticama koje su nastale u toj fazi – hadronima. To su subatomske čestice, sastavljene od kvarkova i antikvarkova koje povezuje veoma jaka nuklearna sila, a najpoznatiji primjeri su protoni i neutroni. Više je teorija koje govore iz čega su nastali hadroni, ali zasad je najjača ona koja kaže da su

hadroni nastali iz energije, prema Einsteinovoj slavnoj formuli $E=mc^2$. Nakon hadronske faze uslijedila je leptonska, koju karakterizira daljnje snižavanje temperature, pad gustoće (posljedica širenja svemira) i nastanak neutrina. Količina raspoložive energije smanjila se pa više nisu nastajale tako velike čestice poput hadrona, nego nešto manje - leptoni. Neutrino još uvijek stvara i zrači Sunce, a riječ je o toliko malenim česticama da one prolaze kroz nas. Naredne epohe su: nuklearna, atomska, galaktička i stelarna, koja još uvijek traje. Svaka epoha dobila je naziv prema novim česticama (ili objektima) koje su se tada pojavile prvi put, a također ih karakterizira nastavak trenda smanjenja gustoće svemira i naglo hlađenje, koje se od početnih trilijun kelvina danas spustilo na skromnih tri. Nastavili se širenje svemira i temperatura će opadati, odnosno približavati se apsolutnoj nuli. Pitanje budućnosti svemira još je kontroverznija tema nego njegova prošlost, nekoliko je teorija koje imaju snažne argumente, ali ja se neću dalje upuštati u rasprave oko toga.

Nakon kozmičke evolucije pojavila se kemijska (netočno bi bilo reći da je kemijska evolucija nastavila kozmičku jer se ova potonja još uvijek odvija). Glavni predmet bavljenja teorije kemijske evolucije su organske i biogene molekule. Mnogi uvaženi znanstvenici, među kojima je i Fred Hoyle, smatraju da je život na Zemlju došao iz svemira. To je prihvatljiva teorija, ali svakako ne daje odgovor na pitanje kako je život uopće nastao i kako je tekla kemijska evolucija, bez obzira odvijala se ona na Zemlji ili nekom drugom planetu. Jedan od najpoznatijih pokusa vezanih uz kemijsku evoluciju napravio je Stanley Müller. U svom eksperimentu simulirao je uvjete koji su vladali u Zemljinjooj praatmosferi (visoki napon, visoka temperatura, plinoviti amonijak, voda i ugljikov dioksid) te dobio aminokiselinu. Bila je to prva sinteza organske tvari iz anorganske u laboratoriju i upravo je taj rezultat sudjelovao u kreiranju ideje da je život na Zemlju dospio iz svemira. Naime, Müller je nakon svog eksperimenta izolirao aminokiseline koje zakreću svjetlost u desno i aminokiseline koje

zakreću svjetlost u lijevo. To ne bi bilo neobično da u prirodi ne postoje samo aminokiseline koje pokazuju svojstvo lijevog kiraliteta. Desne još nisu otkrivene na Zemlji, ali su 1969. godine pronađene na meteoritu koji se srušio u Australiji. No, bez obzira gdje se prvi put pojavila organska materija, još uvijek ostaje neodgovoreno pitanje kako je nekoliko aminokiselina stvorilo život kakav danas poznajemo na Zemlji? Problem jest u tome što je površina Zemlje u vrijeme nastanka organskih molekula bila prekrivena vodom, a aminokiseline su topljive u vodi. To bi značilo da se prva aminokiselina koja je nastala odmah otopila u vodi i razrijedila. Za nastanak proteina, koji su polimeri aminokiselina, bila bi potrebna izuzetno koncentrirana "juha" aminokiselina. Veliki praoccean nije pogodan materijal za takvo što, ali nije nemoguće za pretpostaviti da su u njemu postojali plitki bazeni ili neka druga mjesta taloženja aminokiselina. Saznanja o kemijskoj evoluciji tu negdje staju. Nije točno poznato na koji su način nastali proteini, ali još je veći problem oko nastanka nukleinskih kiselina. Nukleinske kiseline (DNA i RNA) sadrže uputu za izgradnju svih vrsta proteina koji trebaju nekom organizmu. U stvaranju proteina, prvo se DNA molekula prepisuje u mRNA, koja prepisanu uputu nosi na ribosom. Ribosom zatim "čita" proslijeđenu uputu te sparuje triplete baza mRNA s komplementarnim bazama tRNA koje ulaze u ribosom i donose svaka po jednu aminokiselinu. Nakon što je ostavila svoju aminokiselinu koja se vezala na prethodnu, tRNA izlazi i ostavlja mjesto sljedećoj. Na taj se način stvara polimerna molekula proteina. Većina znanstvenika smatra da su proteini nastali prije DNA ili RNA pa bi reverzibilan proces translacije možda bio odgovor na pitanje o nastanku nukleinskih kiselina.

Proteini i nukleinska kiselina čine kompletan sadržaj potreban za stvaranje samoumnažajuće molekule. Tako nekako znanstvenici zamišljaju prvo "živo" biće, a tako nekako izgledaju i današnji virusi. Postoje još manje i jednostavnije čestice inficirajućih agensa od virusa, poput priona ili viriona, ali one nisu nastale u počecima

biološke evolucije, nego kasnije postepenim gubitkom većine nepotrebnih staničnih sadržaja. Takav hipotetski pređak morao je biti sposoban samoreplicirati se (začetak stanične diobe) i razmjenjivati stanični sadržaj s okolinom (začetak metabolizma). To je mnogo jednostavnije od bilo koje prokariotske stanice i moglo je poslužiti kao materijal za daljnji razvoj. Danas ne poznajemo takve oblike života, najjednostavnija živa bića su bakterije i arheje. To su stanice prokariotskog tipa, građene od lipoproteinske membrane, citoplazme i molekule nukleinske kiseline. Smatra se da bakterije i arheje nisu puno evoluirale od trenutka svog postanka, ali to ne mora biti tako. Budući da ne znamo kako su izgledale prve bakterije, ne možemo ih uspoređivati s današnjima, ali danas poznajemo i bakterije s prilično kompleksnom građom (npr. posjeduju kapsulu) što prve bakterije možda nisu imale. No, kakve god bile, bakterije su napravile veliki pomak u evoluciji. Još uvijek u prirodi imaju znatan utjecaj kao organizmi koji vežu atmosferski dušik te na taj način stvaraju aminokiseline esencijalne za izgradnju drugih živih bića, stvaraju humus, razaraju organsku materiju te tako sudjeluju u kruženju možda čak i svih biogenih elemenata. Po svojoj građi veoma slične bakterijama su cianobakterije (nekada zvane modrozelinim algama). Njihov izum je klorofil i autotrofni način prehrane. Još dan danas, cianobakterije stvaraju približno 80 posto atmosferskog kisika koji oslobađaju kao produkt fotosinteze. Postanak prokariotskih i eukariotskih stanica naziva se emergentnim skokom u evoluciji. Takav prijelaz donosi porast kompleksnosti u evoluciji te otvara nove mogućnosti za daljnji napredak. Do sada se smatralo da je kompletna evolucija bazirana na takvim emergentnim skokovima. Nastanak eukariota možda je jedan od najljepših primjera, upravo zbog toga što ne postoje nikakvi prijelazni oblici između prokariotskih i eukariotskih stanica. Najpopularnija teorija o postanku eukariota jest endosimbiontska teorija koja govori da se u jednoj fazi jedna manja prokariotska stanica našla zarobljena unutar druge puno veće. Je li riječ o plijenu koji predatorska

stanica nije uspjela probaviti, ili možda parazitu koji se nije uspio razviti unutar stanice domaćina, ili možda o izuzetno naprednom obliku simbioze – ne znamo. No endosimbiontska teorija, koliko god bila kritizirana, ima najviše dokaza u svoju korist. Endosimbionti koji su zapeli unutar domaćinske stanice danas su mitohondriji i plastidi. Ove potonje imaju samo biljne stanice, a mitohondriji su prisutni u svim eukariotskim stanicama. Ti su organeli građeni gotovo identično kao i prokarioti – imaju vlastitu dvostruku membranu, imaju svoje ribosome koji su jednaki prokariotskim ribosomima i imaju neke proteine u membrani koji postoje samo u prokariotskim stanicama. Plastidi, organeli koji danas biljkama i algama omogućuju obavljanje fotosinteze, vjerojatno su nastali endosimbiozom cianobakterija. Same cianobakterije nisu imale svoje vlastite plastide.

Još jedan emergentni skok jest pojava metazoa, kada je došlo do podjele rada među stanicama, to jest stvaranje višestaničnih organizama. Možda najznačajniji emergentni skok izum je spolnog razmnožavanja. Do tada, sva su se živa bića razmnožavala nespolnim načinom razmnožavanja (diobom) koji je uvijek davao samo klonove, odnosno genetički identične jedinke. Jedinu pokretač evolucije pri takvom razmnožavanju su mutacije. Prilikom stanične diobe, najprije se udvostruči molekula DNA. Njezinim se udvostručavanjem uvijek može dogoditi da enzimi naprave neku pogrešku te da replicirana DNA ne bude jednaka originalnoj. Nova DNA, mutirana, može imati štetnu mutaciju koja novoj stanici neće biti korisna, a može imati i korisnu mutaciju koja će stanici donijeti prednost pred ostalim stanicama. Štetna mutacija neće zaživjeti jer ako se stanica zahvaljujući toj pogrešci ne uspije razviti ili ako neće biti sposobna za diobu, ona će propasti i njezina se mutacija neće prenijeti dalje. Primjer korisne mutacije mogla bi biti, recimo, rezistencija na kiseli pH u trenucima kad se povećava kiselost okoline u kojoj stanica živi. Ona koja je sasvim

slučajno postala rezistentna preživjet će i njezina će se rezistencija dalje prenositi jer takva stanica čak i u nepovoljnim uvjetima moći će obavljati diobu. Pri nespolnom razmnožavanju, same mutacije su rijetkost, a šanse da se među toliko mogućih mutacija nađe jedna povoljna smiješno su malene, ali ipak se događaju. Čini se da su i bakterije prepoznale nedostatke nespolnog razmnožavanja jer su upravo one stvorile najprimitivnije spolno razmnožavanje – konjugaciju. To zapravo i nije pravo spolno razmnožavanje, nema muškog i ženskog spola, nego samo stanice donora i akceptora. Jedna stanica predaje genetički materijal, druga ga prima i na taj način dolazi do stvaranja rekombinantnih potomaka. Spolnim pak razmnožavanjem svakodnevno dolazi do rekombiniranja genetičkog materijala, potomci nisu klonovi svojih roditelja, a evolucija se pobrinula da pozitivna svojstva budu dominantna u nasljeđivanju (uglavnom, ali ne nužno). Osim toga, pri spolnom razmnožavanju postoji mnogo koraka u kojima se događaju nekakvi radovi na DNA prilikom kojih može doći do pogreške. Pogreška se može dogoditi na razini molekule DNA (odnosno jednog kromosoma) i takve mutacije nazivamo točkastima, ili na razini cijele garniture kromosoma prilikom čega može doći do promjene ploidijske organizma. Takve su mutacije uglavnom veoma štetne, kod ljudi rezultiraju sindromima, ali čini se da su biljke to iskoristile u svoju korist. Životinjski su organizmi normalno diploidni (imaju po dvije kopije svakog kromosoma), a svaka je promjena u toj ploidijskoj štetna. Kod biljaka, međutim, postoje vrste s četiri, šest, deset pa čak i više kopija svakog kromosoma.

Mutacije su osnovni pokretački mehanizam evolucije, ali u procesu specijacije postoji još mnogo čimbenika koji igraju važnu ulogu. Jedan od njih je i regulacija ekspresije gena, a ona se najbolje može vidjeti kod geografske specijacije. To su uočili i Darwin i Lamarck pa je svaki imao svoju tezu zbog čega dolazi do promjena u vrstama. J. B. Lamarck to je pokušao objasniti na primjeru žirafinog vrata. Promatrajući žirafe kako istežu svoje vratove da bi dosegle

najvišu granu s hranom, došao je do zaključka kako svaka žirafa na taj način isteže svoj vrat. To joj donosi prednost pred ostalim žirafama jer žirafa s duljim vratom lakše može doći do hrane. Novo razvijeno svojstvo, dulji vrat, žirafa će prenijeti na svoje potomstvo i tako mu omogućiti lakši napredak. U teoriji izgleda dobro, ali Lamarckova ideja ne može biti točna. Izduživanje vrata fenotipska je promjena, a iz genetike je dobro poznato kako fenotip ne može mijenjati genotip, odnosno, drugim riječima, ako se dogodi kakva promjena u izgledu, ona se neće očitovati i na genetskom materijalu. Takvo svojstvo neće biti preneseno potomcima. Kao sličan primjer mogli bismo uzeti razvijanje muskulature body-buildera. Oni mijenjaju svoj fenotip, ali ne i genotip pa njihovi potomci neće imati takvu muskulaturu, iako je to možda korisno svojstvo. Puno točniji bio je Charles Darwin koji je iznio ideju o prirodnom odabiru, a nešto kasnije i seksualnom odabiru. Prirodni je odabir već objašnjen, među tisućama spontanijih mutacija, ona koja je jedinki donijela prednost pred ostalima. Seksualni odabir malo je teže objasniti, a najbolje se vidi kod ptica. Kod većine životinjskih vrsta mužjaci se natječu za ženke i neprestano im demonstriraju svoju snagu i ostale kvalitete kojima ih pokušavaju pridobiti. Paun u radi svojim kičastim repom. Rep njemu nije nikakva prednost u životu, dapače otežava mu život jer što je rep veći i raskošniji to je teže nositi ga i preživljavati pa samim time i vlasnik takvog repa mora biti snažniji. Sisavci u tim demonstracijama nisu otišli tako daleko kao ptice, oni svoje kvalitete uglavnom pokazuju međusobnim borbama. Jedinka koja nema kvalitetne gene neće se uspjeti izboriti za svoju ženku i takav se genetički materijal neće prenijeti.

U svojoj knjizi *Wonderful life* Stephen Jay Gould iznio je vjerovanje da evolucija ide nedefiniranim smjerom te da ponovnim stvaranjem života na Zemlji ona ne bi išla istim smjerom. Takvo viđenje evolucije, kao neodgovorne i prevrtljive pojave nije se svidjelo Simonu Conwayu Morrisu. Obojica ovih znanstvenika bavila su se proučavanjem fosilnih ostataka iz formacije

Burgess Shale. To je područje najbogatija riznica fosila iz kambrijskog razdoblja poznatog po "kambrijskoj eksploziji" u kojoj je nastala većina današnjih koljena životinja pa čak i ranih kralježnjaka, što je uvelike promijenilo razvojno stablo životinja. Gould se pita kako je toliki broj anatomski potpuno različitih životinja mogao nastati u razdoblju koje je za evoluciju poput treptaja oka i traži rješenje u neobičnoj genetskoj slučajnosti koja je dovela do toga. Da se kambrijska eksplozija nikad nije dogodila, Zemlja bi opet bila prepuna života kao i sad, ali, prema Gouldovom vjerovanju, ne bi izgledala ovako. Tko zna bi li uopće i kopno bilo naseljeno. U svakom slučaju, repriza evolucije možda ne bi stvorila čovjeka, vjerojatno ne bi dovelo do razvoja svijesti kao ni samosvijesti. Slijed koji se dogodio u evoluciji neponovljiv je. Morris ne prihvaća takvo razmišljanje i daje svoje protuargumente. On traži odgovor u konvergentnoj evoluciji. Psi i dupini imaju zajedničkog pretka, ali u jednom su se trenutku u povijesti odvojili i dupini su svoj život nastavili u vodi. Danas bi na prvi pogled malo tko rekao da su te dvije vrste genetski toliko slične. Dupini su se potpuno prilagodili životu u novoj sredini i svojim izgledom više nalikuju na ribe nego na pse. Također, i sisavci koji stvaraju placentu i tobolčari stvorili su sabljozube predatore na odvojenim kontinentima. Ako se energetske veoma skupa kvaliteta poput inteligencije može razviti i kod čovjeka i kod osmerokrakih hobotnica koje uopće nemaju kosti u svom tijelu, onda možda možemo pretpostaviti da postoji nekakav smjer u evoluciji kao i cilj koji će biti postignut bez obzira na sve anatomske prepreke. Na koncu svega, i samosvjesno živo biće koje će postavljati pitanja o svom podrijetlu, baš poput čovjeka, razvilo bi se i na nekom drugom planetu s drugačijim uvjetima, iako možda ne od dvonožnih primata.

Naposljetku, koji su argumenti protiv evolucije? Jedan od najjačih neko vrijeme bio je nedostatak materijalnih dokaza za filogenetske nizove. Evolucionisti su neprestano pričali o spontanijim promjenama i sitnicama koje su dovele do stvaranja novih vrsta potpuno različitih

od početnih. Zašto među fosilnim ostacima ne postoje ti prijelazni oblici? Mogli bismo reći da je to sve stvar sreće, neće se svaka uginula životinja fosilizirati, a ako tražimo fosilne ostatke životinjske vrste koja je postojala možda svega milijun godina, minimalne su šanse da ćemo je pronaći. Postoje filogenetska stabla nekih životinja koja su gotovo potpuno popunjena, najbolji primjer su konji (rod *Equus*) i slonovi (red *Proboscidea*). U filogenetskom nizu konja sačuvani su ostaci *Eohippusa*, *Epihippusa*, *Mesohippusa*, *Meryhippusa* i *Pliohippusa* – preci današnjeg konja, a u filogenetskom nizu afričkog slona poznati su *Moeritherium*, *Dinotherium*, *Mastodon*, *Trilophodon* i *Archidiskodon*. Djelomičan niz napravljen je i za razvojni niz čovjeka te za još neke druge životinje. Međutim, najslavniji i svakako najjači dokaz postojanja prijelaznih oblika bio je savršeno očuvan fosilni ostatak *Archaeopteryxa*, prijelaznog oblika iz gmazova u ptice. Bio je to prvi pronađeni prijelazni oblik između dvije velike skupine životinja. Do danas ih je pronađeno nekoliko, a neki (resoperke) još uvijek žive.

Pored toliko dokaza nema više razloga za ne prihvaćanje teorije evolucije. Znanstvenici u laboratoriju nisu uspjeli proizvesti život, možda nikad ni neće, ali nema drugog logičnog objašnjenja o nastanku ovakve biološke raznolikosti kakvu danas imamo. No, teorija evolucije, koliko god joj se Crkva protivila u počecima, ne isključuje postojanje Boga. Zanimljivo je promatrati mehanizam evolucije i nemoguće je

ne postaviti si pitanje: kako sve živo na ovom svijetu zna da se mora dalje razviti? Od prve primitivne stanice koja je izumila replikaciju DNA do čovjeka, događale su se mutacije. Iste pogreške radile su DNA-polimeraze kod bakterija, a iste pogreške ponavljaju daleko složeniji sustavi enzima za replikaciju DNA u viših organizama. Ako je cilj evolucije usavršavanje, zbog čega se ni jedno živo biće do danas nije sjetilo popraviti mehanizam replikacije DNA i spriječiti nastanak mutacija? Odgovor je vrlo jednostavan: bez mutacija ne bi bilo daljnjeg napretka. Takav odgovor tjera nas da ponovimo pitanje: kako oni to znaju? Iako su evoluciju nazvali prirodnim procesom, znanstvenici o njoj nerijetko danas govore kao o živom biću. Koji je njezin sljedeći korak? To je teško pretpostaviti. Da su se dinosauri krajem mezozoika bavili istim pitanjem, vjerojatno bi sebe proglasili vrhuncem evolucije jer se tako u to vrijeme uistinu činilo. Pad meteorita, pomicanje kontinenata, promjena klime i razvoj novih, intelektualno naprednijih vrsta doveo je do konačnog i potpunog uništenja dinosaura. To najpoznatije masovno izumiranje još uvijek nije objašnjeno jer je nekako najselektivnije. Zbog čega su izumrli plesiosauroi, a preživjeli krokodili? Zašto su nestali ihtiosauroi, a pošteđeni su morski psi? To su pitanja na koja nikad nećemo dobiti odgovor. Živimo u šestom masovnom izumiranju vrsta u povijesti, a tko zna koje sve vrste ovaj put evolucija ima na listi otpisanih.