

## **Biologická evolúcia: od zápasu ku hre, od nevyhnutnosti k slobode**

*Ladislav Kováč*

Za nesmiernou početnosťou vecí a premenlivosťou javov ľudský duch od nepamäti hľadal invarianty. Svet, aký nám dnes popisujú prírodné vedy, v tom základnom je totožný so svetom gréckych antických filozofov, od Táleasa po Demokrita: zložený je iba z malého počtu stavebných entít. Tvorí ho niekoľko desiatok druhov atómov a bohatstvo sveta okolo nás i v nás samých vyrastá z ich nespočetných kombinácií. Ako tušili antickí filozofi, o možných kombináciách týchto stavebných entít rozhoduje tiež iba niekoľko invariantných princípov. Dnes vieme, že medzi nimi prominentné postavenie zaujímajú dva prírodné zákony, ktoré nazývame prvou a druhou vetou termodynamiky.

Z deväťdesiatichdvoch druhov atómov atómy uhlíka sú schopné najväčšieho počtu kombinácií medzi sebou i s atómami iných prvkov. Každá z týchto kombinácií predstavuje jednu organickú zlúčeninu. Vo vesmíre, mimo našej Zeme, dosiaľ dokázala veda odhaliť existenciu iba necelé desiatky rôznych druhov organických látok: termodynamické podmienky na hviezdach i v medzihviezdnom priestore – teplota, tlaky, koncentrácie – nie sú pre organické syntézy priaznivé. Viac typov organických látok nebolo ani na našej Zemi v čase jej vzniku, pred piatimi miliardami rokov. Vďaka špecifickým podmienkam, jedinečným v našej slnečnej sústave, za ďalšiu miliardu rokov vzrástol ich počet na Zemi na niekoľko stoviek. Potom začal rýchlo pribúdať. O ďalšie štyri miliardy rokov, v našej dobe, začiatkom 19. storočia, ich už bolo niekoľko stotisíc. Človek ich počet, zásluhou techník modernej syntetickej chémie, rýchlo zvyšuje: dnes je na Zemi už niekoľko miliónov rozdielnych organických zlúčenín a každým dňom ich o niekoľko stoviek pribúda.

Medzi miliónmi organických látok jeden typ má výsadné postavenie: nukleové kyseliny. Na obrázku je molekula dezoxyribonukleovej kyseliny (DNA), ako ju znázorňujú chemici a ako

*(Obrázok molekuly DNA)*

ju zo školských učebníc pozná dnes už každý stredoškolač. Skladá sa zo štyroch základných stavebných komponentov, nukleotidov, ktoré sú v rôznych kombináciách spojené navzájom chemickými väzbami do dlhého reťazca. Molekulu však tvorí nie jeden reťazec, ale dva, ktoré sú navzájom komplementárne, podobne ako sú komplementárne dve časti zipového uzáveru. Dva reťazce jednej molekuly DNA sa za vhodných podmienok môžu od seba oddeliť a z prítomných nukleotidov zas doplniť, takže z jednej molekuly rezultujú nakoniec dve identické, dcérinné molekuly – molekula je schopná samozmnoženia, autoreplikácie. Nukleová kyselina je molekulárnym replikátorom.

DNA je molekulou života. Autoreplikácia DNA je podstatou udržovania a množovania organizmov. Každá jedna molekula DNA v jadre každej našej bunky je materiálnym nosičom génu; poradie, v akom sa v nej kombinujú štyri nukleotidy, je zápisom, kódom našich vlastností – receptom pre zhotovenie štruktúry tela a orgánov a pre priebeh

chemických procesov v nás, inštrukciou pre naše správanie. S každou molekulou DNA, ktorá sa po svojom rozdelení a replikácii dostane z našich buniek do buniek našich potomkov, sa do nich prenesú naše vlastnosti.

Molekula, kombinácia štyroch rôznych nukleotidov, z ktorých každý je zas kombináciou štyroch rôznych druhov atómov – tak vidí DNA chemik. Básnik ju vidí ináč:

Náhrdelník  
S granátmi nukleotidov

Dve krehké nitky molekuly  
Do seba zapletené  
Daliovský akt

Tu teda pramení  
Nitky sa zväčšujú  
Sebeckvo  
Nitky sa oddeľujú  
Nenávisť  
Nitky sa splietajú  
Láska

Jak krásna žena rozvášnená  
Zvíjaš sa molekula

Náhrdelník  
Vo výstrihu Zeme  
Na plese hviezd

Je obraz, aký nám maľuje básnik, len krásnou ilúziou, len výmyslom? Je náš osobný život, naše sebeckvo, naše lásky, naše nenávisti, naše hľadanie zmyslu, len akýmsi ľudským zdaním a sú jedinou „ozajstnou“ skutočnosťou živého sveta len kódujúce a replikujúce sa DNA? Je - parafrázujúc Samuela Butlera - sliedka iba spôsobom, akým si vajce, a v ňom DNA, zaistuje rozmnožovanie a teda svoju ontologickú permanenciu?

To je moderná podoba dávnych otázok. Čo je skutočnosť? Len atómy a ich kombinácie? Sú „skutočnými“ iba „primárne kvality“, interakcie hmotných častíc a žiarenia a sú „sekundárne kvality“, zvuky, farby, city, idey iba produktmi našej mysle a myseľ sama iba epifenoménom atómových a molekulárnych procesov? Alebo je tomu naopak? Odvolajme sa na inú líniu gréckeho filozofického myslenia, započatú Platónom: sú jedinou „ozajstnou“ skutočnosťou iba idey a všetko, čo nachádzame v našom javovom svete, teda i atómy a molekuly, sú iba tieňom, odrazom týchto nemenných, večných Ideí?

Evolúcia ľudského poznania je procesom postupného vyčleňovania problémov skúmania z oblasti filozofickej reflexie a ich premeny na problémy konkrétnych vied. Zodpovedanie, či v prvej fáze aspoň preformulovanie, otázok filozofickej ontológie a epistemológie sa stáva ambíciou nových oblastí súčasnej biológie.

Biologická evolúcia je termodynamickou nevyhnutnosťou. Vznik na Zemi autoreplikujúcej molekuly DNA (či ešte skôr, ako sa dnes zdá, RNA) pred štyri a pol miliardami rokov bol udalosťou vesmírneho významu: možno ho označiť za okamžik, keď sa vo vesmíre, aspoň v tej jeho časti, ktorá je zatiaľ prístupná ľudskému skúmaniu, po prvý raz objavil život. Schopnosť samozmnoženia možno totiž považovať za základnú charakteristiku života. Nešlo pritom o udalosť nepravdepodobnú, či dokonca „zázračnú“. Teoretická analýza,

výpočty a dnes už aj experimenty ukazujú, že v podmienkach, aké na Zemi vtedy existovali, to bola nevyhnutnosť. V najbližších rokoch, chemici pripravia molekulu nukleovej kyseliny takej štruktúry, ktorá, raz zosyntetizovaná, bude schopná sa udržovať a rozmnožovať. Nedávno sa dokonca podarila syntéza organických látok, štruktúrne odlišných od DNA, javiacich autoreplikačné schopnosti.

Zákon, ktorý určuje povahu a smer chemických procesov v prírode, a teda i vznik aureplikujúcich štruktúr, replikátorov, je druhá veta termodynamiky. Je jednoduchý: V izolovanom systéme, ktorý si so svojim prostredím nemôže vymieňať hmotu ani energiu, prebiehajú v prírode samovoľne len tak, procesy, ktorými sa zvyšuje neusporiadanosť v systéme. Ak systém nie je od svojho prostredia izolovaný, môže sa v ňom usporiadanie zvyšovať, ale len preto a dovedy, kým sa zvyšuje neusporiadanosť v jeho prostredí. Jeden poľský spisovateľ raz vyslovil počudovanie, že „neporiadok vzniká sám od seba, kým o poriadok sa musíme postarať“ – iste pritom nevedel, že intuitívne vyjadril práve tento prírodný zákon.

V dôsledku platnosti tohoto zákona v oných dávnych dobách kdesi na našej Zemi, možno v nejakej veľkej vodnej nádrži, možno priamo v oceáne, bohat om vtedy na základné stavebné zložky, nukleotidy, sa štyri nukleotidy, odvodené od štyroch základných báz -- adenínu, cytozínu, gvanínu a uracilu (či miesto neho tymínu) – spájali v rôznych náhodných kombináciách do dlhých molekúl. Často, po veľmi dlhú dobu, a v obrovskom počte. Iba jedna z ohromného počtu týchto náhodných kombinácií nukleotidov predstavovala molekulu, ktorá sa mohla rozmnožovať tým, že autoreplikáciou vytvárala kópie seba samej. Čo bolo nevyhnutné, bolo spojovanie štyroch druhov nukleotidov do veľkých molekúl; čo bolo náhodné, boli ich konkrétne kombinácie. Čo bolo nevyhnutné, bol vznik autoreplikujúcej molekuly; čo bolo náhodné, bol čas kedy k tejto udalosti po prvýkrát došlo.

Druhá veta termodynamiky diktovala ešte ďalšiu nevyhnutnosť: ako sa autoreplikujúca molekula množila, počet jej kópií rástol, no neostávala stále rovnakou. V dôsledku tendencie k rastu neusporiadanosti v systémoch objavovali sa pri replikácii molekuly replikačné chyby – poradie nukleotidov, ich kombinácie, sa u niektorých autoreplikujúcich molekúl zmenili. Objavovali sa takto rôzne variácie molekúl, rôzne druhy replikátorov, s rôznymi vlastnosťami. O tom, ktorý z týchto druhov prevládol, rozhodovala rýchlosť replikácie: molekula, čo sa množila najrýchlejšie, mala najviac kópií. Rôzne druhy molekúl súťažili teda medzi sebou o stavebné látky, ktorých v prostredí bolo stále menej a menej. Začal sa takto proces, ktorému život vďačí za svoju evolúciu; ktorému my sami vďačíme za to, že sme tu a môžeme tento proces pozorovať a popisovať – začal sa prírodný výber. Do diania vstúpili evolučné zákony, ktoré možno formulovať nasledovne:

- 1. Príroda je v jednosmernom pohybe, určenom druhou vetou termodynamiky.*
- 2. V dôsledku platnosti druhej vety termodynamiky je tento pohyb spojený s generovaním variácií.*
- 3. V podmienkach s obmedzenými zdrojmi sú všetky variácie vyhodnocované a tie, čo boli vyhodnotené negatívne, sú eliminované.*  
*(Biológovia rozpoznávajú, že Darwinova teória evolúcie prírodným výberom je dielčím prípadom týchto všeobecných evolučných zákonov.)*

## **Biologická evolúcia je evolúciou evolúcie**

Prostredie vyhodnocovalo jednotlivé druhy nukleových kyselín. Eliminované boli tie, čo v porovnaní s inými sa množili pomalšie. Okrem rýchlosti množenia iné vlastnosti postupne rozhodovali o pretrvávanií molekúl a výhre v súťaži: stabilita molekuly, presnosť

replikácie. Stabilita sa zvýšila, ak sa molekula dokázala chrániť nejakým obalom. Obalom mohli byť lipidové membrány: k holej replikujúcej nukleovej kyseline pribudli iné štruktúry – objavila sa elementárna bunka, protobunka. Nad úroveň samomnoživých molekúl vyrástla vyššia úroveň: bunková. Keď sa stavebné látky začali vyčerpávať, vzniklo ďalšie kritérium výberu: vyberali sa protobunky s takými molekulami, v ktorých kombinácia štyroch nukleotidov umožňovala nie iba autoreplikáciu, ale dokázala fungovať ako genetický kód – určovala štruktúru proteínov, ich katalytické vlastnosti, ich účasť v chemických syntézach. Úspešnosť samomnoživej nukleovej kyseliny, replikátora, je odteraz daná nielen replikačnými schopnosťami samotného replikátora, ale aj vlastnosťami pomocných zariadení, ktorých povahu replikátor kóduje. Molekulárny replikátor sa stáva súčasťou vyššieho celku, organizmu. Tieto pomocné zariadenia, membrány, katalytické proteíny, bunkové štruktúry, sú vlastne nástrojmi, prostriedkami, ktorými replikátor zaisťuje svoju stabilitu a dokonalejšiu replikáciu, zvyšuje šancu svojho pretrvávania a zmnožovania. Výber sa už netýka priamo nukleovej kyseliny, ktorá v bunke predstavuje genotyp. Týka sa manifestných vlastností organizmu, jeho fenotypu. Lenže fenotyp od počiatkov evolúcie až podnes je určovaný genotypom: prostredníctvom fenotypu sa v poslednej inštancii predsa len selektuje genotyp. Replikátor je tiež jedinou súčasťou organizmu, čo pretrváva nezmenená z generácie na generáciu. Všetky pomocné zariadenia, keďže nemajú samomnoživé vlastnosti, hynú a musia sa neustále obnovovať.

Postupne pribúdali ďalšie kritériá výberu. Zo súťaže o prežitie víťazne vychádzali tak, protobunky, ktoré dokázali detegovať relevantné vlastnosti prostredia, ktoré na svojom povrchu mali proteíny schopné fungovať ako senzory. V tejto fáze evolúcie sa do popredia dostáva charakteristika, ktorá život doprevádza od jeho prvopočiatkov - poznávanie.

Poznávanie je procesom, ktorým organizmus zvyšuje pravdepodobnosť svojho udržania sa v prostredí. Baktéria rozpozná laktózu v médiu, ako možný zdroj energie, keď je schopná viazať jej molekulu k svojmu povrchu, preniesť ju dovnútra bunky a fermentovať. Ryba zvýši pravdepodobnosť svojho udržania sa v rieke alebo oceáne tým, že tvar jej tela bude odpovedať hydrodynamickým vlastnostiam vody. Senzor pre laktózu na povrchu baktérie je rozšírením a spresnením izomorfie medzi vnútornou štruktúrou baktérie a štruktúrou relevantných látok prostredia. Anatómia ryby je zvýšením izomorfie medzi štruktúrou jej tela a fyzikálnymi vlastnosťami prostredia.

*Rast poznania je zväčšovaním izomorfie medzi štruktúrou organizmu a štruktúrou prostredia v ktorom organizmus prežíva. Fenotyp je popisom predpokladaných vlastností prostredia. Je odhadom, pravdepodobnosťou. Preto tiež každé poznanie je iba odhadom, iba pravdepodobnosťou..*

*Poznávanie je jednosmerným procesom. Je objavovaním poriadku v zdanlivej neusporiadanosti. Je zároveň zväčšovaním vnútornej usporiadanosti organizmov. Je určovaním smeru biologickej evolúcie: biologická evolúcia je evolúciou poznania..*

Vo svojich ranných fázach evolúcia čerpá poznanie z jediného zdroja: z variability fenotypických foriem, ktorá je dôsledkom variability nukleových kyselín. Vo fylogenéze poznania je na začiatku číra náhoda: slepé generovanie hypotéz o povahe prostredia v podobe náhodných zmien kombinácií nukleotidov, replikačných chýb. Z týchto náhodne utvorených hypotéz pretrvávajú, ako výsledok prírodného výberu, tie, ktoré majú väčšiu pravdepodobnosť, že vlastnosti prostredia vyjadrujú adekvátne z hľadiska zachovania organizmu v danom prostredí.

No pravdepodobnosť nachádzania izomorfii s prostredím je malá, pokiaľ sú variácie obmedzené na zmeny nukleotidov. Je tak malá, ako je malá pravdepodobnosť vytvorenia zmysluplných textov ak sa v náhodnom slede písmen náhodne menia ich kombinácie. Väčšia

je pravdepodobnosť, ak budeme kombinovať nie písmená, ale slová alebo vety. V neskorších fázach evolúcie naozaj sa objavujú mechanizmy prestavby štruktúry genotypu, ktoré majú takýto charakter: nevymieňajú sa jednotlivé nukleotidy; ich celé úseky, moduly, sa presúvajú z jedného miesta génomu na iné. Nové fenotypy sú výsledkom rekombinácií a transpozícií modulov. A každý nový fenotyp je novou hypotézou o vlastnostiach prostredia, pokusom o jeho poznanie a zaregistrovanie. Vadné hypotézy hynú a s nimi hynú molekulárne replikátory, ktoré ich kódujú. Pretrvávajú hypotézy nesfalzifikované a tie sa ďalej rozvíjajú: v biologickej evolúcii pribúda poznanie.

Poznávanie sa podstatne zrýchlilo, keď sa v evolúcii pred necelou miliardou rokov objavil nervový systém. Organizmy získali schopnosť generovať rozmanité hypotézy o povahe prostredia behom individuálneho života a vadné hypotézy opúšťať bez toho, aby zároveň boli vyradované replikátory. Nervový systém bol predpokladom pre vynorenie sa nového spôsobu pribúdania poznania – kultúrnej evolúcie. Začala iba pred niekoľkými miliónmi rokov, no dnes je hlavnou formou nesmierne rýchleho rastu evolučného poznania.

*Biologická evolúcia je hierarchizujúcim procesom stále rastúceho poznania, vynárania sa nových, hierarchizovane stupňovaných, spôsobov variácií a generovania hypotéz, kritérií hodnotenia a výberu, mechanizmov registrácie a odovzdávania získaného poznania. Biologická evolúcia je evolúciou evolúcie.*

## **Kultúrna evolúcia je novým typom evolúcie vesmíru**

Kultúrna evolúcia začína v okamžiku, keď poznanie, získané behom individuálneho života, môže byť prenesené na nasledujúce generácie bez toho, že by muselo byť zapísané v molekulárnych replikátoroch. V kultúrnej evolúcii hypotézy o svete udržujú a prenášajú nové replikátory – mémy. Mémy sú stavebnými zložkami kultúrnych artefaktov: nápady, idey, melódie, klebety, pracovné návyky, výrobné techniky, módné predstavy, mravné zásady. Skladajú sa do inštitúcií. Podobne ako molekulárne replikátory, mémy varujú, rekombinujú, transponujú, no predovšetkým – súťažia medzi sebou, podliehajú výberu, najzdatnejšie pretrvávajú a replikáciou sa počet ich kópií znižuje.

Evolúcia človeka má dnes najmä podobu kultúrnej evolúcie. Ak, z hľadiska biologickej evolúcie, človek bol nástrojom, prostriedkom akým molekulárne replikátory, nesené v jeho bunkových jadrách, zaisťovali svoje prežívanie, svoju ontologickú permanenciu, z hľadiska kultúrnej evolúcie je človek prostriedkom, ktorým svoju onticitu udržujú mémy. Aj kultúrna evolúcia je podriadená univerzálnym evolučným zákonom, základom ktorých je druhá veta termodynamiky.

Zároveň ale na kultúrnej evolúcii zreteľne rozpoznávame inú tendenciu evolúcie života: uvoľnenie prísnych a jednoznačných selekčných kritérií, pribúdanie nadbytočnosti, prechod od zápasu ku hre.

## **Expresivita: náhrada účelu zmyslom**

Objavovaním stále nových spôsobov generovania evolučných hypotéz sa evolúcia života neustále zrýchľovala. A zrýchľuje sa naďalej. Rýchlemu tempu generovania variácií tempo výberu postupne prestávalo stačiť. Narastalo a narastá bohatstvo foriem, zväčšuje sa diverzifikácia a polymorfizmus, rozmanité formy koexistujú vedľa seba bez toho, aby z nich väčšinu stačil výber eliminovať. Rekombinácie a transpozície modulov sú podstatne tvorivejšie ako hypotetizovanie pomocou replikačných chýb. Evolúcia nadobudla inventívny charakter.

Najstaršie organizmy boli na jednej strane hračkou slepej náhody – výsledok ľubovoľných kombinácií nukleotidov – a na druhej strane deterministickým produktom prírodného výberu. Participovali na hre, ale bola to nemilosrdná hra, zápas, o prežitie. Bola to hra, ktorá sa v angličtine označuje termínom „game“. Ako evolúcia postupovala, svojvôľa náhody, kde sa temer za každý zmýlený krok platilo uhynutím, sa stále viac dostávala pod kontrolu vnútorných obmedzení (konstringencií) organizovaných systémov. Organizmy, objekty hry, sa postupne menili na subjekty hry. Život sa stále viac stával hráčom. Hra typu „game“ sa stále viac premieňala na hru typu „play“. Život sa z nutnosti premieňal stále viac na slobodu. Otváral sa stále väčší priestor pre nadbytočnosť, uvoľnenosť, hravosť. V evolúcii života narastá expresivita

*Expresivita je prejavom života v priestore nadbytočnosti a hry. Je generovaním rozmanitých foriem, ktoré nie sú primárne účelné, ale majú autonómny zmysel každá sama osebe. Expresivita sa objavuje tam, kde organizmy nie sú vystavené neobmedzenej sile náhodných variácií a výberu prostredím a kde získavajú možnosti pre vlastnú, autonómnú vnútornú dynamiku.*

Expresívne fenomény dominujú dnes v existencii nášho druhu a už tomu nemôže byť ináč. Hráme sa. Umenie, právo, filozofia, politika, etika sú do značnej miery expresívnymi javmi a márne sú pokusy spútať ich úplne termínmi adaptívnosti a účelnosti. Vedecké skúmanie je expresívnym prejavom *par excellence*. Je naďalej zdokonaľovaním, zjemňovaním izomorfie medzi štruktúrami, ktoré si ako obraz sveta vytvárame vo svojom mozgu a štruktúrami sveta, v ktorom žijeme. Nejde však o zhotovovanie fotografií, skôr o maľovanie obrazov, umeleckých, štylizovaných, abstraktných. Metafora fotografie celkom zlyháva tam, kde veda, prostredníctvom technovedy a techniky, umožňuje kolosálne zásahy do prírody. Vedecké poznanie nie je priamočiarym prostriedkom zvyšujúcim šancu nášho prežitia tým, že by zaistovalo úspešnú replikáciu našich génov. Možno skôr naše prežitie ohrozuje.

Z tohoto hľadiska redukovať človeka na prostriedok, ktorým si replikátory, gény a mémy, zaistujú svoju permanenciu, by bolo absurdným zjednodušením. (Ako už bolo uvedené, z iných hľadísk je takýto pohľad legitímny.) Osoby na Manetovom

*(Manetov obraz Raňajky v tráve)*

obrazu sú púhymi nástrojmi, služobníkmi DNA, len pre tých, ktorí ignorujú hierarchickú štruktúru prírody a pre ktorých sa súcno obmedzuje na atómy a molekuly. Pekne to vyjadril autor básne, ktorá nesie názov Biochémia:

Ostrými zúbkami pokojne hryzkajú  
Enzýmy z válovice krvi  
Glukózu  
Kyslík  
Adrenalin

Pod rukou spätných väzieb  
Jemne sa chvie  
Elektrochemická srst' metabolizmu

Tu náhle

Presuny iónov na synapsách  
Tanec cholinesterázy

Tvoje pery  
Na mojich

Tu sa stretávame so skutočnosťami na rôznych úrovniach, každá z nich je autonómna a každá existujúca.

### **Záver: ludická civilizácia**

Ak konštatujeme, že človekom evolúcia života nekončí, môžeme to chápať ako výrok krajného pesimizmu rovnako ako krajného optimizmu. Extrapolujme doterajšiu evolučnú trajektóriu a pokúsme sa o optimistickú víziu. Evolúcia života bola doteraz trvalým narastaním expresivity, bola jednosmerným procesom pribúdania hravosti, bola vývojom od „game“ ku „play“. Ak človek ostane poslušný tejto evolučnej tendencii, civilizácia sa bude stále viac premieňať na civilizáciu hry. Druh *Homo sapiens* nájde svoje pokračovanie v druhu *Homo ludens*. Nad hierarchickou úrovňou technickej civilizácie by sa mala sklenúť nová, vyššia civilizačná hierarchia: ludická civilizácia.

*Budúca civilizácia bude ludickou civilizáciou, civilizáciou hry. Alebo vôbec nebude.*