

## EVOLUCE PŘED DARWINEM

Myšlenka, že organismy nejsou v čase stálé a procházejí jakýmsi vývojem, má dlouhou historii, která pramení již z každodenní zkušenosti ontogeneze. Představu o tom, že dochází k jistému vývoji druhů (či spíše typů, neboť druh jako kategorii definoval až v 18. století Carl Linné), najdeme již ve starém Řecku. Představa o vývoji je v jistém smyslu paradoxně vcelku logická, neboť vychází z primitivní empirie dynamičnosti světa, ačkoli je nutné mít na paměti, že dynamika času v předkřesťanském období (vyjma židovské tradice, na niž v tomto bodě křesťanství navázalo) postrádala charakter linearity: čas byl v tradičním mytologickém pojetí cyklický. Změna jako taková tedy intuitivní byla, nikoli však změna orientovaná: archaická doba nezná časovou polopřímku progresivního vývoje.

změna

Samotný termín evoluce je záležitostí relativně moderní a mimo jiné je krásným příkladem sémantické konverze. Latinský výraz *evolutio* totiž původně označoval rozvíjení svitku nebo třeba květu, v podstatě šlo tedy o odkrývání již existujícího uspořádání. Právě proto byl termín evoluce v 18. století používán zastánci tzv. preformismu k popisu „rozvíjení“ organismu během vývoje od vajíčka po dospělce. Preformisté se domnívali, že celé lidstvo bylo přítomno již v Adamově spermii či Evině vajíčku (tzv. animakulisté vs. ovisté; představme si to jako ruské matrjošky – každý další exemplář je o něco menší a schovaný v předcházejícím). Opozicí k tomuto názoru byla tzv. epigenetická škola, jejíž stoupenci se naopak domnívali, že všechny orgány vznikají v každé další generaci doopravdy *de novo*.

Termín evoluce tak vlastně původně popisoval deterministickou sekvenci událostí během ontogenetického vývoje, ovšem s tím, jak rekapitulační teorie (původně ontogenetická) začala implikovat i fylogenezi, došlo k významovému posunu a evoluce začala znamenat oba významy (embryologický vývoj stejně jako přeměnu druhů), až se vposledku druhý význam zcela fixoval. Herbert Spencer, anglický filosof, jemuž je často termín evoluce připisován, jej pouze použil již v dnešním slova smyslu. Původním významem slova evoluce byl tedy ve skutečnosti deterministický program, zatímco dnes tento termín označuje divergentní, stochastický vývoj.

Celá řada prvků analogických tomu, co vidíme později u evolučních koncepcí novověku, ve skutečnosti existovala již v antice, chyběl však důležitý motiv vývoje přes řadu generací a především vývoj jednoho druhu v druh jiný. Existuje sice představa jakéhosi zárodečného materiálu a též náznaky, jež by se daly označit za princip přírodního výběru, ale tím podobnosti končí. Antice je představa vyvíjejícího se druhu cizí a totéž omezení se víceméně týká celých dvou následujících tisíciletí: myšlenky jakéhosi vývoje forem se objevují i nadále, ale druhy jako stvořené kategorie zůstávají přirozeně neměnné. V předdarwinovském období chybí základní motiv pro tvorbu ucelené koncepce fylogenetického vývoje (Mishler 2003), tedy evoluce v dnešním slova smyslu, což nemalou měrou souvisí i s vírou v abiogenetické vznikání organismů. Až s vyvrácením teorie abiogeneze pro mikroorganismy Louisem Pasteurem a Darwinovým konceptem vývoje ze společného předka získal vznik života charakter výlučné singularity, jež ustanovuje počáteční bod polopřímky vývoje.

Situace se začala zvolna měnit až s rozvojem paleontologie v 18. století, jehož přímým následkem byla expanze morfologických věd (Wake & Summers 2003) a potřeba nějak smysluplně vyložit množství do očí bijících skutečností, například existenci škálovitého pozvolného přechodu tvaru u blízce příbuzných rodů

živočichů. Právě na základě studia morfologických variací schránek fosilních měkkýšů vypracoval na začátku 19. století J. B. Lamarck první ucelenou teorii vývoje. Lamarck svou představu založil na představě, že všem organismům je vlastní schopnost sebezdokonalování a jakési vnitřní puzení k pokroku a že prostředí, v němž se organismy nacházejí, v nich vzbuzuje potřebu adekvátní změny, jíž je následně dosaženo přímou aktivitou organismů, resp. jejich užíváním či neužíváním potřebných znaků. Získané modifikace jsou přitom podle něj nadále dědičné.

Ačkoli v Lamarckově případě jde o kontinuální vývoj druhů jednoho z druhého a o první podobnou ucelenou vývojovou teorii, neodpovídá Lamarckova evoluce hned několika zásadním charakteristikám evoluce divergentní, jak ji chápe Darwin, tedy evoluce v „dnešním slova smyslu“. Potíž zdaleka nespočívá v dědičnosti získaných vlastností; tato do očí bijící „odlišnost“ je v zásadě nepodstatná, a to jednak proto, že s hypotézou o dědičnosti získaných znaků pracoval i sám Darwin (který ji vysvětloval korpuskulárně tzv. gemulemi), jednak proto, že je velmi těžké určit hranice domněle nesmyslné teorie od specifických případů biologické empirie. Neolamarckismus ostatně přežívá v různých pojetích jako biologická koncepce do dnešních časů a je pouze otázkou arbitrárního rozhodnutí, zda za neolamarckismus označíme molekulární biologii dobře známé a principiálně možné změny genomu na základě environmentálního působení (celá dnešní epigenetika).

Zásadní diskrepanci mezi Lamarckovou a Darwinovou teorií evoluce je fakt, že Lamarckova evoluce je směrovaný proces, který je ze své podstaty konvergentní a víceméně nutný, resp. determinovaný. Organismy postupují po žebříku dokonalosti, pohybují se na *scala naturae* směrem k vyšším a dokonalejším bytostem. Taková evoluce je pro vědu velmi výhodná: trajektorie vývoje má svou logiku, kterou není nutné určovat až *ex post*, ale naopak ji lze na základě známých skutečností skvěle predikovat. Lamarckova evoluce

je tak přes svou nesprávnou koncepci exemplárně vědeckým konstruktem. Naopak Darwin celou situaci poněkud zkomplikoval. Byl to on, který do vědy přinesl prvek, který tam neměl co dělat: náhodu, historii a singularitu.

#### DARWIN A NOVÁ SYNTÉZA

Skutečný přelom v chápání vývoje živých organismů nastal až s příchodem Charlese Darwina (Hodge & Radick 2003) a publikací jeho zásadního díla *O vzniku druhů* (Darwin 2007). Charles Robert Darwin se narodil 12. února 1809 jako páté ze šesti dětí Roberta a Susannah Darwinových. Původně začal na přání otce studovat medicínu, ale pohled na operace vykonávané bez anestezie ho natolik znechutil, že školu opustil a nakonec se rozhodl pro teologii, jejíž studium úspěšně ukončil v roce 1831. Ve stejném roce získává místo na průzkumné lodi Jejího veličenstva *Beagle*, jejímž úkolem bylo během pětileté plavby kolem světa zmapovat vody Jižní Ameriky (blíže viz český překlad Darwinova životopisu z roku 1950).

Významnou roli při utváření Darwinových úvah o vývoji organismů sehrály myšlenky jeho současníka geologa Charlese Lyella, jenž postuloval, že geologické změny se dějí v geologickém čase, tj. postupně a téměř neznatelnou rychlostí. Evidentní dostatek geologického času spolu se třemi zásadními pozorováními z cest na *Beagle*, jimiž byly (i) zjevná příbuznost recentních živočichů a fosilií na dané lokalitě, (ii) migrace druhů a diferenční obsazování prostředí na základě drobných odchylek, a především (iii) pozorování z Galapážského souostroví, jehož fauna a flóra byla evidentně příbuzná fauně a flóře pobřeží Jižní Ameriky, jej na sklonku 30. let 19. století vedly k formulování hypotézy o vývoji druhů přírodním výběrem, na níž pak soustavně pracoval následujících dvacet let až do její předčasné publikace v roce 1859.

Darwinova teorie evoluce přírodním výběrem byla z mnoha důvodů přijata velmi rozporuplně. Domyšlena *ad infinitum*

znamena nepříjemnosti pro oba tradiční tábory: klérus i vědu. Klérus v této extrapolaci spatřoval přinejmenším zrelativizování tradičních hodnot a morálky, které tím ztratily pečeť absolutních a *a priori* daných kategorií, což je častou námitkou některých křesťansky smýšlejících myslitelů dodnes, popřípadě v souvislosti s materialistickým světovým názorem a snahou domyslet darwinovskou evoluci do konce popření Boha, alespoň jakožto Boha-stvořitele; celý problém byl pak často řešen deistickým náboženským názorem. Věda se naopak potýkala se zjevnou neuchopitelností darwinismu jako teorie, se kterou by bylo možné matematicky pracovat: Darwin ukázal, že evoluce nemá směr, není předvídatelná, a že je vlastně svojí podstatou náhodná, historická, a proto vždy jedinečná. Jenže o jedinečném, jak známo, vědu dělat nelze. Je-li proto evoluce skutečně taková, nelze ji z principu vypočítat, tudíž ji nelze ani přesně opakovat. Recepce darwinismu tak byla velmi nejednoznačná a bouřlivá a z dnešní perspektivy měla překvapivé řešení: zamést darwinismus pod koberec jako mrtvou, i když zajímavou nauku (Rádl 2006b). Ve snaze vysvětlit nepochybný fakt evoluce se pak pozornost obrátila a upnula k nenápadně se rozvíjející genetice (srovnej pro zajímavost Liu *et al.* 2009), která díky ukotvení v precizních matematických formulcích neměla s formulací a ověřováním svých předpokladů velké potíže.

Od 30. let 20. století pak docházelo k fúzi vzkříšeného darwinismu, přesněji principu přírodního výběru s klasickou mendelovskou a zvláště populační genetikou, a vznikala tak tzv. nová nebo též moderní syntéza, známá též jako neodarwinismus. Hlavním motorem evoluce je podle ní právě přírodní výběr, jenž neustále a nezávisle pracuje na výběru všech vhodných variant, zatímco zdrojem proměnlivosti jsou náhodné genetické mutace. Evoluce jako darwinisticky *historický* koncept je neodarwinisticky „odvysvětlena“ jako pouhá mezigenerační změna frekvence alel v populaci. Touto definicí se připravila půda pro formulaci teorie sobeckého genu Richardem Dawkinsem o několik dekád později a pro

následné dosazení genů, resp. alel, na domnělou základní úroveň vysvětlování.

#### GENOCENTRISMUS SOBECKÉHO GENU

*Bylo mnoho Trrgů, mnoho smrtelných nepřátel. Po právu se obávali jeden druhého. Smysl jejich života se stále více soustřeďoval k jedinému cíli: přežít. Veškerý organismus Trrgu sloužil k tomuto účelu. Tato myšlenka v něm po tisíciletí postupně sílila – a v té době už vlastně splynula i s přirozeným pudem sebezáchovy. Vše ostatní potlačila.*

*V jednom však přece jen jeho čidla a analyzátoři nebyly dostatečně výkonné: aby ho dokázaly vytrhnout z jeho slepě jednostranné existence a způsobu myšlení. Nebyl prostě schopen obrátit svou obrazotvornost jiným směrem.*

Peter Lengyel, *Druhá planeta Oggu*

Publikací Dawkinsova sobeckého genu v polovině 70. let došlo k vyvrcholení genocentrického pohledu na organismy a rozšíření tohoto pohledu na evoluci jako celek. Životní projevy organismů i sama jejich struktura měly najednou význam *pouze* z hlediska prosazení a šíření jejich genů; jakýkoli další význam, ať již existuje či nikoli, je v této perspektivě předem vyloučen nebo vždy převeden na adaptivní význam pro multiplikaci genu (přesněji alely). Svět je místem, kde je třeba za vším hledat zájem replikátoru, a ve vzduchu se vznáší řečnická otázka, jak moc zde metodologie metafory coby modelu přechází do ontologie, do představy o skutečném uspořádání věcí. Známé „*jsme nástroje naprogramované dělat vše, co je v jejich silách, pro rozšíření genů, které nesou*“ (Dawkins 2003: 118) stálo následujících několik desetiletí v pozadí všech biologických úvah a přes vynikající heuristiku představovalo přinejmenším principiální mantinel, který omezoval alternativní pokusy o uchopení jakékoli biologické problematiky.

Ilustrativní je doslov Jana Zrzavého v knize *Sobecký gen*, mezi jinými zvláště tento výrok: „*Co se píše v sobeckém genu je ta nejortodoxnější ortodoxie současné biologie a myslet jinak už vlastně ani neumíme.*“ (Zrzavý in Dawkins 2003: 315) Genocentrická evoluce přinesla zásadně nový pohled na život – a také zásadně nový jazyk, jakým o životě promlouváme. Organismus je definován jako jakési prostorové zahuštění evolučních zájmů různých genů; je to koalice genů, které se zrovna do další generace přenášejí pospolu (Zrzavý *et al.* 2004: 89).

Výhody genocentrického náhledu na přírodu jsou mnohé, mezi zásadní nevýhody patří všeobecná marginalizace fenotypu (Turner 2004), který byl odsunut do pozadí jako pouhá výslednice víceméně absolutně deterministického působení genotypu (Weiss 2003) – a právě sám tento determinismus (Lewontin 1997), jenž dospěl do svého vrcholu na přelomu tisíciletí nadšeným očekáváním sekvenace lidského genomu (Goodwin 2010). Kolektivní entuziasmus vycházel z předpokladu, že budeme-li znát všechny geny jako základní determinující úroveň, budeme schopni predikovat děje na jakékoli úrovni vyšší. Tato očekávání se samozřejmě nezaplnila a po překvapivém zveřejnění sekvenace lidského genomu byla biologie postavena před nutnost revize postneodarwinistického paradigmatu v jeho nejsilnější formě (Goodwin 2010; srovnej též Kurakin 2009).

#### PLURALITNÍ PŘÍSTUPY POSLEDNÍCH DESETILETÍ

Genocentrický přístup je při prvním přiblížení velice elegantní, jednoduchý a plauzibilní. Navzdory tomu, že je vysoce rigidní ve svém vysvětlovacím potenciálu, teorie sobeckého genu je v principu dostatečně plastická, aby asimilovala i relativně komplexní děje, především za pomoci teorie rozšířeného fenotypu (Dawkins 2004; 1999). S hromadícím se množstvím poznatků však začalo být zřejmé, že požadavek univerzální úrovně popisu, která by s konečnou platností definovala a beze zbytku zahrnovala všechny

úrovně ostatní, je alespoň pro biologii neuskutečnitelný, což ovšem možnosti našeho poznání nijak zásadně neomezuje. Jedním z největších výdobytků biologie posledních dvaceti let bylo bezesporu právě rozvinutí pluralitního přístupu ke studiu mnoha biologických jevů. Svůj podíl na tomto posunu měla samozřejmě celá řada faktorů, důležitý je však samotný výsledek, jenž způsobil, že gloriifikovanou představu všemocného replikátoru bylo nutno vměstnat zpět do pozice modelu, jehož některé atributy mohou být v případě nutnosti nahrazeny alternativou.

Důležitým mezníkem pro revizi silného genocentrismu byla znovuotevřená debata o problematice úrovně, na níž vlastně přírodní výběr působí (Okasha 2009; Takeuchi & Hogeweg 2009; Haug 2007; Draghi & Turner 2006; Millstein 2006; Nunney & Schuenzel 2006; Okasha 2006; Whitham *et al.* 2005; Laubichler 2003; Glymour 1999). Po desetiletí diskreditovaný skupinový výběr se především díky studiu evoluce některých behaviorálních znaků (Gottlieb 2003), zvláště altruismu (Coco 2009) a lidské morálky (Joyce 2006), vrátil na vědeckou scénu (Wilson & Wilson 2007; Sober & Wilson 1998; Waddington 1975), a právě teorie multiselekce, tedy poznání, že přírodní výběr operuje nezávisle na několika úrovních organizace (tzn. nejen na úrovni genu), stála do značné míry v pozadí současné reflexe požadavku plurality. V souvislosti s tím došlo komplementárně k revizi významu konceptu fenotypu (Jablonka 2004; Brakefield & Wijngaarden 2003; Pigliucci & Preston 2004; Schlichting & Pigliucci 1998) coby převodníku, jakéhosi mostu spojujícího „biologický“ prostor organismálního těla s geometrickým prostorem vnějšího prostředí (Schlichting 2003).

Na pozadí těchto myšlenkových posunů potom mohly vykristalizovat dva nezávislé okruhy výzkumu rehabilitující dosud marginalizovaný fenotyp a volající po novém náhledu na biologické struktury a funkce, v němž geny hrají sice podstatnou, nikoli však zcela ústřední roli. V první řadě jde o tzv. evolučně-vývojovou



biologii, známou všeobecně pod zkratkou evo-devo (*evolutionary-developmental biology*) (Carroll 2010, Laubichler & Maienschein 2008, 2007; Amundson 2005; Gilbert & Burian 2003; Hall & Olson 2003), v druhé řadě o rehabilitovaný koncept epigenetiky, dlouhou dobu odporující ustanovenému paradigmatu o centrální roli jaderné DNA v dědičnosti.

Že mendelovské vlohy hrají v organismu zásadní úlohu, to bylo jasné již záhy po „znovuobjevení“ Mendelovy práce a krátce nato po zavedení termínu „gen“ Wilhelmem Johansenem. Jak je ona úloha zásadní, to ovšem prokázali až v polovině 40. let svým slavným pokusem Avery, MacLeod a McCarty. Po objevu struktury DNA a genetického kódu se geny v glorioře nadšení staly klíčem, který měl otevřít Pandořinu skříňku tajemství života. Jinak řečeno: geny se staly programem, který život řídí. Právě v souvislosti s rozluštěním genetického kódu se do biologie paralelně a v úzké vazbě s protežováním genocentrismu poprvé dostává také metafora DNA jakožto programu – tj. metafora DNA jako jazyka, ovšem jazyka *formálního* (a tedy opět determinismus), nikoli jazyka přirozeného. Kulminací tohoto přístupu byl mamutí projekt sekvenace lidského genomu, jehož výsledky na jedné straně do značné míry zbouraly očekávání celé generace biologů, aby na druhé straně otevřely nové perspektivy výzkumu.

Jedním z nejpřekvapivějších výsledků sekvenace lidského genomu (stejně jako genomů dalších organismů) bylo zjištění, které otřáslo sebevědomou pozicí genu jako absolutní jednotky nezávislé na vnějším prostředí, tedy často v zásadě i na ostatních genech: skutečnost, že komplexita organismu (bez ohledu na to, jak těžce je komplexita definovatelný jev; Kirschner & Gerhart 2005) nekoreluje ani s obsahem DNA v buňkách organismu, ani s počtem jeho genů. Takzvaná *c-value* (obsah DNA haploidní buňky) ustanovila jedno ze zajímavých novodobých překvapení celé biologie (Jockusch 2003), s nímž se bylo nutno nějak vyrovnat. Ukázalo se, že organismy nejen že nemají přemrštěné počty genů, ony jich do-

konce mají ještě mnohem méně, než se zdálo podle prvotních odhadů vůbec možné. Výsledných cca 25 000 genů v lidském genomu byla čtvrtina odhadovaného počtu. Podobné výsledky byly posledním hřebíčkem do rakve jednoduchých mechanistických představ typu „jeden gen – jeden enzym“.

Aby toho snad nebylo málo, zjistilo se rovněž, že naprostá většina z DNA přítomné v jádře ani nekóduje proteiny, jinými slovy, že protein-kódující sekvence tvoří sotva několik procent z celkového množství DNA. Pomineme-li otázku, jakou má tato majoritní část nukleových kyselin funkci (i to, jak hezky je vysvětlitelná „so-beckou“ replikací či inzercí neustále se propagujících úseků DNA), důležitým výstupem situace bylo uvědomění si toho, že možná vlastně nejde ani tak o geny samotné, jako spíše o *způsob*, jakým je s nimi v těle, resp. v buňkách, nakládáno. Tuto myšlenku podpořily zvláště důkazy z vývojové biologie, která si již před delší dobou začala všimnat pozoruhodného faktu, že některé geny jsou v téměř nezměněné podobě sdíleny napříč širokým spektrem fylogenetických skupin organismů; míra shody v některých homologních genech je skutečně úžasná. To pozvolna vedlo k představě, že evoluce se mnohem spíše než na vlastních genech (tj. cistronech) odehrává na jejich regulačních úsecích (Stern 2003). Tichým potvrzením této změny úhlu pohledu pak bylo před několika lety zveřejnění osekvenovaného genomu šimpanze, jehož téměř dokonalá shoda s genomem člověka vyvolala na dlouhý čas vlnu bouřlivých diskusí (Marks 2006).

V rámci pokroku molekulární biologie a díky možnostem využití jejích metod ve vývojové biologii se všeobecně očekávalo, že alespoň sekvence genů řídících ontogenetický vývoj různých částí těla nám napoví něco o tom, jak je tento vývoj řízen a regulován. Tak se skutečně stalo, i když poněkud jinak, než se očekávalo. Už první mezidruhové srovnání genů řídících ontogenezi v průběhu 80. let překvapivě odhalila, že zásadní zúčastněné geny jsou homology s velkou mírou podobnosti, a to i u skupin, které dělí velká

evoluční i morfologická propast. Výsledkem byl vznik nové disciplíny na rozhraní embryologie a evoluční biologie, jejíž název se i v českém prostředí ustálil na evo-devo (viz výše).

Evo-devo velmi brzy ukázala, že i navzdory obrovským morfologickým či fyziologickým rozdílům sdílejí živočichové společnou soupravu „řídících“ genů (Burke & Brown 2003), které ovládají vytváření a modelování jejich těl a tělních částí. Tento tzv. *developmental genetic toolkit* je vysoce konzervovaná skupina genů, z nichž většina kóduje logicky komponenty signálních drah, transkripční faktory, proteiny buněčné adheze, povrchové receptory nebo morfogeny; mezi nejznámější patří Hox geny, jež specifikují předozadní osu a identitu segmentů u dvoustranně souměrných živočichů během časného embryonálního vývoje. Objev této starobylé genetické montážní linky velmi těsně semknul jinak i dosti různé skupiny organismů a znovu tak obrátil pozornost ke způsobu, jakým evoluce pracuje.

Evo-devo umožnila v jistém a zcela zásadním smyslu nahlédnout, jakým způsobem lze pohlížet na strukturální přestavby během evoluce – umožnila pochopit, jak se rybí ploutev může transformovat v končetinu suchozemského obratlovce, což je problém, který se vleče od Darwinovy doby víceméně do dnešních časů. Významným způsobem tak mimo jiné přispěla k představám o průběhu evoluce v souvislosti s ožehavým tématem přechodných forem či „pravděpodobnosti“ vývoje složitých struktur v klasickém darwinovském modelu gradualismu (srovnej Flegr 2006). Mnohem důležitějším přínosem je ale mimo jakoukoli pochybnost jednak zaostření pozornosti na modularitu (Gass & Bolker 2003) v evoluci a její možné důsledky (Schlosser & Wagner 2004), jednak důraz na kontext, a ten zvláště: jakkoli je evo-devo položena na striktním reduktivně-mechanistickém základě (a to možná více než samotný sobecký gen), svým soustředěním nikoli na pouhý popis proteinů, ale i na jejich funkci v *síti interakcí*, jež zahrnuje mnohé úrovně regulace, ukázala prstem na důležitost

významu informace. Jinak řečeno, zde již jde o pluralitní koncept mnohoúrovňového kontextu, nejen o primitivní jednoúrovňové kódování.

Vývoj formy závisí na zapínání a vypínání genů v různých časech a na různých místech v průběhu ontogeneze. Rozdíly ve formě vyvstávají v evolučních změnách z toho, kde a kdy se genů využívá, a to zejména těch genů, které ovlivňují počet, velikost nebo tvar struktur. Jsou-li si ale tyto řídicí genové soubory tak podobné, jak potom vznikají rozdíly? Paradox velké genetické podobnosti (srovnej Cvrčková & Markoš 2005) mezi rozmanitými druhy řeší právě představa, že ohromná diverzita a disparita organismů není ani tak záležitostí souboru nástrojů (genů), jako spíše způsobu, jakým jsou tyto nástroje využívány. Důležitějšími než samy geny se tak stávají regulační úseky DNA. Evo-devo tedy implicitně zdůraznila význam pojmu *význam* v biologii, nicméně sama se hlubším pochopením významu nezabývá; funguje na proximální úrovni, kde významem jsou právě ony regulační sekvence. Zcela analogicky je tomu i s epigenetikou, díky níž došlo v biologii konce 20. století k pozitivnímu posunu v chápání významu mimojaderné dědičnosti – i v tomto případě jde o pluralitní přístup mnohoúrovňového fenoménu zpracování informace.

O definici, popis a zhodnocení významu jako charakteristického rysu vnitřně příslušejícího organismům jakožto žijícím entitám se snaží zvláštní disciplína na pomezí přírodních a společenských věd, tzv. biosémiotika – hraniční obor na pomezí biologie a sémiotiky. Biosémiotika se zabývá vznikem, vztahy a interpretací znaků a symbolů v biologických systémech. Základním principem je snaha uchopit živý organismus nikoli jako pouhou descartovskou *res extensa* (což ale neznamená označit ji za *res cogitans*), nýbrž jako aktivního vyhodnocovatele významu znaků. Definice takové aktivity je samozřejmě ve vědě horkým bramborem, pro většinu badatelů však aktivita v tomto smyslu nijak nekoresponduje s aktivitou vědomou, nýbrž pouze se schopností sémioze. Za

povšimnutí stojí i rozdíl mezi sémiotikou a sémantikou, především tedy mezi sémantickou a sémiotickou biologii (Barbieri 2006, Mar-koš in Barbieri 2006). Problémem biosémiotického přístupu je nicméně vnitřní roztržitost, jež pramení z neshod ohledně definic pojmů interpretace a kódování.

Tak či tak prodělala biologie v posledních třech desetiletích zcela zásadní přerod, který přesunul výhybku a poslal ji úplně jiným směrem, než by se kdo byl původně nadál. Šlo o revoluci spíše tichou a bublající pod vědomým povrchem, o to však převratnější. Jedním z nejdůležitějších aspektů této nové éry je snaha o jasné a multiúrovňové uchopení evoluce: jednou stranou evoluční mince je přítom ontogeneze a embryologie, na nichž staví evo-devo, epigenetika i biosémiotika, tou druhou je potom samotná fylogeneze, která díky molekulární systematice chytila druhý dech. Až molekulární systematika totiž dostala do studia evoluce poslední, ačkoli největší díl skládky: prokaryotní organismy. To umožnilo definovat řadu důležitých evolučních procesů, což bylo nezbytnou podmínkou pro reformulaci systematického uspořádání světa jako nově emergujícího obrazu historie života na Zemi.

#### HISTORICKÁ ORGANIZACE ŽIVÉHO

Od Aristotela až do pozdního novověku se táhne představa stupňovitěho chápání přírody počínající nerosty, pokračující rostlinami a živočichy a vrcholící člověkem, jež svého vrcholu došla v 19. století v nauce o tzv. Velkém řetězci bytí. První vážná výzva pro dvouramenné váhy dichotomie rostlina versus živočich přišla v 17. století Leuwenhoekovým objevem mikroorganismů. Navzdory tomu, že Linné nepovažoval mikroorganismy za hodné studia a po stu letech od jejich objevu rozlišil ve své třídě Chaos pouze šest druhů (Kaprálek 2000), snaha o inkorporaci do rostlinné nebo živočišné říše provázela mikroskopické organismy až do roku 1866, kdy pro ně Ernst Haeckel vyčlenil samostatnou říši, kterou nazval Protista.

Haeckel jako velký Darwinův zastánce nepochyboval, že rigidní dichotomické větvení neodpovídá novým poznatkům o vývoji a vůbec neladí s evolučním chápáním biologie. Protisty rozuměl jednobuněčné organismy stojící „mezi“ rostlinami a živočichy; pro nás je důležité, že mimo klasických skupin jako rozsivky, obrněnky, krásnoočka aj. zahrnovaly i skupinu organismů nazvanou Monera, tedy víceméně dnešní bakterie. Sílu staletého paradigmatu nahlédneme ve skutečnosti, že ani Haeckel se nevzdal „jasné“ skutečnosti, že mnohobuněčné řasy, zelené, červené i hnědé včetně chaluh, jsou rostliny, zatímco nálevníci (nekryje se s dnešními Ciliophora) patří naopak do říše živočišné. O dva roky později pak z Protist vyčlenil Monera jako samostatnou skupinu, neboť podle jeho názoru lépe odrážela úroveň organizace reflektující (opět dle něj) počáteční stav života na Zemi. Protista jako říše pak byla vzkříšena roku