

Uvod

U vreme pisanja ove knjige, NASA je objavila da je opservatorija *Kepler* – mali veštački satelit koji prati Zemlju na njenoj orbiti oko Sunca – otkrila pet planeta veličine Zemlje oko drugih zvezda u našoj galaksiji i planetarni sistem (prvobitno nazvan Kepler-11) koji sadrži najmanje šest planeta.¹ Mada ova kratka vest ne deluje revolucionarno sama za sebe – zar nismo već navikli na mnoga spektakularna otkrića do kojih se došlo pomoću novih astronomskih instrumenata? – ona bi mogla označavati, gledano unazad, važnu prekretnicu u naučnom i intelektualnom pokretu, dovodeći pitanja života i inteligencije u njihovom opštem kosmičkom kontekstu u prvi plan naučnih istraživanja. Ovaj pravac razvoja, koji se bavi ponekad iznenađujuće starim pitanjima, pripada novoj disciplini – astrobiologiji. Nakon što je u poslednje dve decenije pronađeno nekoliko stotina planetarnih sistema, koji uključuju planete oko pulsara, planete u halou Mlečnog puta a možda čak i planete iz *druge galaksije*,² sada smo svedoci jasne konvergencije ka galaktičkom skupu nastanjivih planeta sličnih Zemlji.

U ovoj knjizi razmatra se nekoliko filozofskih i metodoloških pitanja koja se odnose na tekuću „astrobiološku revoluciju“ (od oko 1995. godine do danas) i nagli porast profesionalnog i javnog interesovanja za traženje života i inteligencije van Zemlje. Imamo sreće da živimo u doba velikog napretka ove novonastale discipline usredsređene na tri kanonska pitanja: Kako život počinje i kako se razvija? Postoji li život još negde u univerzumu? Kakva je budućnost života na Zemlji i drugde u svemiru?

U otprilike poslednje dve decenije napravljen je niz fascinantnih otkrića, a među najvažnijima su: otkriće velikog broja ekstrasolarnih planeta; postojanje mnogih ekstremofilnih organizama koji možda sadrže „duboku toplu biosferu“ Tomasa Golda; otkriće potpovršinske vode na Marsu i ogromnog okeana na Evropi, a možda i na Ganimedu, Kalistu i Enkeladu; kontroverzan dokaz koji se odnosi na marsovski metan i mikrofosile u Marsovom meteoritu ALH84001; nedvosmisleno otkriće najraznovrsnijih amino-kiselina i drugih složenih organskih jedinjenja u meteoritima; modelovanje organske hemije u atmosferi Titana; kvantitativan tretman Galaktičke nastanjive zone; numeričko objašnjenje astrobiološki relevantnih ekoloških modela, kao što je „Svet krasuljaka“ (engl. *daisyworld*) Džejmisa Lavloka; razvoj nove generacije teorija o

panspermiji, podstaknut eksperimentalnom potvrdom da čak i zemaljski mikroorganizmi lako preživljavaju uslove pri udarima asteroida ili kometa; objašnjenje epizoda masovnih izumiranja u Zemljinoj istoriji; brz napredak u razumevanju biogeneze itd. Osim toga, odvija se intenzivna aktivnost u oblastima organizacije, usmeravanja i osveščivanja javnosti, koja se ogleda u osnivanju novih specijalizovanih instituta i uvođenju novih univerzitetskih programa i na dodiplomskom i na diplomskom nivou, u pokretanju nekoliko novih istraživačkih časopisa (*Astrobiology*, *International Journal of Astrobiology*, *Planetary Science* itd.) i monografskih edicija, uz preorijentaciju nekih starijih izdavačkih poduhvata, kao i u pojavi niza popularnih časopisa, veb portala i blogova, koji održavaju živo interesovanje za astrobiološke teme i unutar akademskih krugova i van njih.

Međutim, epistemološka i metodološka osnova astrobioloških istraživanja suočava nas sa osinjim gnezdrom pitanja koja dosad nisu, uz nekoliko izuzetaka, razmatrana u literaturi. Prema tome, ne iznenađuje to što se povremeno javljaju naizgled paradoksalne situacije i kontroverzni zaključci, kao i obično u mladim naučnim disciplinama, udruženi s konfuzijom koja ne ostaje uvek ograničena na laičku javnost. Stoga je cilj ove knjige pre da ukaže na relevantna pitanja o filozofskim i metodološkim aspektima astrobiologije nego da pruži odgovore. Možda je prerano čak i za spekulativne i privremene odgovore; ali kao i u prototipskom slučaju psa koji nije lajao, čak i to što nema odgovora govori nam nešto veoma važno o samoj zagonetki.

Struktura knjige odražava simboličko pomeranje i (1) od „prapočetaka“ (daleke kosmološke prošlosti, velikih prostorno-vremenskih skala) ka današnjoj i blisko-budućoj astrobiološkoj praksi i (2) od apstraktnih i teorijskih pitanja ka onim pretežno empirijskim. Pokušaću da pokažem da u mladoj naučnoj oblasti, što astrobiologija svakako jeste, osnovna filozofska i metodološka pitanja mogu biti veoma stimulativna i inspirativna. To je uporedivo s razvojem fizičke kosmologije od Ajnštajnovog doba, posebno u najvažnijem i formativnom periodu 1929–1965; po mom mišljenju, astrobiologija je danas u sličnom položaju kao što je bila kosmologija u vreme Fridmana, Edingtona, Habla, Lemetra ili Hojla. Sveobuhvatna analogija – prepoznatljiva, recimo, u naslovu pionirske studije Stivena Dž. Dika *Biološki univerzum*³ – korisna je i s heurističkog i s metaforičkog aspekta; ona takođe može povećati ionako ogromnu privlačnost astrobiologije. Stoga, nakon predstavljanja astrobiološke revolucije koja je počela 1995. i nekih njenih osnovnih koncepata (poglavlje 1), razmatram vezu između kosmološkog i astrobiološkog poduhvata kroz razne zagonetke koje premošćuju jaz između ta dva carstva. Neke od njih su rešene (ili samo zapažene *post festum*), kao što su Dirakove koincidencije velikih brojeva ili Dejvis–Tiplerov argument, druge su i dalje nerešene (Fermijev paradoks), dok su one najsvježije otkrivene tek u

nedavnim i veoma složenim istraživanjima (recimo, problem Bolcmanovih mozgova). Takvi zajednički problemi nisu samo dobre prilike za istraživanje već ukazuju i na širu naučnu sintezu ili usklađivanje. Jedna od središnjih tema prvog dela knjige (poglavlja 2–4) jeste koncept *posmatračkih selekcionih efekata* (engl. *observation selection effects*), koji nam ne pomaže samo da rešimo neke od zavrzlama s kojima se susrećemo već i raspršuje dalje zabune i kontroverze, kao one koje okružuju antropičko rasuđivanje. Konkretno, pojam astrobiološkog pejzaža, predstavljen u poglavlju 3, nudi pogodnu platformu za ujednačavanje onog što je specifično (za Zemlju) i onog što je opšte (za svemir). Nasuprot tome, lajtmotiv drugog dela knjige (poglavlja 5–8) jeste *teza o kontinuitetu*: grubo govoreći, to je zamisao da su fizička, hemijska, biološka a možda čak i kulturna evolucija delovi istog evolucionog kontinuuma. Tradicija misli, čija moderna verzija počinje sa Dž. B. S. Holdejnom, već je donela važna saznanja; na primer – kao što je Ajris Fraj ubedljivo pokazala u nekoliko radova i u sjajnoj monografiji *Pojava života na Zemlji*⁴ – neka varijanta teze o kontinuitetu neophodna je za naučno razmatranje biogeneze. U generalizaciji ove teze može se naći pravi odgovor na mnoge popularne argumente protivnika astrobioloških istraživanja i SETI (*Search for ExtraTerrestrial Intelligence* – potraga za vanzemaljskom inteligencijom) istraživanja, o čemu će biti reči na više mesta u knjizi. Konkretno, generalizacija će obuhvatiti podrivanje gradualizma, staromodnog gledišta da je „prošlost ključ za budućnost“ sa aspekta brzine i načina odvijanja evolucionih procesa. Sledi nov pogled na klasične argumente protiv SETI istraživanja, poput argumenta koji se odnosi na biološku kontingenciju, Fermijevog paradoksa i Karterovog antropičkog argumenta – a ta nova perspektiva je optimističnija kad je reč o praktičnom aspektu SETI istraživanja. Uz to, astrobiologija nam pruža potencijalno moćne uvide u prirodu *terestrijalne* biološke evolucije, a služi i kao protivotrov za poperovski skepticizam (koji prečesto zloupotrebljavaju kreacionisti i drugi pseudonaučnici) prema kontingentnoj ili „bezzakonskoj“ prirodi evolucione biologije. Završno poglavlje sadrži osvrt na to šta bismo mogli očekivati u pogledu sinteze ukoliko se nastavi sve zastupljeniji trend ulaganja multidisciplinarnih napora usredsređenih na astrobiologiju.

Ali opasnost vreba i u uvođenju pomenutih filozofskih gledišta u fascinantna pitanja savremene astrobiologije. Trebalo bi biti oprezan zbog gotovo refleksne sklonosti da se ona u filozofskim radovima predstave kao da autori veruju da su takva gledišta poslednja reč na temu o kojoj govore. Ta utešna iluzija bila bi samopovlašujuća čak i u mnogo razvijenijim disciplinama nego što je trenutno astrobiologija; nažalost, to nije sprečilo neke autore da tako pišu i s takvim negativnim primerima srešćemo se kasnije. Po mom mišljenju, *otvorenost* ove teme ne može se prenaglasiti. Prema tome, ovu knjigu treba shvatiti, u doslovnom smislu, kao *filozofsko istraživanje* zbunjujućih pitanja koja proizlaze

iz savremenih istraživanja porekla, postojanja i budućnosti života u njegovom najširem kosmološkom kontekstu. Kompletnost koncepata je ionako precenjena, čak i u dobro uspostavljenim carstvima znanja. Polupečene ideje koherentnog tona i stava češće su bile plodnije seme noviteta i izvora inspiracije od debelih tomova dobro razvijenih „velikih sistema“ – i za to ne treba tražiti nikakvo opravdanje. Oni koji insistiraju na kompletnosti u zamršenoj stvarnosti istorije ideja, često su slični Šigaljevu, tragikomičnom liku iz romana *Zli dusi* Dostojevskog: uznemirujuće ubedljiva luda, koja tvrdi da ljudi, ako ne posvete tačno deset nedelja slušanju njegove univerzalne teorije društva i slobode, mogu da idu kući i zaborave na politički aktivizam, pošto ne može postojati nikakva održiva alternativa njegovom programu.

Shodno tome, neka od gledišta koja iznosim još uvek su grube skice; daleko su od toga da su ispolirana i pročišćena, a nisu ni sklopljena u kompletnu i elegantnu celinu. Kao što će pokazati analogija s kosmologijom, to ostaje za budućnost, čak i za naprednije oblasti istraživanja. Ipak, ako i nema mesta za poslednju reč u ovoj oblasti, i dalje ima sasvim dovoljno mesta za prve reči o mnogim pitanjima, i to ne samo o glavnoj liniji argumentacije nego i o mnogim tragovima i sporednim temama. Filozofska potraga počinje s idejom o određenju, ali se neizbežno menja sve vreme; umesto neumesne težnje za savršenom, glatkom konzistentnošću, verujem da ukus te potrage obogaćuje upravo njena fluidna priroda.

Ista strategija primenjiva je i na nivo tehničke složenosti knjige. Kao što je odavno istakao ser Artur Edington – a što nažalost ne shvataju s jedne strane naučnici a s druge autori i novinari koji pišu o nauci – pisanje o naučnim temama evoluiralo (baš kao i sve drugo):⁵

Nauka ima svoje izložbene salone i svoje radionice. Današnja javnost, čini mi se s pravom, ne želi da luta po salonima u kojima se izlažu ispitani proizvodi nego da vidi šta se dešava u radionicama.

Nema ničeg novog pod kapom nebeskom. Nemoguće je previše naglasiti koliko su stari mit o jasnom, oštrom, antiseptičkom razgraničenju između pisanja o naučnim istraživanjima i popularnog pisanja o nauci davno razotkrili intelektualni divovi kalibra jednog Edingtona. Mada izlaganje o naučnom istraživanju može – i trebalo bi – da bude potpuno logično, nepristrasno i zasnovano na pažljivim empirijskim i/ili teorijskim analizama, ono se i dalje oblikuje kao retorički, ubeđivački narativ. Pa ipak, ovaj mit zadržava svoj opasan uticaj i danas, ispoljavajući ga u posebno odbojnom obliku u naučnom obrazovanju i prikupljanju finansijskih sredstava. Obaveza je nas, naučnika, da se borimo protiv onoga što je Stiven Džej Guld – još jedan fini stilista u savremenoj nauci – nazvao naučnom selekcijom za loše pisanje.⁶ Tu selekciju je nesumnjivo teže

korigovati nego druge selekcije razmotrene u ovoj knjizi, ali svakako вреди pokušati. Mada neki delovi knjige (posebno poglavlja 3, 4 i 7) mogu na prvi pogled izgledati više tehnički orijentisani, čitalac može preskočiti matematičke ili teže filozofske delove i, ukoliko je zainteresovan, vratiti im se kasnije. Predlozi za dalje čitanje i polazne tačke za upoznavanje s postojećom literaturom jasno su označeni u napomenama datim na kraju knjige. Kroz celu knjigu koristim ilustrativne i posebno označene scenarije – ili kao misaone eksperimente ili kao primere iz literature (i fikcione i diskurzivne).

Završna napomena se odnosi na korišćenje istorije. Pod pretnjom anahronizma, nekim konceptima i fenomenima dajem njihove moderne nazive radi kompaktnosti i boljeg razumevanja. Ovo je knjiga o astrobiologiji a ne o istoriji nauke, mada, naravno, poznavanje istorije igra veliku ulogu u ovom mladom carstvu. Shodno tome, studiju Alfreda Rasela Valasa iz 1903. godine nazivam astrobiološkom, mada je jasno da astrobiologija nije postojala ni kao reč ni kao pojam prvih godina 20. veka. Neka se uvrede čistunci „antivigovske“ historiografije ili postmoderni relativisti, ali ovde je na (epistemičkoj) kocki baš ilustracija činjenice o napretku nauke, a ona pruža najbolje izgleda za razumevanje astrobiološke sinteze koja se kristalizuje upravo sada. Nikada nije potrebno izvinjenje za napredak. Kao što je napisao veliki pesnik idealističkog optimizma pre gotovo dva veka:

Munja mu je rob; a ponor vasiona
Prepušta mu zvezde, te ko stado one
Pred njegovim okom idu, ko ovce dok ih broje;
On ko na hatu leti na leđima oluje,
i bezdan sav razgoličen Nebu dovikuje:
Ja tajni više nemam pred njim, imaš li ti koje?*

* Šelijeve stihove preveo Jugoslav Đorđević, Oslobođeni Prometej, Prosveta, Beograd, 1952. (Prim. prev.)

·1·

Astrobiologija: „Boja izvan ovog svemira?“

A šta ću voleti ako ne tu enigmju?

Đorđo de Kiriko

Aprila 1897, u prilično uticajnom londonskom literarnom časopisu *Pearson's Magazine*, mada pokrenutom samo oko godinu dana ranije, objavljen je jedan od najjezivijih prologa koji se ikada pojavio u svetu beletristike. Napisao ga je tridesetjednogodišnji bivši trgovac odećom i student biologije Herbert Džordž Vels, koji je dve godine pre toga napravio mini-senzaciju sa svojim prvim romanom, *Vremenska mašina*, kontroverznim i zbog svoje nečuveno spekulativne naučne premise i zbog svoje radikalne kritike društva. A to je ponovo uradio započevši svoj novi roman, *Rat svetova* (objavljen u knjizi sledeće godine), ovim dramatičnim upozorenjem:¹

Poslednjih godina devetnaestog veka niko ne bi verovao da ovaj svet pažljivo i izbliza posmatraju inteligencije veće od ljudske ali isto tako smrtnje; da su ljudi – dok su se bavili raznim svojim poslovima – bili ispitivani i proučavani, možda gotovo isto tako pomno kao što čovek pod mikroskopom proučava ona prolazna stvorenja koja se gomilaju i množe u kapi vode. Beskrajno zadovoljni sobom, ljudi su išli tamo-amo po ovoj planeti obavljajući svoje poslove, bezbrižni u uverenju da vladaju stvarima. Moguće je da i infuzorije pod mikroskopom čine to isto. Niko nije ni pomišljao na starije svetove u svemiru kao na izvore opasnosti za ljude, ili je razmišljao o njima samo da bi odbacio ideju o životu na njima kao nemoguću ili neverovatnu. Zanimljivo je setiti se nekih mentalnih navika u tim prohujalim danima. U najboljem slučaju, Zemljani su zamišljali da bi na Marsu mogli živeti drugi ljudi, možda inferiorni u odnosu na njih i spremni da toplo dočekaju misionare. Pa ipak, preko kosmičkog ponora, umovi koji su za naše umove isto ono što su naši za umove životinja koje izumiru, intelekti ogromni, hladni i bezosećajni, posmatrali su Zemlju ljubomornim očima, te polako i sigurno kovali planove protiv nas.

U čuvenoj verziji koju je u stilu progresivnog roka producirao Džef Vejn 1978, dat je čak i fascinantniji uvod tako što su Velsove rečenice od druge do šeste

sabijene u „Samo nekoliko ljudi je uopšte razmatralo mogućnost života na drugim planetama“ – što je zvučalo prilično zastrašujuće u izvanrednoj interpretaciji Ričarda Bartona.² To je čak i prikladnije sa aspekta ove knjige. U *Ratu svetova*, Vels, nekadašnji učenik Tomasa Henrija Hakslija, legendarnog „Darvinovog buldoga“, uspostavio je savršenu ravnotežu između dramskog i filozofskog diskursa. Tada vladajuća Kant–Laplasova teorija o formiranju Sunčevog sistema predviđala je da je starost planeta u korelaciji s njihovim rastojanjem od Sunca, pa se smatralo da je Mars stariji od Zemlje, koja je onda starija od Venere itd. Kopernikanski princip – i naturalizam u pogledu biogeneze! – sugerisao je sledeće: ukoliko je Mars uopšte nastanjiv (a mnogi uticajni astronomi smatrali su da jeste), verovatno mu je biosfera starija od Zemljine. Isti taj kopernikanski princip, udružen s naturalizmom u pogledu porekla inteligencije (tj. *noogeneze*), naveo je Velsa da pretpostavi kako postoje Marsovci kao inteligentna vrsta starija od ljudi. Karakteristično viktorijansko verovanje u napredak i biologije i kulture navelo je Velsa i mnoge druge tadašnje mislioce da prevedu tu veću starost u veću inteligenciju i veći kapacitet za manipulisanje prirodom, tj. napredniju tehnologiju. Međutim, naprednija tehnologija ne mora da obuzda u osnovi biološke – ili *sociobiološke* – agresivne instinkte dominantne vrste, i tu se Vels razilazi s mnogim svojim optimističnim savremeniciima. U sprezi s klimatskom i ekološkom degradacijom njihovog matičnog sveta (koja izvire i iz Kant–Laplasove teorije udružene s dominantnom paradigmom lajelovskog gradualizma), ti instinkti su naveli Marsovcе da preduzmu interplanetarnu ekspanziju i kolonizaciju najbližeg naseljivog ekosistema – naše Zemlje. Kao što je zapazio Velsov glavni junak, neprekidno razapet između parališućeg straha i neukrotive radoznalosti: mada su osvajači sa Marsa izazvali užasna razaranja i smrt ljudi, nije izgledalo da se ponašaju imalo iracionalnije od ljudi kada raščišćavaju šumu da bi kultivisali zemlju ili isušuju močvaru kako bi izgradili kuće. Takve akcije ne smatraju se moralno nedopustivim čak ni danas, u doba povišene ekološke svesti. Na kraju, invazija s Marsa ne uspeva, ali ne zahvaljujući akciji ljudi – koji su navodno vrhunac zemaljske evolucije. Umesto toga, Marsovcе, koji su naravno dobro adaptirani na svoje biotičko i nebiotičko okruženje, pobedili su najjednostavniji zemaljski oblici života – bakterije prema kojima nisu razvili otpornost, bakterije koje žive na našim planetama milijarde godina, ponovo namećući pitanje da li je razumno govoriti o napretku u kontekstu biološke evolucije.³ Razmislite koliko je dubok rudnik zlata filozofskih pitanja (a pominjem samo ona najočiglednija) sadržanih u onome što se još uvek ponekad – i neznalački – odbacuje kao „samo“ naučnofantastični triler!⁴ A istorijska je činjenica da je kao posledica Velsovog pisanja veći broj ljudi dosad „razmatrao mogućnost života na drugim planetama“.

Nasuprot tome, pogledajmo zaplete skorašnjih filmova – takođe s kraja veka, kao što je bio i Velsov roman – na primer, *Osećaja gospođice Smile za sneg* (1997) ili

Dosijea X: Pobedi budućnost (1998): istaknutu ulogu u oba ostvarenja igra prastari meteorit koji je pao na Zemlju u prošlosti i doneo mikroskopske vanzemaljske oblike života na našu planetu (na oba dela uticao je klasik Roberta Vajsa iz 1971. godine – *Virus Andromeda* – zasnovan na romanu Majkla Krajtona iz 1969). To je prilično dugo, još od lorda Kelvina i Svantea Arenijusa, bilo poznato kao hipoteza o panspermiji, jedna od tema o kojoj se živo raspravlja u savremenoj astrobiologiji. Mikroorganizmi – bakterije i virusi – osvajači su iz svemira, možda i opasniji nego ranije. Naučni detalji su, naravno, pogrešni (zanimljivo pitanje za naučna, tehnološka i društvena istraživanja: zašto je toliko teško tačno predstaviti naučne činjenice u bilo kom velikom filmu?), ali je opšta ideja ista kao ona koja leži u osnovi tekućih napora istraživača, tehnologa, pa čak i političara: uspostaviti efikasne protokole za zaštitu planete. U čuvenom članu IX Sporazuma o svemiru koji su 1967. usvojile Ujedinjene nacije, eksplicitno se pravnim jezikom izražava isti strah i oprez, uz predlog da će strane u sporazumu⁵

nastaviti proučavanja svemira, uključujući Mesec i druga nebeska tela, i istraživati ih tako da se izbegnu njihova štetna kontaminacija i nepovratne promene u Zemljinom okruženju koje su rezultat uvođenja vanzemaljske materije i da će, gde je neophodno, usvojiti odgovarajuće mere za ostvarenje tog cilja.

Ovaj čudesno neantropocentričan statut (u kome se prvo navode štetne posledice po druga nebeska tela a onda one za Zemlju – uz dobar razlog kome ćemo se vratiti u poglavlju 6) isto toliko je korisno merilo naših razmišljanja kao gore pomenuti filmovi. Kao što je rasprava o vanzemaljskom životu krajem 19. veka u kulturnom kontekstu neizbežno bila uokvirena Skjapareli–Lovelovim „otkrićem“ marsovskih kanala, te upoređivanjem darvinizma sa ostalim teorijama evolucije i – na kraju ali ne i najmanje važno – kasnoviktorijanskom zabrinutošću za sukob civilizacija, tako su analogna razmatranja na kraju 20. veka obojena našim strahom od smrtonosne pandemije i posthladnoratovskom uznemirenošću zbog sukoba civilizacija. Ali tu razliku – i to veoma realnu – čini tekuća *astrobiološka revolucija*, koja je otvorila široke mogućnosti za objektivno procenjivanje višegodišnjih pitanja o životu i inteligenciji u njihovom kosmičkom kontekstu.⁶ Naučnici se razumljivo ustežu da govore o revolucijama u onome što se obično shvata kao svakodnevni istraživački rad. Ali lavina i posmatračkih i teorijskih rezultata iz različitih oblasti, koja je počela oko 1995, uklopljena u širu sinergijsku celinu, zajedno s obimnim organizacionim promenama i restrukturiranjem, daje svakom posmatraču barem neke naznake o tome da živimo u zaista revolucionarnoj epohi. Činjenica da bi ta revolucija mogla postati još radikalnija kako se uvodi i međusobno povezuje sve više oblasti i predmeta istraživanja, jedna je od središnjih tema ove knjige.

Kanonska trojka

Za početak, šta je uopšte astrobiologija? Mnogo je razloga zašto ne bi trebalo tražiti formalnu definiciju, od kojih se neki odnose na filozofska pitanja a drugi su slični čuvenoj izjavi Potera Stjuarta, sudije Vrhovnog suda SAD, o razvrstu: „Prepoznajem ga kad ga vidim.“⁷ Da li je astrobiologija istraživačka aktivnost prepoznatljiva na prvi pogled? U nekim standardnim udžbenicima potpuno se izbegava razmatranje definicije i prelazi se na izlaganje kruga tema koje nesumnjivo pripadaju toj oblasti.⁸ Logika je prilično jasna: formalizovanje znanja – koje uključuje davanje preciznih definicija – obično dolazi *na kraju* istraživanja u datoj oblasti a ne na samom početku. Istorija nauke je puna primera: zašto su nam Euklidove definicije („tačka je ono što nema delova“, „linija je dužina bez širine“) danas zabavne, čak i smešne? Razlog za takvu našu reakciju – pa i za reakciju samog Euklida koji uopšte nije koristio te definicije u daljem razmatranju geometrije! – jeste to što je definicija beskorisna ukoliko ne svodi složeniji pojam na jednostavniji. Na primer, pošto pojam „deo“ nije jednostavniji od pojma „tačka“, Euklidova definicija uopšte ne doprinosi našem razumevanju. Budući da je jasno da se pojednostavlјivanje ne može nastaviti unedogled, pokazuje se – a istorija filozofije i matematike potvrdila je to odavno – kako neke pojmove treba ostaviti nedefinisane, kao „osnove“ svakog formalnog sistema. Slično tome, na odgovarajuću definiciju mnogih drugih važnih pojmova i koncepata – čak i ako se oni mogu pravilno svesti na jednostavnije entitete – moralo se dugo čekati, sve dok se nije razvila odgovarajuća *teorija* jednostavnijih entiteta. Posebno poučan primer je pojam *broja*, koji je ispravno definisan u modernom smislu tek nakon razvoja aksiomatske teorije skupova u prvim decenijama 20. veka – što očigledno ne znači da Arhimed, Ferma, Gaus ili bilo koji drugi matematičar iz prošlih vremena nije znao s čim radi. Nasuprot tužnoj predrasudi koja se nasilno usađuje osnovcima i srednjoškolicima, formalna strogost je mnogo manje važna u „pravoj“ nauci nego u njenoj knjiškoj (ili prečesto, udžbeničkoj) verziji.

U carstvu astrobiologije, jačina navedene dileme može se osetiti kada saznamo da postoje doslovno na desetine definicija *života* – koji je, na kraju krajeva, tema bioloških nauka vekovima, ako ne i milenijumima.⁹ Poput pojma broj, i pojam života nam deluje toliko poznato da je njegovo intuitivno poimanje zadovoljavajuće za ogromnu većinu problema koji se sreću u praksi. Jedan od najsjajnijih umova savremene nauke, austrijski fizičar Ervin Šredinger, stavio je to pitanje u naslov svoje epohalne brošure iz 1944: *Šta je život?*¹⁰ Za razliku od matematičkih pojmova, u slučaju života složenost pridruženih fenomena otežava definisanje. Stoga su Šredinger i većina istraživača posle

njega izabrali da navedu listu svojstava koje neki sistem mora imati kako bi se smatrao živim: biohemija zasnovana na polimerima kao što su proteini, metabolizam, nesavršena reprodukcija itd. Međutim, u slučaju takvih „definicija u obliku liste“ javljaju se, kao i u drugim oblastima, suprotni primeri, tako da značajan deo tekućih rasprava potiče od pitanja „Da li su virusi živi?“, „A prioni?“, „Šta je s mineralnim agregatima?“ Da bi se prevazišla ova teškoća, u Nasinoj definiciji usvojenoj na jednom od prvih astrobioloških naučnih skupova 1994. godine, navodi se jednostavno da je *Život samoodrživ hemijski sistem sposoban za darvinovsku evoluciju*.¹¹ Ova definicija je kritikovana jer pretpostavlja teoriju života (na primer, isključuje život zasnovan na jakoj sili, o kojem se spekulisalo u kontekstu fikcije) i potpuno razumevanje procesa koji čine „darvinovsku evoluciju“. Obe ove zamerke su ozbiljne, blisko povezane s pitanjima kojima ću se više puta baviti u ovoj knjizi, posebno potrebom za suprotstavljanjem antropocentrizmu. Dok su Velsovi osvajači s Marsa legitimno živi prema Nasinoj definiciji, na samom kraju ovog poglavlja srešćemo se s fikcionim primerom oblika života koji izrazito prkosi ovoj definiciji. Po astrobiolozima praktičarima, izostavljanje nehemijskih ili nedarvinovskih entiteta koji pretenduju na status živih normativno je opravdano zbog konstruktivnog uverenja da takvi oblici života nisu mogući. To onda motiviše pojedine kritičare celog astrobiološkog poduhvata, kao što su biolog Džek Koen i matematičar Jan Stjuart, da zaključe kako je astrobiologija ograničena i konzervativna.¹² Međutim, opšte je prihvaćeno shvatanje da su Nasina definicija i sva njena konkretna poboljšanja *neizbežno provizorni* i da će evoluirati s napretkom teorije evolucije.

Opšta poenta glasi: pitanja definicija dolaze do izražaja tek kada je reč o životu u dovoljno novom ili neobičnom kontekstu – kao kada razmatramo biogenezu (poreklo života), ili veštački život, ili život u drugim svetovima. Slično rezonovanje (ali, razumljivo, opterećenije širim praktičnim, društvenim i političkim prtljagom) primenjivo je i na filozofski pokušaj definisanja *inteligencije*: do pojave oblasti koje dodiruju temeljna pitanja, kao što su veštačka inteligencija i SETI, malo ko je uopšte zastao da se zapita šta je to što zovemo inteligencija (ili svest ili samosvest ili mnogi slični mentalni fenomeni visokog nivoa). Prema tome, verovatno ćemo naići na probleme ako pokušamo da definišemo astrobiologiju preko definicije drugog nivoa, pošto je i sam koncept života problematičan u ovom pogledu.

Srećom, ovo je uveliko prepoznato u istraživačkim krugovima (mada ne tako često ni tako lako među piscima i novinarima koji pišu o nauci), a danas je glavni pristup pokušati da se izgradi razumevanje prirode astrobiološkog poduhvata oko širokog opsega pitanja na koje taj poduhvat treba da odgovori. Tu strategiju je usvojila Nasa pri izradi svoje čuvene „Astrobiološke mape puta“, čija je prva

verzija objavljena 1998, pa ponovo 2003. i 2008.¹³ „Kanonska trojka“ obično se navodi u sledećem obliku:

1. Kako život počinje i kako se razvija?
2. Postoji li život još negde u univerzumu?
3. Kakva je budućnost života i inteligencije na Zemlji i u svemiru?

U nedavno objavljenoj antologiji studija o nekim osnovnim pitanjima filozofije i astrobiologije jasno je identifikovana trodelna priroda definicije u samom naslovu Mape puta: *Istraživanje porekla, opsega i budućnosti života*. Uvodno poglavlje, koje je napisala Konstans Bertka iz Američke asocijacije za napredak nauke (engl. *American Association for the Advancement of Science*, AAAS), sadrži pojednostavljenu, žargonsku verziju kanonskih pitanja u obliku: Odakle dolazimo? Da li smo sami? Kuda idemo?¹⁴ Pod uslovom da se pažljivo tumači ono delikatno „mi“ (oblici života i inteligentni posmatrači, za koje se zbog drugog pitanja mora dodatno naznačiti da su se razvili na Zemlji, mada *ne moraju poticati s nje*), pojednostavljena verzija je ekvivalentna gore navedenoj kanonskoj verziji.

Pa ipak, izgleda da se i samim ovim pitanjima postavljaju zanimljive dileme. Na primer, istraživanje porekla života spada u domen astrobiologije. To je oblast u kojoj je ostvaren ogroman napredak u poslednje tri decenije i vodi do novih i plodotvornih koncepata kao što su RNK-svet, za koji se smatra da prethodi pojavi metabolizma kod prvih samoreplikatora. Međutim, kanonska trojka krije sledeće: (i) još uvek ne znamo u kojoj je meri na našu biogenezu uticao biotički ili prebiotički prenos s nekog drugog mesta u svemiru (tu se mešaju prva dva pitanja) i (ii) ne znamo u kojoj meri preovlađuje „naša“ vrsta biogeneze u širem prostornom, vremenskom i združenom kontekstu. Pretpostavite, recimo, da svemirske misije u bliskoj budućnosti otkriju mikrofosile jednostavnih oblika života na Marsu, veoma slične zemaljskim fosilima bakterija ili onima navedenim u kontroverznoj studiji Dejvida Makija i saradnika iz avgusta 1996.¹⁵ Pošto je zaključivanje o biohemijskim detaljima na osnovu mikrofosila u najboljem slučaju ekstremno težak zadatak, u ovom scenariju (nazvaću ga Izgubljen marsovski raj, a vratiću mu se u jednom kasnijem poglavlju), možda još nećemo biti u stanju da odlučimo koja bi nam od sledeće tri hipoteze mogla najbolje objasniti dobijene podatke: (A) život je nastao na Zemlji pa su ga na Mars preneli meteoriti; (B) život je nastao na Marsu pa su ga na Zemlju preneli meteoriti; ili (C) život je nastao nezavisno na Zemlji i na Marsu. (Ovde zanemarujem moguću komplikaciju koju uvodi jedna hipoteza „višeg nivoa“ – ona o panspermiji: život nije nastao ni na Zemlji ni na Marsu, već možda u međuzvezdanom oblaku a zatim je prenet na obe planete međuzvezdanom panspermijom.) Poslednja hipoteza implicira da se život sličan zemaljskom

može lako i brzo pojaviti gde god za njega postoje pogodni uslovi; bio bi to argument u prilog „jake konvergencije“ održivih oblika života ka nečemu što je slično poznatoj zemaljskoj vrsti. Ukoliko bi to bilo tačno, hipoteza (C) bi ukazivala na to da bi odgovor na kanonsko pitanje br. 2 bio da vrlo verovatno nismo sami; ali bi hipoteze (A) i (B) onemogućile svaki zaključak o ovom pitanju, baš kao što osoba koja vidi svoj odraz u ogledalu ne bi mogla zaključiti da li je sama u stanu ili nije. Ova okolnost ne znači kako su jednake verovatnoće da su hipoteze (A) i (B) tačne; to je teško empirijsko pitanje koje se odnosi na rekonstruisanje ranih uslova na Zemlji i Marsu, ispravnu teoriju biogeneze itd. kako bi se zaključilo da li je verovatnije da je život započeo na ranoj Zemlji ili na ranom Marsu. Nasuprot tome, zanimljivo – i očigledno donekle filozofsko – pitanje jeste u kojoj meri bi svaka navedena alternativna hipoteza uticala na naše šire zaključke; na primer, da li bi trebalo da smo optimisti ili pesimisti kad je reč o verovatnoći uspeha SETI projekata?

Ovo je primer „osnovnih“ nejasnoća koje su suštinski deo astrobioloških istraživanja i koje očigledno imaju i filozofsku dimenziju. Drugi takvi primeri postaju očigledni kada posmatramo presek kanonske trojke i klasičnih filozofskih zagonetki; na um nam padaju pitanja poput *Šta je inteligencija? Ima li objektivne razlike između budućnosti i prošlosti?* Ipak, nema sumnje da kanonska trojka u praksi lepo zaokružuje aktivnosti za koje se intuitivno smatra da pripadaju astrobiološkom carstvu. Isto važi i za formalnije pokazatelje, kao što su indeksne liste, PACS kodovi, niz relevantnih istraživačkih časopisa i poziva za finansiranje itd. Lako se uočava kako se prihvata da iznenađujuće širok opseg tema iz raznih disciplina pripada novonastalom astrobiološkom poduhvatu čak i po formalnim (tj. većinom konzervativnim) kriterijumima naučnih ustanova i organizacija.

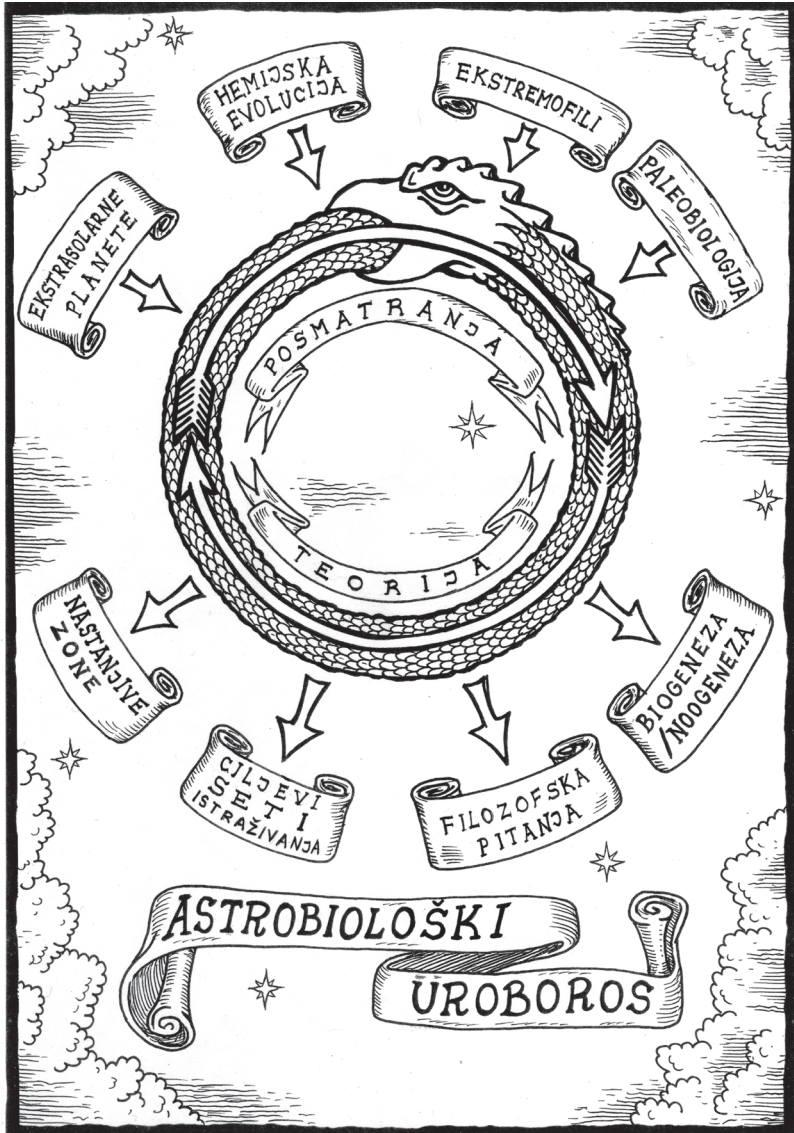
Gordosti i predrasude

Razmatranje se ovde može ilustrovati određenim „živim“ istraživačkim problemom. Već prilično dugo je poznato da se važni biohemijski molekuli koji sačinjavaju svu živu materiju na Zemlji mogu naći u obliku asimetričnih stereoizomera, ispoljavajući tako *hiralnost*. Amino-kiseline, osnovni blokovi za izgradnju proteina, gotovo se isključivo nalaze u obliku L-enantiomera (levo-), što znači da grade leve proteine, dok ugljeni hidrati koje koriste živa bića, naročito šećeri među njima, spadaju u D-enantiomere (dekstro-). U neživom svetu, uvek je očuvana refleksiona simetrija: na molekulskom nivou, u neživoj prirodi ne razlikuju se L i D oblici, a u svim načinima prebiotske sinteze dobijaju se mešavine hiralnih molekula u odnosu 50:50. Pa ipak, žive ćelije odlikuje najprofinjenija

selektivnost. Zašto bi ova simetrija levo–desno bila narušena u slučaju živog sveta budući da je to jedna od najopštijih i najzastupljenijih simetrija u prirodi? Zašto je biologija asimetrična kada se zasniva na simetričnoj fizici i hemiji?¹⁶ Poreklo ove *biološke homohiralnosti* jedna je od nerešenih zagonetki u izučavanju porekla života i astrobiologije uopšte; čak je i Paster koristio homohiralnost kako bi *definisao* život.¹⁷ U jednom od aktivnih pravaca istraživanja sugerise se da su amino-kiseline iz ugljeničnih meteorita, kao što je onaj iz Murhisona, već bile pretežno levi enantiomeri, tako da je prebiotička Zemlja mogla biti zasejana takvim molekulima, koje su onda nasledili rani oblici života. Ali ovaj pristup samo pomera problem na poreklo hiralne asimetrije u meteoritima. Prema nedavno iznetoj intrigantnoj hipotezi, levi molekuli bi se mogli koncentrisati kada bi kružno polarizovano sinhrotrono svetlo iz brzo rotirajuće neutronске zvezde fotolizovalo desne amino-kiseline u protoplanetarnoj maglini. Tako bi prevagnuli njihovi levi parnjaci, koji bi zatim bili preneti na ranu Zemlju. Naravno, naspram ove i drugih hipoteza koje govore o astrofizičkom poreklu zapažene asimetrije, nalaze se hipoteze o slučajnom lokalnom fizičkom okruženju na Zemlji, poput asimetrično kristalnih površina nekih glina i minerala. Uzbudljiva rasprava nastavlja se punom brzinom.¹⁸

Ne ulazeći u tehničke detalje, lako je uočiti da su simetrija – asimetrija, živo – neživo, lokalno – globalno, *in situ* – preneto itd. važne ose duž kojih „raščlanjujemo“ prirodne fenomene, od koji svaki ima značaj koji uveliko prevazilazi određeni problem. To je tipična karakteristika tema zanimljivih i filozofima nauke. Osim toga, trenutno se smatra da su procesi spontanog narušavanja simetrije zaslužni za prevlađujući deo složenosti celog vidljivog svemira, uključujući i njegove fizičke i biološke osobine. U kojoj meri takva narušavanja simetrije predstavljaju argument u prilog kontinuiteta „kosmičke evolucije“¹⁹ provokativno je pitanje kome ću se vraćati u narednim poglavljima.

Kao i u svim naučnim oblastima, i u astrobiologiji postoji stalna i složena interakcija između teorije i podataka, izgradnje hipoteza i modela s jedne strane te eksperimentalnog i posmatračkog rada s druge. Srž tog procesa – barem sa aspekata bitnih za ovu knjigu – može se shvatiti pomoću stare metafore o Uroborosu, zmije koja jede svoj rep (slika 1.1). To je omiljena alhemijska ilustracija iz starih vremena, predstavljena u *Razgovoru između Kleopatre i filozofa* (rukopis iz drugog veka naše ere), a simbolika samorefleksije posebno je prikladna ovde, pošto su čak i više nego u zrelim naučnim oblastima, oblik i raspon teorijskog rada određeni stvarnim razmišljanjem o često neočekivanim rezultatima posmatranja i vice versa. Dve polukružne strelice i „prirodan“ smer koji intuitivno pripisujemo obostrano simetričnoj životinji kao što je zmija, na slici su namerno nacrtani u suprotnim pravcima kako bi se intuitivno bolje dočarala heraklijanska proklamacija da su „početak i kraj kruga jedno te isto“.



Slika 1.1. Šematski prikaz nekih od isprepletanih aspekata astrobiologije u praksi. Specifična multidisciplinarna priroda ove oblasti, zajedno s njenom nezrelošću, dosad je dovela do neravnoteže pomerene ove posmatranju, ali je moguće tvrditi da je ova oblast u prelaznoj fazi razvoja. (Sliku ustupio S. Popović.)

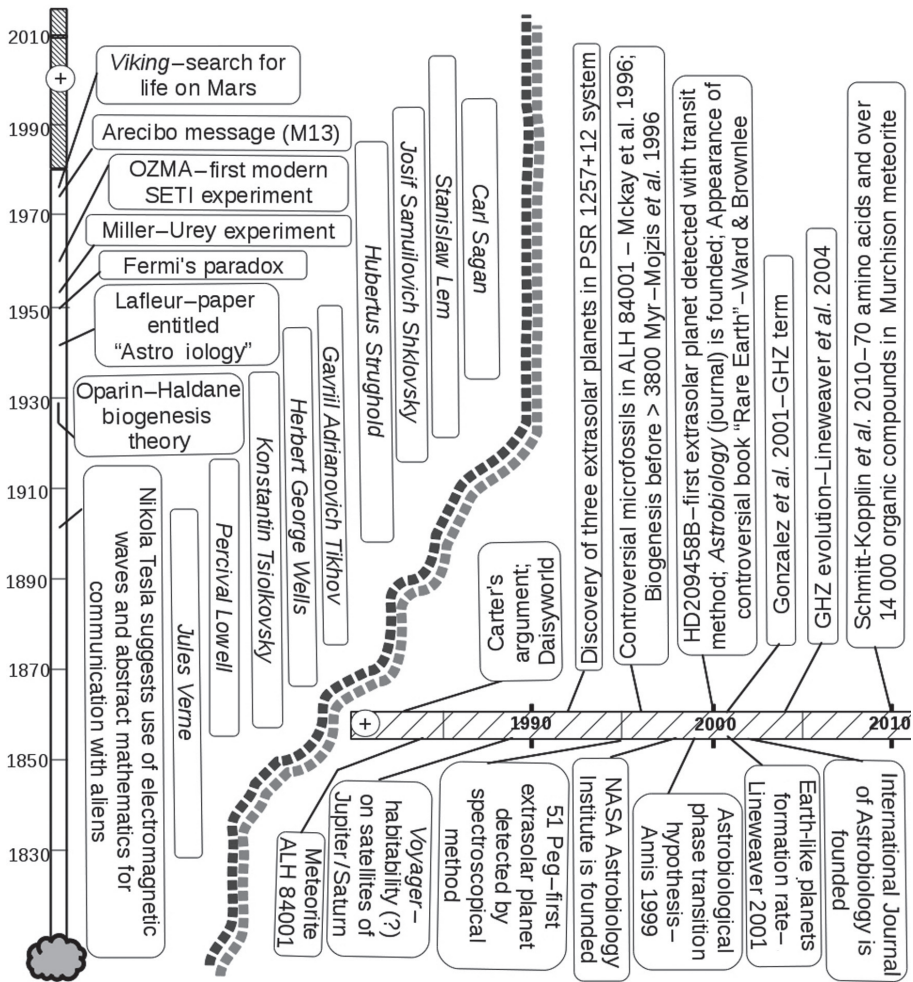
Drugim rečima, stvarna naučna aktivnost je prepletena gomila i teorijskih i posmatračkih niti, često povezanih samo našom intuicijom o tome gde bi trebalo da se nađe delić slagalice na budućoj velikoj slici. Stoga, metafora o Uroborosu ne bi trebalo da nas navede na to da poverujemo kako bismo mogli „istinski“ odrediti njegov početak i kraj, glavu i rep. Umesto toga, slično samoj misteriji hiralnosti, reč je o složenoj mreži uzroka i efekata kojima smo suviše blizu i u istorijskom i u epistemološkom pogledu da bismo prepoznali čak i grubi globalni šablon toka ideja i znanja. Teško je skicirati i čisto opisnu *istorijsku* liniju razvoja astrobioloških ideja (slika 1.2), pošto je šablon izrazito složen i nelinearan.

Vremenski tok astrobiološkog razvoja govori nam o trenutnom stanju: tempo otkrića se ubrzava. Ova dinamika, slična drugim ubrzavajućim trendovima u nauci i tehnologiji, poput Murovog zakona u računarstvu, postavlja pred nas zanimljiva pitanja. Konkretno, kakva interna dinamika podržava takav tempo akumuliranja znanja? U računarskoj nauci vidimo da su, gledajući unazad, ključna otkrića – kao što su integrisana kola, dinamička memorija sa slučajnim pristupom (RAM), CMOS tranzistori – predstavljala osnovne tehnološke („interne“) faktore u održavanju Murovog zakona, zajedno sa spoljnim faktorima poput sve širih tržišta za obradu informacija, globalizacije ekonomije itd. Određivanje tih faktora u slučaju astrobiološkog razvoja ostaje izazov; za razliku od ranijih perioda, koje su proučavali istaknuti istoričari nauke, na primer Majkl Krou i Stiven Dik, dosad se vrlo malo radilo na tekućoj astrobiološkoj revoluciji.²⁰

To nikako ne znači da astrobiologija nije bila predmet značajnih kritika, počevši od istraživačkog nivoa, preko filozofskog, do nivoa popularne nauke i informisanja javnosti. U nastavku teksta navedene su teze koje se pojavljuju u savremenom naučnom ili filozofskom diskursu, u objavljenim izvorima ili u neformalnim raspravama na skupovima i konferencijskim večerama, te među informisanim i obrazovanim članovima javnosti koji nisu eksperti u ovoj oblasti. Ali jesu li one tačne ili netačne?

- Ceo astrobiološki poduhvat je, barem dosad, istraživanje bez predmeta istraživanja, ako uzmemo u obzir da nemamo nikakve dokaze o bilo kakvoj vrsti vanzemaljskog života, inteligentnog ili neinteligentnog.

Netačno! Predmet astrobiologije je kosmički život, ne samo vanzemaljski život (zanemarimo to što je pojam „vanzemaljski“ danas teško jasno definisati, pošto Zemlja nije sistem zatvorene kutije). Stoga je savremenim istraživačima i filozofima nauke sasvim jasno da proučavanja, na primer, biogeneze na ranoj Zemlji ili masovnih izumiranja u istoriji života i njihovih povremenih vanzemaljskih uzroka, takođe spadaju u domen astrobiologije.



Slika 1.2. Vremenski tok nekih ključnih događaja – naravno, subjektivno izabranih – u predistoriji i istoriji astrobiologije, zajedno s vremenima života pojedinih značajnih igrača u ranom periodu (grubo, 1903–1995). Jasnno se vidi sve brži tempo razvoja u poslednjih oko 15 godina. (Sliku ustupio B. Vukotić.)

U meri u kojoj se takvo istraživanje bavi proverljivom hipotezom i njenim poređanjem s postojećim dokazima, nema anomalija u astrobiologiji u poređenju s drugim naučnim oblastima. To se vidi, između ostalog, iz pravovremene pojave knjiga kao što je Astrobiologija Zemlje,²¹ ili mnogih poglavlja, preglednih prikaza i stručnih članaka o naizgled „zemaljskim“ astrobiološkim temama. Težak problem vidljivosti i dostupnosti primarne literature u ovoj epohi „informatičke eksplozije“ ne bi trebalo

da utiče na status ili integritet bilo koje konkretne oblasti; astrobiologija ne može biti izuzetak u tom pogledu.

- Astrobiološke hipoteze se ne mogu proveriti.

Netačno! Ne samo da se mnoge astrobiološke hipoteze mogu proveriti u principu, već su štaviše bile i opovrgnute. Na primer, opovrgavanje hipoteze Alfreda Rasela Valasa o položaju Zemlje i Sunčevog sistema u galaksiji Mlečni put, predložene 1903. i zasnovane na suštinski astrobiološkom argumentu, posledica je velikog napretka posmatračke i teorijske astronomije u dvadesetim godinama prošlog veka.²² S druge strane, mnoge hipoteze o organskoj materiji u meteoritima, recimo, potvrđene su novim i osetljivijim metodama biohemijske analize, kojima su otkrivana sve složenija organska jedinjenja.²³ U novijim istraživanjima ima mnogih sličnih primera – pa je čak veoma čudno kako se nešto toliko očigledno uopšte može zanemariti. Razlog je verovatno ili u veštačkom i neopravdanom ograničavanju opsega astrobioloških istraživanja (pa, konsekvntno, u neshvatanju srži predstojeće sinteze) ili u reliktnim pozitivističkim – i slepo antropocentričnim – pogledima na to šta čini odgovarajuću proveru. Kao što je revolucija masovnih otkrića ekstrasolarnih planeta, nakon prelo-mnih događaja iz 1995, bila u velikoj meri nenajavljena i neočekivana u opštoj astronomiji sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog veka,²⁴ bilo bi prerano odbaciti mogućnost da bismo uz dramatičan razvoj tehnika posmatranja mogli otkriti nastanjive ili čak naseljene planete oko drugih zvezda. Sve brže stizanje do otkrića vodi i sve bržem dobijanju rezultata, barem u nekim delovima astrobiologije kao celine, pa bismo mogli očekivati pronalazak novih i radikalnih metoda koje bi omogućile nove nizove empirijskih testova.

- Astrobiologija je dosadna i neoriginalna, pošto uzima u obzir samo zemaljski tip života a zanemaruje ogromno carstvo različitih mogućnosti.

Netačno! Štaviše, astrobiologija je od samog početka (i u radovima nekolicine slavni ranih prethodnika) obuhvatala razmišljanje o krajnje raznolikim oblicima života. Najrazličitiji autori, kao što su Dž. B. S. Holdejn, Konstantin E. Ciolkovski, Karl Sagan, Džerald Fajnberg, Stanislav Lem, ser Fred Hojl, Edvin E. Salpeter ili Stiven Bener, razmatrali su ideje o životu veoma drugačijem od zemaljskog po tome što se zasniva na drugačijoj biohemiji i nekompatibilan je s bilo kojim zemaljskim ekološkim sistemom. To se previše često zanemaruje. Vrlo uznemirujući odraz vremena i vladajućih intelektualnih standarda jeste to što se zastarele optužbe stalno ponavljaju bez dublje analize. Evo samo jednog primera: 1964. godine, veliki paleontolog Džordž Gejlord Simpson tvrdio je da SETI projekti vode na stranputicu, pošto je verovatnoća otkrivanja ljudi ili humanoida na drugim planetama zanemarljiva.²⁵ Taj argument se zasniva na proizvoljnoj i dosad nedokazanoj – štaviše, već potkopanoj – pretpostavci da je određeni deo biološkog

morfološkog prostora koji odgovara inteligentnim bićima ili bićima sposobnim za komuniciranje usklađen s delom morfološkog prostora koji odgovara humanoidima. Pošto je ovaj drugi prostor nesumnjivo veoma mali, sledi da je i onaj prvi isto mali, pa su stoga šanse za uspeh SETI projekata minimalne. U stvari, nema ni empirijskih ni teorijskih razloga zašto bi ti prostori bili usklađeni!²⁶ I pored toga, iste kritike ponavlja gotovo doslovno decenijama kasnije Frenk Tipler, pa ponovo još skorije Eling Ulvestad – doprinoseći tako, poput samoispunjujućeg proročanstva, utisku da nema ničeg novog u SETI istraživanjima.²⁷ Takvi epiciklusi se moraju razmontirati, najbolje filozofskim preispitivanjem različitih aspekata astrobiologije. Pokušaj da se omeđi carstvo astrobiologije i da se ona ograniči na traganje za zemaljskim tipom života ili za životom na planetama sličnim Zemlji, ili za životom zasnovanim na ugljeniku, ili za životom zasnovanim na hemijskim reakcijama, pa čak i za životom zasnovanim isključivo na našoj niskoenergetskoj fizici, neproduktivni su i na kraju će propasti – ali najveći deo posla tek treba obaviti.

Međutim, zapazite koliko je to suprotno prethodno pomenutoj kritici „istraživanja bez predmeta istraživanja“; kao što su приметili mnogi mudri ljudi, kada X napadaju dijametralno suprotne strane, mora da ima nečeg vrednog u X!

- Astrobiologija silom uteruje bogat naturalistički pogled na život u ludačku košulju matematičkih nauka, poput fizike ili astronomije.

Netačno! Štaviše, klasične prirodnjačke discipline, kao što su evolucionarna teorija i ekologija, bile su relevantnije za astrobiologiju od „redukcionističke“ molekularne biologije u meri u kojoj uopšte vredi praviti tu razliku; to će se verovatno promeniti u budućnosti, kada steknemo mnogo bolji uvid u biohemiju svemira, ali i dalje svedoči o unificirajućoj prirodi ove nove oblasti. Potraga za životom u svemiru neizbežno je redukcionistička u ontološkom smislu, ali ni na koji način ne implicira bilo koji drugi oblik redukcionizma. U ovoj knjizi videćemo neke slučajeve koji bi se mogli shvatiti kao kontraprimeri za metodološki redukcionizam. Uz to, astrobiologija zapravo otvara neverovatno ogromno carstvo moguće raznovrsnosti života; upravo u toj raznovrsnosti ključne teme klasične istorije prirode mogu da napreduju i procvetaju, možda zauvek izvan potpune matematičke teorije. Nešto od ovog duha ponovo je uhvaćeno u naučnoj fantastici; lep primer je odgovarajuće naslovljen roman *Istorija prirode Džastine Robson*.²⁸

- Astrobiologija se oslanja na klimave filozofske i metodološke temelje.

Tačno! Ovo bi se moglo i moralo ispraviti kroz budući rad. U poslednje dve decenije razvoj je bio toliko brz da je postalo gotovo neizbežno govoriti o „astrobiološkoj revoluciji“ – a u vreme revolucija, trpe urbanističko planiranje, postavljanje dubokih filozofskih temelja i baštovanstvo – bilo to dobro ili loše. Tom privremenom ograničenju treba dodati još jedan problem smešten duž potpuno nezavisne

dimenzije raspona ove naučne discipline: baš kao i u sličnim oblastima s velikim (multi)disciplinarnim opsezima – poput klimatologije ili proučavanja budućnosti – uznemirujuće je teško smoći hrabrosti za razmatranje pitanja koja bi mogla, makar i s malom verovatnoćom, voditi ka preispitivanju svetih metodoloških načela svake pojedinačne discipline. Takvo oklevanje pokazuje deo „mentaliteta opsade“ multidisciplinarnih poduhvata, kojim upravlja sledeće zdravorazumsko rasuđivanje: pošto smo uložili mnogo truda da se udružimo, ne bi trebalo da ugrozimo to krhko jedinstvo postavljanjem potencijalno nezgodnih pitanja. U narednom poglavlju razmatra se zašto je to pogrešno, kao što su i mnogi drugi pristupi u nauci, pošto je astrobiološka sinteza – da ne zamere relativisti raznih boja – čvrsto utemeljena u samoj prirodi. Ali kao što i obično biva, oklevanje da se postave nezgodna pitanja ostavlja nas suočene s nezgodnim činjenicama, a jedna takva glasi da je rudnik zlata oličan u filozofskim i metodološkim pitanjima u astrobiologiji jedva dotaknut pijukom ili bušilicom. Nadamo se da je ova knjiga mali korak upravo u tom pravcu.

Zašto je onda astrobiologiji potrebna filozofija? Evo šta je Stiven Bener napisao o definiciji života u zaključku svog pronicljivog rada:²⁹

Mnogi naučnici (a možda i većina njih) koji su svesni filozofa na svojoj periferiji, smatraju da njihov pristup nije naročito koristan. To je nesumnjivo delimično zato što filozofi često daju složene, teško shvatljive i možda nihilističke odgovore na pitanja koja naučnici vide kao konkretna. . . Radimo ono što i obično radimo kada je stvarnost previše složena da zadovolji naše konstruktivne potrebe: zanemarujemo je i nastavljamo uz jednostavniji, mada vrlo verovatno pogrešan pristup.

Za astrobiologe ostaje potreba za pragmatičnim filozofijama nauke, pa makar samo u obuci našeg podmlatka. Možda je najbolje da je osmisle oni koji se praktično bave astrobiologijom . . . ili filozofi blisko povezani s njima. . . Mislim da će njima biti važno razumevanje dinamike između teorije, posmatranja i definisanja.

Odnos između univerzuma i života predugo je tema religije i misticizma, pa ne iznenađuje to što se u mnogim naučnim krugovima javio kulturološki refleks koji projekte posvećene ovim vrstama temeljnih i „dubokih“ pitanja smatra loše zasnovanim, površnim i generalno sumnjivim. Pri bavljenju takvim pitanjima svakako je neophodna pažljiva provera, ali ona delimično treba da bude *filozofska*. Mada će se možda ispostaviti da je Benerovo pesimističko gledište ispravno, niti je neophodno niti treba da se uzdržavamo od filozofske kritike zbog prilično loše reputacije filozofije nauke u pojedinim krugovima. Neki primeri predstavljeni u ovoj knjizi služe da bace pozitivnije svetlo na ceo poduhvat.

U stvarnoj praksi ima još toga. Piter Vord, istaknuti astrobiolog i jedan od autora hipoteze „Retka Zemlja“ (videti poglavlje 6), seća se na pomalo zabavan način svog sukoba sa SETI zajednicom i sopstvene zbunjenosti u vezi s tim kako neko može smatrati da je on skeptičan u vezi s traganjem za vanzemaljskim životom kada je on glavni istraživač u projektu koji je zvanično odobren kao deo Nasine astrobiološke inicijative.³⁰ Razlike koje on pominje, na primer, između njega i Džil Tarter sasvim su legitimne, ali je moguće – i *potrebno* – objasniti da je njegova zbunjenost posledica duboke filozofske podeljenosti unutar astrobiološke zajednice kao celine – a, u izvesnoj meri, čak i unutar nauke uopšte. Filozofski diskurs može posredovati i olakšati kritički i plodotvoran razgovor između pripadnika različitih struja mišljenja unutar ogromne građevine astrobiološkog poduhvata.

Išao bih čak i dalje i tvrdio da su hvalospevi koji su često pisani – iz toliko mnogo savršeno dobrih razloga – Čarlsu Darvinu i celom veličanstvenom zdanju evolutivne misli u biologiji, u najboljem slučaju nepotpuni bez doprinosa astrobiologije. To se može videti, recimo, kada filozof Timoti Šanahan piše, u uvodnom odeljku svoje knjige o darvinizmu:³¹

Nijedna druga naučna teorija nije imala tako ogroman uticaj na naše razumevanje sveta i nas samih kao teorija koju je Čarls Darvin predstavio u toj knjizi [*Poreklo vrsta*]. Ova tvrdnja će nesumnjivo zvučati apsurdno nekim poznavacima istorije nauke. Svakako da su dostignuća Kopernika, Galileja, Njutna, Ajnštajna, Bora i drugih naučnika koji su razvili revolucionarne poglede na svet barem isto toliko značajna ako ne i značajnija. Zar nisu? Pa i ne sasvim. Mada je tačno da su takvi naučni geniji fundamentalno doprineli našem razumevanju fizičke strukture sveta, u konačnom sagledavanju njihove teorije se odnose na *taj* svet, bez obzira na to da li on uključuje život, osećajnost i svest. Nasuprot tome, za Darvinovu teoriju, mada ona obuhvata ceo živi svet čiju ogromnu većinu ne čine ljudi, uvek se smatralo da suštinski utiče na naše razumevanje *nas samih*.

Njegovo naglašavanje reči „svet“ trebalo bi da nas navede da zastanemo. Šta je tačno „svet“ na čije razumevanje utiče darvinovska teorija i koliko je obiman „živi svet“ na koji je ta teorija primenjiva? Jasno je da se ta „priča o svetu“ nalazi na raskršću filozofije kosmologije i evolucione biologije, raskršću koje astrobiolozi rado smatraju svojim domom.

Naša kultura – veoma birokratski podeljena po disciplinama – posledica je „nezavršenog posla“ kopernikanske revolucije. Hemija je određena, u granicama ontološkog redukcionizma, posebnim oblikom niskoenergetske fizike. Neophodno je okarakterisati taj konkretan skup zakona kao niskoenergetski, pošto je moderna fizika u velikoj meri posvećena nadilaženju tih zakona i otkrivanju „pravih“ zakona, opisujući posebno rane epohe svemira, u kojima

bi se mogla pokazati kompletna unifikacija fundamentalnih fizičkih sila. O biologiji govorimo kao o nauci o životu a o psihologiji kao o nauci o umu, ali to retko – ako ikad – u praksi kvalifikujemo ili čak samo prećutno shvatamo kao bilo šta osim *zemaljskog života i ljudskog uma*. Ipak, trebalo bi da nas je kopernikanska revolucija naučila – barem – kako je Zemlja (pa stoga i njena biosfera) beskonačno mala čestica i kako ljudi ne bi trebalo da se uzdižu na pijedestal kao jedinstveni, posebni ili naročito važni. Kopernikanizam u užem smislu³² govori nam da nema ničeg specijalnog u vezi sa Zemljom, Sunčevim sistemom ili našom galaksijom unutar velikih skupova sličnih objekata širom svemira. U nešto širem smislu, on ukazuje na to da nema ničeg posebnog ni u vezi s nama kao posmatračima: naši parametri vremenske ili prostorne lokacije, ili naše mesto u drugim fizičkim, hemijskim i biološkim apstraktnim prostorima itd., tipični su ili bliski tipičnim.³³ Ali kako da to proverimo? Iako je kopernikanizam bio zvezda vodilja velikih naučnih revolucija – i nekih u čiju se naučnu verodostojnost često sumnja, poput frojdotske psihoanalize – njegov status je i dalje pomalo nejasan. Kao što ćemo videti u poglavljima od 3 do 6, neka od najboljih tumačenja koja povezuju kopernikanizam sa širom fizičkom slikom mogu se s pravom pripisati astrobiologiji. Štaviše, to je istorijska posledica evolucionog puta (u ovom slučaju, naš govorni jezik pokazuje u pravom smeru) ljudske misli o univerzumu.

Astrobiologija već neko vreme igra ulogu stegonoše kopernikanizma, bez posebne namere u tom pogledu. Kao što ću pokušati da pokažem, to bi moglo i trebalo da bude u većoj meri namerna i jača uloga, ona koja ne bi samo doprinosila boljem objašnjavanju filozofskih pitanja u filozofiji fizike i biologije, nego i širila interdisciplinarni dijalog i multidisciplinarnu sintezu. Posledice tog *proširenog mandata* daleko su od toga da budu potpuno shvaćene. Uz to, one su u oštroj suprotnosti s nerazumevanjem, konfuzijom i skepsom koje pominjanje astrobiologije još uvek izaziva u mnogim krugovima.

Neke zabune javljaju se na samom osnovnom nivou opšte zamisli. Druga pitanja koja treba razjasniti – ili čije je razjašnjavanje često zagubljeno u buci i uzbuđenju – odnose se na pojmove i termine, uključujući njihova ograničenja. Ova kategorija pojmova i termina je nužno vezana za odgovarajuće fizičke, hemijske itd. teorije. Prototip nerazumevanja je pitanje koje mi je često postavljano na popularnim predavanjima o astrobiologiji: *Ako kažete da tragamo za životom u međuzvedanim nastanjivim zonama, zašto se diže toliko buke oko Evrope, Titana ili Enkelada, pošto ta tela svakako ne pripadaju nastanjivoj zoni Sunčevog sistema?* Mada je, naravno, lako odgovoriti na ovo pitanje, a postoje i udžbenici i popularne knjige s detaljnim razmatranjem tog odgovora i njegovih posledica,³⁴ ono i dalje dobro ilustruje zbrku nastalu zbog nedovoljne pažnje posvećene spoznavanju najvažnijih koncepata. Koncepti uvek

imaju korene u teoriji, a pomenuta dupla zabuna potiče od oba uzroka: (i) tužne činjenice da je ova stara epistemološka izjava i dalje nedovoljno jasna u naučnim i laičkim krugovima i (ii) trenutne situacije u kojoj je pogled na teorije *specifične za astrobiologiju* zamagljen, čak i među istraživačima. Slična konfuzija okružuje – u većoj meri – koncepte kao što su Galaktička nastanjiva zona, hipoteza o panspermiji, epizode masovnog izumiranja, te brojne ključne koncepte u SETI istraživanjima, poput „vodene rupe“, „komunikacionog prozora“ i mnoge druge.

Treći, i možda najvažniji izvor nerazumevanja prirode astrobiološkog poduhvata, jesu one duboko „implicitne“ pretpostavke o tome šta je pravi predmet naučnih istraživanja i srodnih aktivnosti. Pomenuo sam „konzervativnu“ kritiku astrobiologije na koju se mora reagovati što snažnije, pošto ona sigurno ometa napredak u mnogim oblastima, posebno svemirske misije za čije je astrobiološke komponente potrebno uložiti značajne ekonomske i društvene resurse. Ovde se srećemo s još jednom preprekom, koja se često smatra nepristojnom temom u naučnim krugovima: ulogom mašte i njenim pretpostavljenim nepostojanjem. Po mnogo čemu, tekuća priča o astrobiološkoj revoluciji jeste priča o mašti koja (ponovo) zauzima mesto koje joj s pravom pripada u naučnom svetu, u doba i u atmosferi u kojima status nauke u širem kulturnom i društvenom kontekstu nije najpovoljniji.

Parna mašina je izmišljena da bi pumpala vodu iz nekoliko rudnika uglja u južnoj Engleskoj. Ona je obavljala taj zadatak veoma dobro i neki od prvih modela bili su poznati pod imenom „rudarev prijatelj“, ali teško da sada bilo ko osim istoričara tehnologije zna tu činjenicu. Kada danas pominjemo parnu mašinu, govorimo o tome kako je promenila ceo svet služeći kao pokretač – i to ne samo u jednom značenju – industrijske revolucije. Slično tome, mnoge osobine živog sveta nastale su evolucijom, u jednu svrhu, da bi se zatim usvojile za neku drugu funkciju. U upečatljivom neologizmu koji je skovao Stiven Džej Guld, u takvim slučajevima govorimo o *eksaptacijama*, za razliku od uobičajenih adaptacija (karakteristika izabranih zbog njihove tekuće uloge). U istoriji nauke i tehnologije često se bavimo eksaptacijama, kao što je parna mašina. Isti fenomen mogao bi se primeniti na čitave grane nauke. Tvrdim da je evolucionarni put same astrobiologije – dok se pojavljuje da bi objedinila napredna proučavanja u nekoliko disciplina vezanih za život u njegovom najopštijem kosmičkom kontekstu – obavljanje drugačije i možda mnogo opštije uloge glasnika šireg jedinstva, ili *usklađenosti*, u nauci, kao i razjašnjavanje vizije moguće kosmičke budućnosti čovečanstva (ili posthumanizma).

Kopernikanizam i mogućnost sinteze

Pozornica je postavljena. U ostalim poglavljima pokušaću da izdejstvujem podršku za sledeće čvrsto povezane teze:

1. Veza između kosmologije i astrobiologije mnogo je dublja nego što se obično misli – pored sličnosti istorijskog modela razvoja ove dve discipline, sve je više dodirnih tačaka i tematskih oblasti koje proizlaze iz razmatranja kopernikanizma i posmatračkih selekcionih efekata.

2. Takva zajednička oblast vizuelizovana je i heuristički ojačana uvođenjem pojma *astrobiološki pejzaž*, koji opisuje složenost života u najopštijem kontekstu. Moderne fizičke teorije koje se bave multiverzumom uvode dodatni nivo detalja u ono što se obično doživljava kao astrobiološki poduhvat, oličen u *arhipelagu nastanjivosti*.

3. Čak i u svojoj ortodoksnoj verziji, unutar dobro definisanih granica Mlečnog puta, moderna astrobiologija pruža izgleda i za podršku temeljima i za ogromno širenje domena primenjivosti darvinovske biološke evolucije.

4. Postoji kontinuitet između kosmologije, tj. proučavanja života u njegovom kosmičkom kontekstu, i proučavanja inteligencije, onako kako je obuhvaćeno SETI istraživanjima – a neki od filozofskih argumenata ovde služe da podriju tradicionalnu skeptičnost.

5. Sva ova pitanja ukazuju na to da astrobiološka istraživanja treba posmatrati kao deo šire slike, što zovem *proširenim mandatom* astrobiologije, kroz koji se može postići dublje razumevanje pa čak i usklađenost u širokom spektru i naučnih i vannaučnih oblasti (poput umetnosti).

Iako je ova nedorečenost u skladu s nesigurnošću i malobrojnošću dosad dostupnih rezultata, i mada se u ovoj naizgled jednostavnoj formulaciji možda kriju ogromni zadaci koji nam predstoje, to nikoga ne bi trebalo da obeshrabri; na kraju krajeva, pioniri kopernikanske revolucije gurali su napred s mnogo manje toga. Čak i neznatan uspeh u ovoj oblasti opravdava ogroman skok optimizma u vezi s otvaranjem granica ljudske spoznaje i razumevanja. Naravno, *svim* pitanjima pristupiću s naturalističkog stanovišta, koje je barem delimično posledica razvoja moderne filozofije biologije. Kao što kaže Dejvid Hal: „Kreacionisti su ipak dali važan doprinos filozofiji nauke. Oni su dokazali koliko je naturalizam fundamentalan za nauku (svu nauku) a ne samo za evolucionu biologiju.“³⁵ To nigde nije toliko važno kao u astrobiologiji.

Ovo poglavlje sam počeo invazijom vanzemaljaca opisanom u fikciji, pa ću ga i završiti još jednom pričom – mada nimalo sličnom. Naslov ovog poglavlja

je, naravno, *omaž* čuvenoj priči Hauarda Filipisa Lavkrafta,³⁶ najpoznatijeg kao pisca horora, ali i autora koji piše o popularnoj nauci, vrhunskog astronoma amatera i mislioca čiji radovi sadrže nekoliko tema vezanih za astrobiologiju.³⁷ U toj istoimenoj priči, napisanoj marta 1927, geodeta koji ispituje gde bi moglo da se izgradi novo veštačko jezero u Novoj Engleskoj, nailazi na pust teren na kome ništa ne raste; lokalno stanovništvo ga zove „sasušena pustara“. Geodeta, tražeći objašnjenje tog termina i uzrok pustoši, na kraju nailazi na starog Emija Pirsu koji živi u blizini te oblasti i koji mu prenosi neverovatnu priču o događajima iz 1882. Na imanje Nejhuma Gardnera i njegove porodice pao je meteorit. Naučnici koji su ispitivali uzete uzorke ustanovili su da su im svojstva čudna: nisu mogli da se ohlade, davali su nikada pre viđene spektroskopske trake i nisu reagovali na uobičajene rastvarače. Meteorit je izbušen i unutar njega je nađena „velika obojena kugla“: „Njenu boju. . . bilo je gotovo nemoguće opisati; i samo po analogiji mogli su je uopšte i nazvati bojom.“ Kada se kucne čekićem, ona se rasprsne uz prasak. Sam meteorit, nastavljajući neuobičajeno da se skuplja, na kraju nestaje.

Nakon toga dešavaju se sve čudnije stvari. Nejhumu rađaju ogromne jabuke i kruške ali se ispostavlja da nisu jestive; biljke i životinje trpe neobične mutacije; Nejhumove krave počinju da daju loše mleko. (Setite se onih „nepovoljnih promena u Zemljinom okruženju nastalih zbog uvođenja vanzemaljske materije“ na koje upozorava član IX Sporazuma o svemiru.) Onda Nejhumova žena poludi, „vrišteći o stvarima u vazduhu koje ne može da opiše“ pa je zaključavaju u sobi na spratu. Nedugo zatim sva vegetacija počinje da se pretvara u sivkasti prah. Nejhumov sin Tadeus poludi nakon što je otišao na bunar, a i njegovi drugi sinovi takođe dožive slom. Onda nastupaju dani u kojima niko nije ni video ni čuo Nejhuma. Emi skupi hrabrost pa dovede policajce, pogrebника i druge zvaničnike na lice mesta, i oni posle niza bizarnih događaja ugledaju kako stub nepoznate boje suklja iz bunara u nebo; ali Emi vidi i kako se njegov mali deo vraća na Zemlju. Sivo područje „sasušene pustare“ širi se za nekoliko centimetara godišnje i niko ne zna kada će prestati.

Sam Lavkraft je smatrao priču *Boja izvan ovog svemira* svojim najboljim delom, ali više kao „studiju atmosfere“ nego kao klasičnu kratku priču. Prisustvo tuđinaca je nedokučivo, ne samo za likove nego i za čitaoca. Ako taj oblik života ima neke motive, ciljeve, pozadinu itd., oni se nikada ne otkrivaju. Štaviše, nikada se ne otkriva ni da li je taj tuđinski entitet živ, pa ni da li poseduje inteligenciju, nameru ili bilo koju drugu mentalnu sposobnost. Kao što su uverljivo primetili proučavaoci Lavkraftovog dela S. T. Džoši i Dejvid Šulc: „Osećaj strave izaziva upravo to što ne možemo definisati prirodu entiteta u priči *Boja izvan ovog svemira* – bilo fizičku bilo psihološku. Ne možemo čak ni znati da li je reč o entitetima ili živim stvorenjima onakvim kako ih mi

shvatamo.“³⁸ Ta neodređenost opstaje i kada zatvorimo knjigu; teško je osloboditi se osećanja da je naš sopstveni jezik nedovoljan da se izbori s punim spektrom Drugosti.

Boja izvan ovog svemira uverljivo se bavi pitanjem koje mnogi studenti i obrazovani ljudi postavljaju kada se prvi put sretnu s astrobiološkom revolucijom: zašto tragamo za zemaljskom vrstom života? Isto pitanje se često postavlja i iz skeptičke ili kontraške perspektive, kao izazov: *Zašto ne tragate za drugačijom vrstom života, recimo onom zasnovanom na XYZ umesto na ugljeniku i vodi? Zar to nije isto kao davanje posebnog mesta našem obliku života, suprotno kopernikanskom duhu koji tvrdite da sledite?* Ovo je ključno pitanje koje prodire u srž napora da se astrobiologija učini nezavisnom od naših posebnih antropocentričnih i geocentričnih pristrasnosti. Lavkraft maestralno postavlja situaciju u kojoj naša konvencionalna mudrost i prastari recepti više ne deluju – i nagoveštava da će upravo to verovatno otkriti istraživač otvorenog uma; situacija za koju astrobiologija mora biti pripremljena. Kada Lavkraftov junak zaključuje: „Ne pitajte me za mišljenje. Ne znam – to je sve“, on se ne odriče pokušaja nagađanja. Štaviše, odmah u sledećem pasusu, on se usuđuje da kaže:

Što se tiče materije, pretpostavljam da bi ono što je Emi opisao bilo nazvano gasom, ali je taj gas sledio zakone koji ne pripadaju našem svemiru. To nije bio plod onih svetova i sunaca koji blistaju u teleskopima i na fotografskim pločama iz naših opservatorija. To nije bio dah s onih nebesa čija kretanja i dimenzije naši astronomi mere ili smatraju preobimnim za merenje. To je bila samo boja izvan ovog svemira – zastrašujući glasnik iz neoblikovanih carstava beskraja, izvan prirode kakvu poznajemo; iz carstava čije samo postojanje omamljuje mozak i umrtvljuje nas crnim izvankosmičkim ponorima koji se širom otvaraju pred našim grozničavim očima.

Koliko se ovo zaista razlikuje – izuzimajući to što nema jednačina – od rasprava o nastanjivosti onih svemira u kojima nema slabe sile, ili onih s različitim brojevima makroskopskih dimenzija prostora, ili onih rođenih u hladnom Velikom prasku?³⁹ Svestan napor za prevazilaženje antropocentrizma ključan je u oba slučaja.

To je taj hrabar duh astrobiologije. Uspostavljanje uslova za nastanjivost naspram zemaljskog života – čak i na ekstremnim krajevima njegovog ekološkog spektra – empirijska je stvar; razmatranje i modelovanje uslova za dovoljno različite oblike života, ili čak za oblike života zamislive u uslovima važenja drugačijih zakona (niskoenergetske) fizike, predstavlja spekulaciju. I jedno i drugo je – kao što nas uče istorija i filozofija nauke – jasno i neizbežno potrebno za svaki uspešan naučni poduhvat. Uzimanjem u obzir samo jednog ili drugog – kao što se obično radi u popularnoj ili u medijima predstavljenoj nauci ili u pristrasnim prezentacijama kritičara – ne gubimo samo ukus neizmerne

složenosti celine, već i propuštamo i potcenjujemo nove i neočekivane pravce za originalna istraživanja.

Autor koji je napisao „eoni i svetovi su ono što me zanima, i s mirnom i zabavnom distanciranošću posmatram ostatke drevnih planeta i mutacije univerzuma“,⁴⁰ i koga je Fric Lejber u svom lepom eseju⁴¹ zvao „književni Kopernik“, dobar je pratilac na ovom putovanju. Povremeno ću se vraćati drugim primerima astrobioloških tema iz Lavkraftovog opusa, kao i onima koje su obrađivali drugi pisci fantastike, posebno Olaf Stejpldon i Stanislav Lem, ne samo da bih bolje ilustrovao odgovarajuće teze već i zato što je ovde, kao i drugde, umetnička mašta često rađala filozofski i naučno plodotvorne ideje.