

Kompleksnost, sámoorganizacija in emergenca

(Sodobna kozmologija med fiziko in metafiziko, VI. predavanje)



Marko Uršič, Filozofija narave, FF, 2010

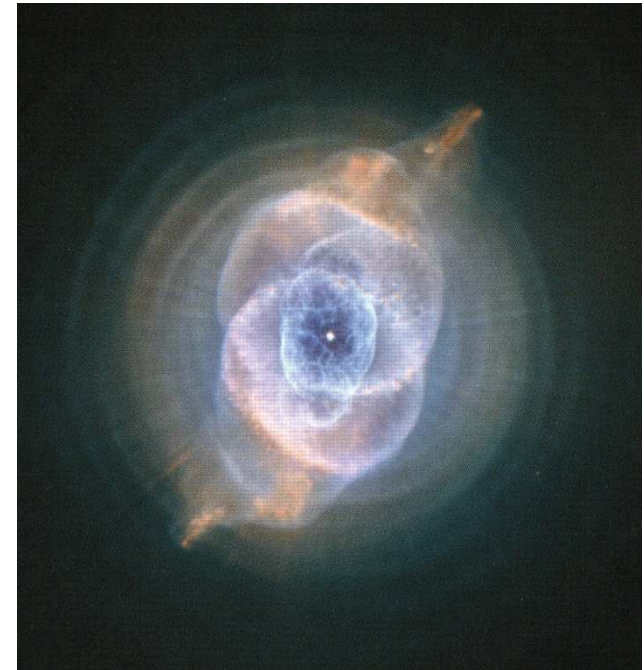
PONOVITEV: Ali obstajajo “spontane tendence”, “nagnjenja” <*propensities*> pri nastajanju kompleksnih struktur “kozmosfere”, ki vodijo k življenju?

Kaj in kako lahko sodobne teorije kaosa, kompleksnosti in emergence prispevajo k oblikovanju novega kozmološkega panteizma (tj., k “tretji poti” med teizmom in ateizmom)?

Gre za vprašanje, ali pa je tudi “neživa” narava v nekem globljem, nam še neznanem, a že od nekdanj slutenem pomenu vendarle “živa”, prežeta z *duhom*, imanentnim kozmičnim *logosom*, morda tudi z vesoljnim *télosom*?

To vprašanje lahko razčlenimo na tri podvprašanja:

1. Ali lahko nekaj “naravnega” *spontano* povzroči samo-sebe?
2. Odkod izvira *kompleksnost* naravnih pojavov?
3. Če kompleksnost sledi iz enostavnih pravil, odkod izvirajo sama *pravila*?



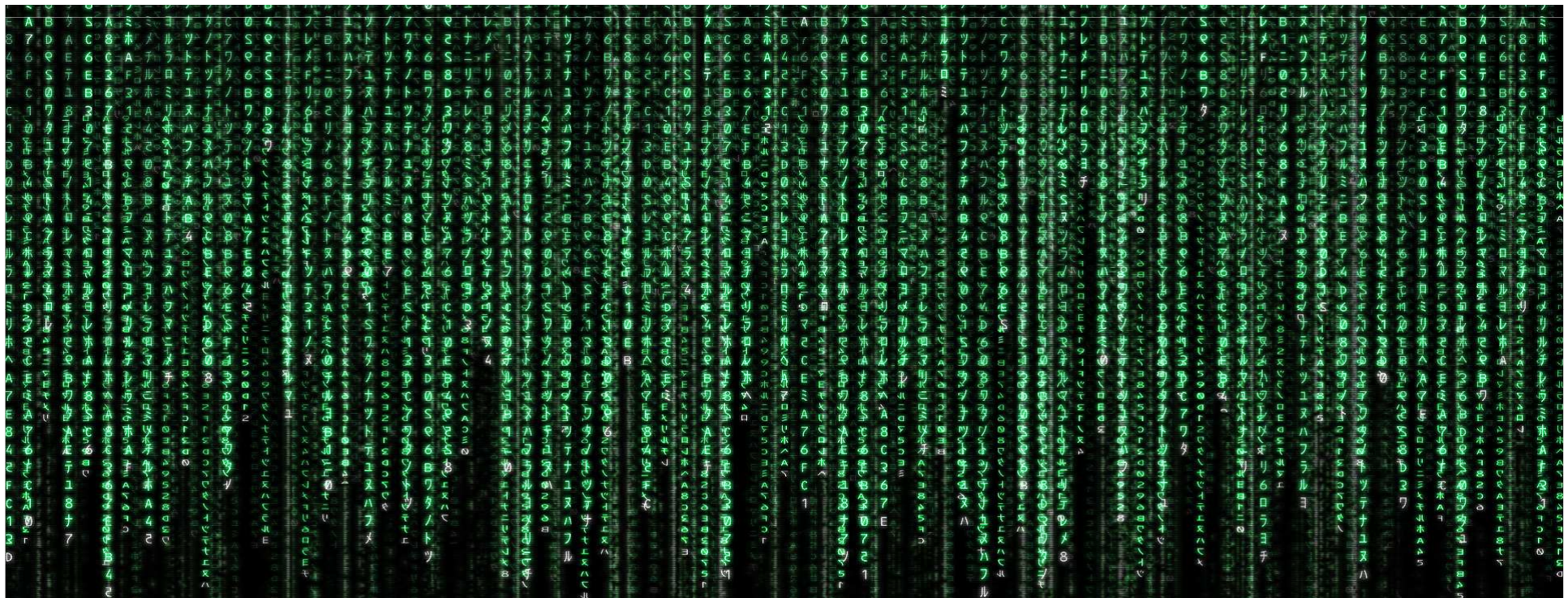
“Mačje oko”, ena izmed t. i. planetarnih meglic (posnetek teleskopa *Hubble*)

Definicije kompleksnosti

kompleksnost = zapleteno-prepletana struktura (vzorec, red) elementov ali delov nekega sistema/sestava.

Warren Weaver (1948): “kompleksnost nekega sistema je stopnja težavnosti v predvidevanju lastnosti tega sistema, če so dane lastnosti njegovih delov.”

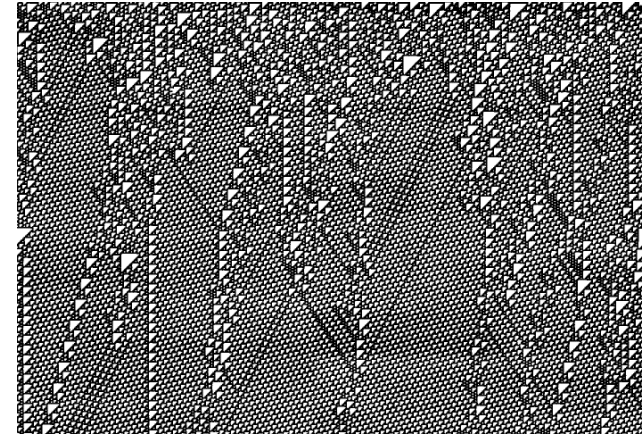
Andrej N. Kolmogorov (1965): kompleksnost nekega sistema/sestava je dolžina najkrajšega algoritma, s katerim ga lahko popolnoma določimo/opišemo.



Kompleksnost kot množica *različnih pravilnosti* neke entitete

Murray Gell-Mann, odkritelj kvarkov, je v knjigi *The Quark and the Jaguar* (1994) zapisal:

- “Mera, ki veliko bolje ustreza temu, kar običajno razumemo s kompleksnostjo tako v vsakdanjem kot v znanstvenem jeziku, se nanaša ne samo na dolžino najbolj natančnega opisa neke entitete (tj., v grobem na njeno algoritmično informacijsko vsebino), temveč na dolžino natančnega opisa množice pravilnosti *<regularities>* te entitete. Tako bi imelo nekaj, kar je skoraj povsem naključno in kar nima praktično nobenih pravilnosti, efektivno kompleksnost blizu vrednosti nič. Ravno tako bi veljalo za nekaj, kar je popolnoma pravilno, kot je niz, ki ga sestavljajo zgolj ničle. Efektivna kompleksnost je lahko visoka samo v vmesni regiji med totalnim redom in popolnim neredom.” (podčrtal M.U., več gl. *Daljna bližina neba*, 421-22)



Stephen Wolfram:

A New Kind of Science
(2002), detajl iz neskončno kompleksnega grafa “celičnega avtomata” № 110, ki je “univerzalni Turingov stroj” (razlago gl. v: *Daljna bližina neba*, str. 430-38 in 489-94)

Kompleksnost kot rezultat samoorganizacije

Paul Davies išče “tretjo pot” razlage nastajanja kompleksnosti v naravi, tako fizikalni kot biološki, *tudi* s pomočjo pojma “samoorganizacije”. V *Zlatolaskini uganki* (2007, slov. prev. 2010) piše:

- “Drug možen evolucijski mehanizem je samoorganizacija. Mnogi neživi sistemi razvijajo kompleksne vzorce in organizacijske strukture iz brezobličnih začetkov. To počnejo povsem spontano, brez variacij ali izbora v darvinističnem pomenu. Na primer, snežinke tvorijo značilne heksagonalne vzorce. Nihče ne trdi, da obstajajo kaki geni za snežinko, a tudi tega ne, da jih je neposredno ustvaril kak razumen načrtovalec. Spontano se samoustvarjajo in samosestavljajo v skladu z matematičnimi pravili in fizikalnimi zakoni. [...] To ne pomeni spodbijanja darvinizma, saj je morda v tem le delni razlog za evolucijski mehanizem. Toda manjkajoči člen ni kak vesoljni čarovnik, ampak naravni proces, ki se ravna po nekem še ne pojasnjenem načelu organizacije, izhajajočem iz fizikalnih zakonov.” (*The Goldilock Enigma*, str. 223-24, prev. in podčr. M.U.)



Paul Davies,
fizik in filozof

Sámoorganizacija / sámoureditev v biosferi in “kozmosferi”

Živo bitje je *organizem*: v biosferi se “sámoorganizacija” organizmov (vrst oz. genotipov) dogaja pretežno v evoluciji, ki jo “vodi” naravni izbor k vse večji kompleksnosti.

Predpostavka naravnega izbora je “multiverzum” znotraj biosfere, tj. množstvo različnih, tudi neuspešnih evolucionjskih vej – se pravi: gre za preživetje tistih organizmov, ki so bolj prilagojeni svojemu naravnemu okolju.

Stuart A. Kauffman, znani sodobni teoretski biolog, postavlja (podobno kot fizik Paul Davies) naslednje vprašanje: ali je darvinistični naravni izbor res edini dejavnik sámoorganizacije in kompleksnosti živih bitij? – Ali pa obstajajo že v “sami snovi” neke dispozicije, neko “nagnjenje” k razvoju v kompleksne strukture/sisteme, tudi v žive in zavestne organizme?

Če vprašamo nekoliko drugače: ali ima morfogeneza živih bitij še kakšne druge, “apriorne” (tj. fizikalno-matematične, geometrijske) izvore poleg “kontingentnega” evolucionjskega naravnega izbora? Poglejmo primere ...



Stuart A. Kauffman,
teoretski biolog,
mislec kompleksnosti
in sámoorganizacije
naravnega sveta

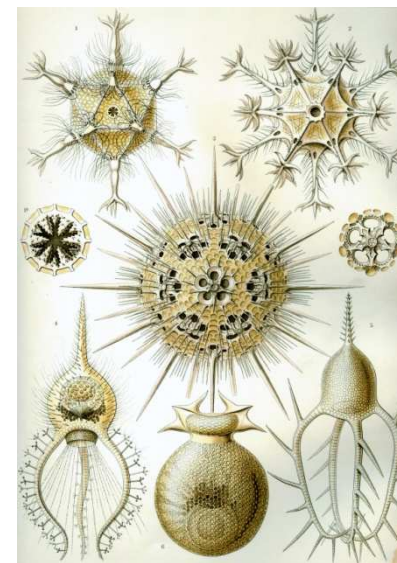


Dejavnik morfogeneze v biosferi ni samo naravni izbor, ampak so to tudi matematične (geometrijske) forme

D'Arcy Wentworth Thompson je v vplivni knjigi *O rasti in formi* (*On Growth and Form*, 1917) prvi pisal o fizikalnih (v osnovi matematičnih) temeljih biološke morfogeneze, in čeprav so sodobni biologi pretežno skeptični do njegovega “fizikalizma”, pa so nekateri prepričani, da geometrijske forme in zakonitosti vendarle vsaj do neke mere usmerjajo naravne procese.

Brian Goodwin, angleški biolog, znani kritik neodarvinističnega redukcionizma poudarja, da “obstajajo nekateri temeljni vidiki forme organizmov, ki vztrajajo navkljub naravni selekciji, ne pa zaradi nje” (gl.: Philip Ball, str. 9).

Filozofi pa lahko v tem prepoznamo misel, da se v naravi “skriva” platonski svet idej (ali “form”), drugače rečeno, da se kompleksnost poraja v času (evoluciji) iz form, ki same *niso časovne*, ampak brezčasne, “večne” (namreč fizikalno-matematične forme, zakonitosti).



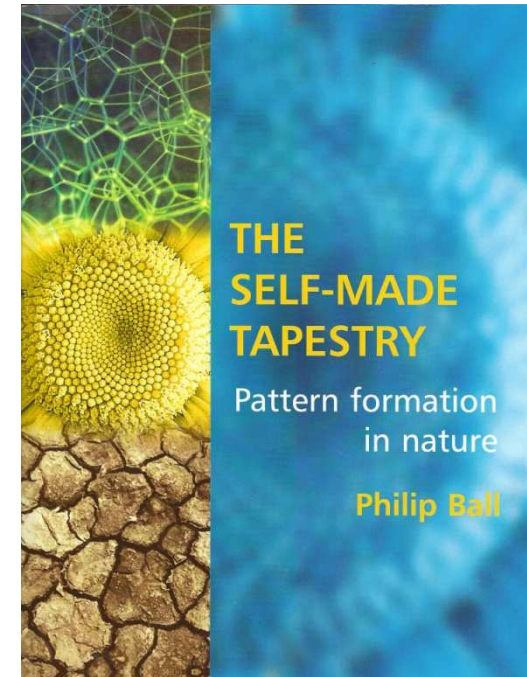
Ernst Haeckel:
ogrodja mreževcev,
enoceličarjev
v planktonu
(iz zoološkega atlasa
*Umetniške oblike
narave*, 1904)

“Tapiserija narave se tke sama”

Philip Ball v zanimivi knjigi z naslovom *Sámo-ustvarjena tapiserija, oblikovanje vzorcev v naravi* (1999, 2. izd. 2004) navaja številne primere naravnih pojavov in/ali bitij, katerih kompleksna zgradba se oblikuje v “vmesni coni” med fiziko in biologijo.

- “Kompleksna oblika ne zahteva nujno organskega vira, a podobno ga niti geometrijska oblika ne izključuje” (Ball, op. cit., str. 4). – Torej ne le fizikalna, ampak tudi živa narava tke svojo kompleksno “tapiserijo” vsaj deloma na osnovi matematičnih zakonitosti.

Že dolgo je znan pomen “zlatoreznega kota” $137,5^\circ$ za *phyllotaxis* (red listov), tj. za razporeditev listov okrog stebela ali v cvetovih; seveda ima takšna razporeditev *tudi* evolucijski (funkcionalni) pomen, vendar imajo tovrstni vzorci “matematično strukturo, v kateri lahko zagotovo prepoznamo prstne odtise nekega delujočega fizikalnega mehanizma” (Philip Ball, op. cit., str. 105).

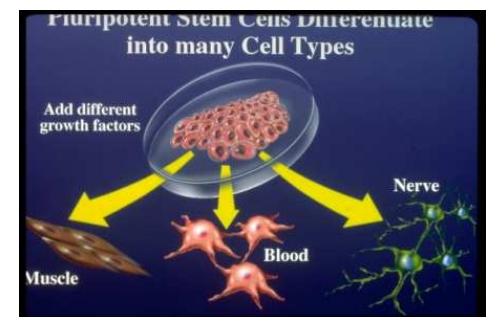
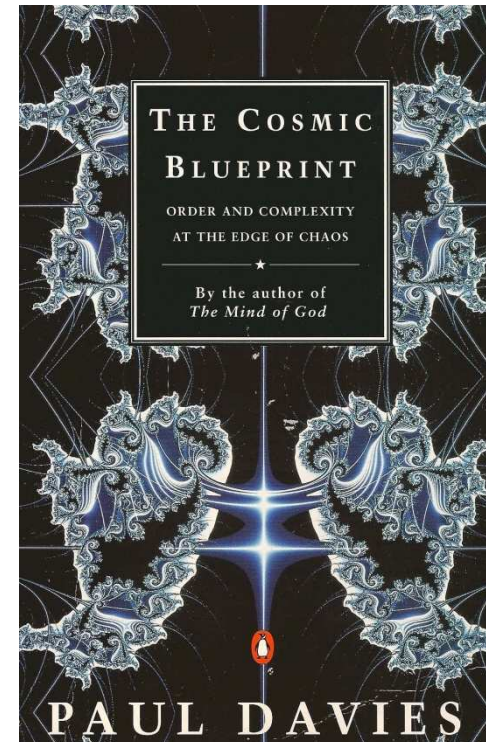


“Misterij oblikovanja vzorcev”

Paul Davies se v knjigi *Vesoljni pravzorec* (*The Cosmic Blueprint* (1987, 2. izd. 2004) zavzema za “navzdoljno vzročnost” <*downward causality*> ter premišljuje o morfogenezi kot “misteriju oblikovanja vzorcev” in ugotavlja, da je za znanost “pravi izziv pokazati, kako lahko *lokalne* interakcije izvajajo *globalno* ureditev” (str. 104).

Na primer: Kako lahko neke določene celice v zarodku “vedo”, da morajo postati krvne celice, druge pa, da morajo postati ledvične celice itd.? (*ibid.*, 103).

Tudi Davies torej meni, da razvoja organizmov ni mogoče pojasniti zgolj z znanimi evlucijskimi “mehanizmi”. Ob tem *domneva*, da bi bila “možna rešitev v predpostavki, da je globalna raven nekako shranjena <*stored*> v samih poljih in da DNK deluje bolj kot *sprejemnik* kakor pa kot vir genetskih informacij” (*ibid.*, 106). – Vsekakor zanimiva misel!



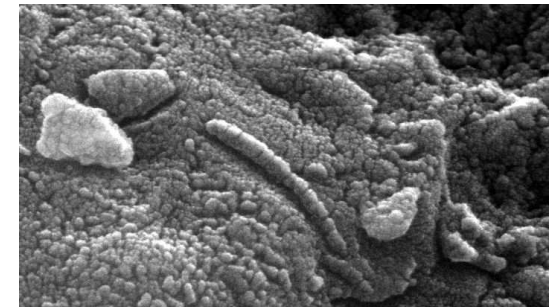
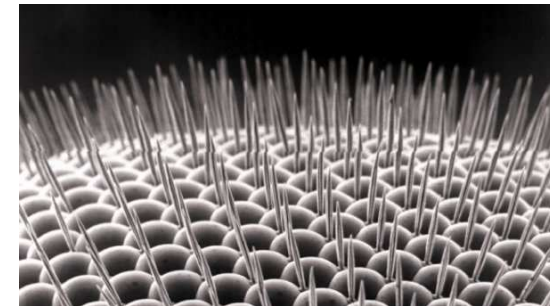
Povezava med morfogenezo v biosferi in rešitvijo kozmološke “Zlatolaskine uganke” po “tretji poti”

Če najdemo v biosferi neevolucijske, “matematične” dejavnike morfogeneze, potem le-ti izvirajo že iz “kozmosfere”, tj., gre za fizikalne in/ali matematične “pravzorce” <*patterns, blueprints*>, iz katerih se spontano oblikuje (“eksplicira”) oziroma sámoureja kompleksna raznolikost tako nežive kot žive narave.

Nastajanje kompleksnih struktur v biosferi *in* kozmosferi je potemtakem dvosmeren proces:

1. “emergenca” (vznik) višjih ravni bivanja iz nižjih;
2. “navzdolnje povzročanje/učinkovanje” <*downward causality*> višjih ravni na nižje.

Če je ta proces res dvosmeren (in *eo ipso* holističen), potem za razrešitev “Zlatolaskine uganke” ne potrebujemo niti multiverzuma (kot ateisti oziroma “reduktivisti”), niti stvarnika (kot teisti) – “tretja pot” je kozmološki, evolucijski panteizem: *Logos v Kozmosu*.



Emergenca življenja, zavesti ... duha?

emergenca <angl. *emerge* = vznikniti, pojaviti se, nastati>:
“Izraz *emergenca* se običajno uporablja kot nasprotje *redukcije*. [...] Čeprav emergentne značilnosti celote (ali kompleksa) nastajajo iz njenih delov in niso popolnoma neodvisne od njih, pojem emergence implicira, da gredo te značilnosti na nek pomemben in nov način preko (onstran) značilnosti posameznih delov.” (**Olga Markič**, v zborniku *Narava mentalnih pojavov*, 2007) → holizem.

O emergenci se največ govori v zvezi z evolucijskim nastankom življenja (kako je življenje “vzникnilo” iz nežive snovi) ter zavesti (kako se je zavest “vzdignila” iz življenja).

Stuart A. Kauffman v knjigi *Ponovno odkrivanje svetega* (*Reinventing the Sacred*, 2008) piše:

- “Preprosto dejstvo je, da smo ljudje (tj., vsaj mi, ljudje) zavestni. Imamo to izkustvo. Zavesti še ne razumemo. Vendar ni nobenega dvoma, da je resnična <*real*> v ljudeh in verjetno tudi v mnogih živalih. [...] Karkoli je njen izvor, je zavest emergentna in resnična značilnost vesolja.” (Podčrtal M. U.)



“emergenca”
metulja monarha
iz bube



“Zvezdno dete”
iz *Odiseje 2001*