

Günter SCHIEPEK*

Psiha in telo: Ali samoorganizacija možganov pojasnjuje emergenco mentalnih pojavov?

Ključne besede: nevrobiologija, nevroznanost, sinergetika, zavest, jaz, sebstvo

Povzetek: Nevrobiološke raziskave so pomembno prispevale k razumevanju duševnih motenj in k novemu pristopu k starim filozofskim problemom. Možgani so s svojo strukturo primer kompleksnega sistema, v katerem potekajo procesi samoorganizacije. Veda o samoorganizaciji se imenuje 'sinergetika' in se ukvarja s pojavi, ki so za razumevanje možganov bistveni. To je lepo razvidno iz sinergetičnega modela duševnih procesov, ki pojasnjuje, kako se stabilizirajo duševne strukture v odnosu med jazom oz. sebstvom [Selbst] in okoljem. Nevronska samoorganizacija je predpogoj zavesti in koordinacije jaza/sebstva. Obstaja možnost, da zadovoljivega mostu med mentalnimi in fizičnimi pojavi sploh ne bomo našli, čeprav je naše poznavanje korelacije nevrobioloških in duševnih procesov vse večje. Razlika med izkušnjami prvoosebne ter tretjeosebne perspektive mogoče ostaja temeljna in neodvisna od vsakega znanstvenega spoznanja. Čeprav različne variante emergentizma pri problematiki duha in možganov ne ponujajo končnih rešitev, teorija samoorganizacije vseeno modelira različne emergentne ravni (npr. njihovo dinamično sinhronizacijo ali desinhronizacijo) ter upošteva časovno dimenzijo v evoluciji procesnih, funkcionalnih in strukturalnih vzorcev na različnih časovnih lestvicah.

Mind and Body: Does the Self-organization of the Brain Explains the Emergence of Mental Phenomena?

Key words: neurobiology, neuroscience, synergetics, consciousness, self

Summary: Neurobiological research has contributed importantly to the understanding of mental disorders and to the new approach to the old philosophical problems. The brain structure is an example of complex self-organized system. Synergetics is the science of self-organization and deals with phenomena which are crucial for the understanding of our brain. This is shown in the synergetic model of mental processes which clarifies how psychic structures are stabilized in the relationship between the self and the environment. The self-organization of neurons is a prerequisite for the emergence of consciousness and for the coordination of the self. It can happen that we will not find the appropriate bridge between mental and physical phenomena although our understanding of the correlation between neurobiological and mental processes is constantly growing. It can happen that the difference between the first person and the third person perspective will remain the basic difference and independent of all scientific knowledge. Although the different versions of emergentism in the relation to the mind-brain problem don't offer final solutions, the theory of self-organization offers the models of the different levels of emergence (for example their dynamic synchronization and desynchronization) and considers the time dimension in the evolution of the process, functional and structural patterns on the different time scales.

1 Samoorganizacija možganov

Nevrobiološke raziskave niso samo pomembno prispevale k razumevanju duševnih motenj (ena od mnogih iztočnic: razvoj nevrofenotipov namesto razdelitve duševnih motenj, ki temelji na simptomih), k novemu pristopu k starim filozofskim problemom (npr. o temeljih spoznanja, (ne-)zmožnosti svobode ali odnosu med materijo in duhom), temveč tudi k preseganju tradicionalnih nasprotij. Kar smo do zdaj razumeli v smislu ali-ali, danes razumemo kot součinkovanje in vzajemno pogojenost. To npr. velja za razlikovanje med organsko pogojenimi in funkcionalnimi duševnimi motnjami, za dihotomijo objekt - okolje ali za nasprotje, ki je pogosto ideološko obarvano, med farmakološkim in psihoterapevtskim zdravljenjem. Nenazadnje pri-

Günter Schiepek · prof. dr. Naslov/Address: Donau-Universität Krems · Dr. Karl Dorrek Str. 30, A-3500 Krems · Austria ali/or Center for Complex System · Friedrich List Str. 34, D-73760 Ostfildern · Germany; e-pošta: gschiepek-fksh@t-online.de

speva nevrobiologija tudi k integraciji različnih psihoterapevtskih pristopov.

Kljub omenjenim prispevkom nevroznanosti, menim, da je vedno bolj potrebno, da se sprašujemo o povezanosti številnih ugotovitev in empiričnih rezultatov z načinom delovanja možganov. Ali obstaja teoretični model, ki bi nam omogočil urejanje progresivno naraščajočega faktografskega znanja in tudi to, da bi ga vsaj približno razumeli? Bi se lahko s takšno teorijo približali velikim še nerešenim ugankam naše duševnosti – npr. vprašanju o nastanku kvalitativne zavesti iz nevronskih, torej fizikalno-kemijskih procesov oz. vprašanju o povezanosti med zavestjo in nevronskimi procesi?

Trenutno ni na vidiku nobene enotne teorije možganov. Da bomo razvili zadovoljivo teoretsko paradigmo, bomo v razvijanju teorij očitno potrebovali večje število konkurenčnih modelov in paradigem. Pred nami je verjetno daljše obdobje, ko bomo morali delati na različnih konceptih pa tudi nasprotjih, pri čemer lahko nekatere modele že danes smatramo za zastarele. Tako je npr. nesmiselno možgane še naprej primerjati s serijskim računalnikom, spomin pa s postopkom shranjevanja in ponovnega priklica podatkov. Prav tako je glede na raven naših spoznanj (npr. Davidson, Scherer in Goldsmith, 2003), ki smo jo dosegli, čista kognitivna nevroznanost preozka. Vedno težje si namreč predstavljamo čiste kognitivne procese, saj na vse nevronske procese pomembno vplivajo čustva in motivacija. Poleg tega možgani niso izoliran organ, saj so molekularni procesi posameznih nevronov močno odvisni od njihove interakcije z okoljem, ki ga sestavljajo pretežno drugi ljudje (vsak s svojimi možgani seveda). Okolje možganov ni le fizikalne narave, temveč tudi socialne, kar pomeni, da je prepojeno s pomenom in pomen poraja. Možgani so socialni organ. In navsezadnje možganov ne moremo opazovati izolirano niti znotraj posameznika, temveč samo v interakciji z endokrinimi, imunološkimi in drugimi biološkimi telesnimi procesi.

Predstava o možganih, ki je široko sprejeta, je, da gre za kompleksen sistem, kjer skoraj vedno in povsod nastopajo najrazličnejši resonančni procesi in nelinearne dinamike. Poglejmo si osnovne strukturne značilnosti možganov:

- v možganih je ogromno število delov (nevronov) – približna ocena je več 100 milijard nevronov;
- nevroni so urejeni v mreže, ki so spet vpete v mreže (mreža mrež) in te spet v nove mreže (mreža mrež mrež) itn.;
- en nevron ima 8000 do 10000 sinaptičnih povezav z drugimi nevroni, glede na obliko, lokalizacijo in funkcionalno vključenost;
- en nevron je neposrednem stiku s 1000 drugimi nevroni. Na ta način so živčne celice izjemno gosto povezane. Npr. v principu je lahko vsak nevron v možganski skorji preko dveh vmesnih nevronov (to pomeni preko treh sinaps) v komunikaciji z vsemi drugimi nevroni;
- signali oz. sporočila, ki vstopajo v nevron, se v njem obdelujejo na nelinearen način (nelinearna obdelava signalov znotraj enega nevrona);
- prav tako se na nelinearen način prenašajo signali med nevroni, saj prenos signalov temelji na kompleksnih mehanizmih povratnih zvez [feedback] med nevroni in znotraj vsakega nevrona (nelinearna obdelava signalov med nevroni)
- sorazmerno veliko je število nevronov za obdelavo signalov znotraj sistema (to je znotraj možganov kot celote), manj nevronov pa je za aferenco (del živčevja, ki omogoča prenašanje sporočil v možgane) oz. eferenco (del živčevja, ki omogoča prenašanje sporočil iz možganov) (približna ocena razmerij - aferenca : notranja obdelava v možganih kot sistemu : eferenca \Leftrightarrow 1 : 100 000 : 1)
- mrežno vezje med nevroni omogoča večkratne in raznovrstne povratne zanke med njimi (kombinacija pozitivne in negativne povratne zveze) kot tudi inhibicijsko – dezinhibicijske mehanizme.

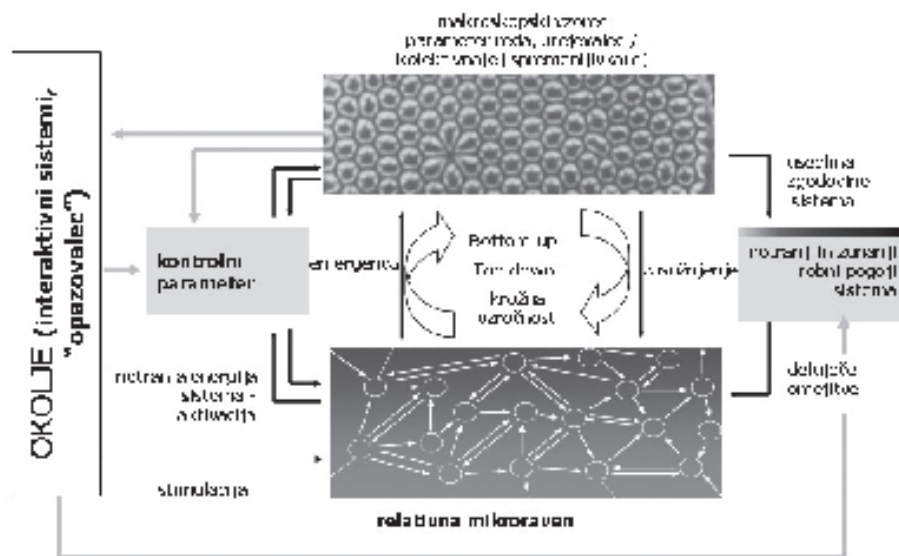
Taka struktura natančno zadovoljuje vse kriterije za samoorganizacijo oz. za nastanek

makroskopskih vzorcev iz dinamike sestavnih delov tega kompleksnega sistema, pri čemer makroskopska dinamika delovanje oz. vedenje posameznih delov usmeri na svoj tir (‘zaslužni’) in ga sinhronizira. Obratno lahko iz skupnega delovanja posameznih delov nastane struktura (red, vzorci) s takimi lastnostmi in kvaliteta, ki se na ravni delov ne pojavijo (ti. emergenca).

Veda o samoorganizaciji se imenuje ‘sinergetika’ in se očitno ukvarja s pojavi, ki so za razumevanje možganov bistveni: kako nastajajo vzorci (red) in kako se spreminjajo, kako pride do sinhronizacije in nastanka koherentnih vzorcev, kakšni so odnosi med strukturo in funkcijo, kakšna je ti. »eigen« dinamika in avtonomija delovanja živih sistemov ter navsezadnje tudi kako součinkujeta stabilnost oz. nestabilnost pri vseh procesih nevrnske dinamike, učenja in razvoja (Haken, 2002, 2004; Haken in Schiepek, 2006). Dejstvo pa je, da ti pojavi ne nastopajo le v možganih, temveč v kompleksnih sistemih vseh vrst, neodvisno od njihove materialne osnove. Tako so samoorganizirajoče procese sprva odkrili v fizikalnih neravnovesnih sistemih (npr. laser, tokovna dinamika v tekočinah), pa tudi v socialnih sistemih (npr. komunikacija v skupinah), v gospodarstvu, prometu in v poplavi informacij svetovnega spleta (Haken in Schiepek, 2006; Mainzer, 1997).

2 Sinergetični model psihičnih procesov

Temeljno eksperimentalno izhodišče pri opazovanju pojavov samoorganizacije fenomenov je bilo, da so sistemu preskrbeli določen, nanj prilagojen vir energije. Pri plasti silikonskega olja v plitki ponvi, je to npr. temperaturna razlika med njenim dnom in površino tekočine. Neprekinjeno zviševanje te temperaturne razlike vodi do nezveznih [diskontinuiranih] prehodov v sistemski dinamiki, v tem primeru torej iz nestrukturiranega stanja (homogeno mirovanje) preko vmesne stopnje turbulence do satovju podobnih heksagonalnih struktur. Te t.i. konvekcijske celice, v katerih tekočina potuje v notranjosti navzgor, pri robu pa spet navzdol, v sistemu optimizirajo transport toplote in na ta način skokovito povečajo učinek oz. stopnjo delovanja. Pod rahlo spremenjenimi pogoji je mogoče v enem samem sistemu ustvariti najrazličnejše dinamične vzorce. Sinergetika je za številne fizikalne, biološke in psihološke sisteme ustvarila poskusne pogoje, kjer so s stalnim spreminjanjem specifičnih pogojev stimulacije (to je s spreminjanjem ti. kontrolnega parametra) povzročili nezvezno [diskontinuirano], porajanje in spreminjanje struktur in dinamičnih vzorcev (t.i. urejevalci ali urejevalni parametri ali parametri reda).



Slika 1: Sinergetični model duševnih procesov

Pri človeku pa lahko eksperimentator zelo redko in pod zelo specifičnimi pogoji vpliva na kontrolni parameter. Za razliko od fizikalnih poskusov se pri človeku kontrolni parametri namreč porajajo in spreminjajo v *notranjosti* organizma. Pri zdravem duševnem delovanju reagiramo predvsem na senzorno stimulacijo iz našega fizikalnega in socialnega okolja, pa tudi iz notranjosti našega telesa (glej sliko 1). »Informacija« je za človeka zagotovo pomemben sprožilec oz. *kontrolni parameter*, vendar če smo natančni, nastane informacija v smislu pomena šele v organizmu. Informacija, za katero naš organizem nima razvitega sistema čutil (npr. radioaktivnost), vsaj za duševne oz. mentalne procese ni informacija. *Informacija se poraja [generira]*, pri čemer ima pomembno vlogo aktualno izhodiščno stanje organizma. Predhodne izkušnje, potrebe, pričakovanja in še posebej čustva lahko razumemo kot sistemske pogoje, ki iz senzoričnega inputa ustvarijo relevantne kontrolne parametre. Na področju senzorične obdelave dražljajev v osnovi že razumemo, kako čustvene strukture (npr. amigdala) ocenjujejo pomembnost dražljajev in posledično spreminjajo vzbujenost [arousal] odzivnost, pozornost ter fiziološke in motorične reakcije – bliskovito hitro, še pred zamudnimi podrobnimi kognitivnimi analizami situacije (npr. LeDoux, 2001). *Biološki sistemi selekcionirajo, izbirajo svoje kontrolne parametre* – kar pa počnejo tudi že fizikalni sistemi, saj konvekcijski tokovi v tekočinah ne reagirajo ne na električni tok ne na svetlobo (temveč na temperaturne razlike), in laser ne reagira na toplotno segrevanje (temveč na električni tok in na svetlobo). Kontrolni parametri nato med elementi (npr. nevroni) modificirajo nelinearna vzajemna delovanja in jih spravijo iz njihove trenutne dinamike (kvazi atraktor ali prehodno ravnovesje). Pri nevronskih oz. psihičnih sistemih pa na kontrolne parametre vpliva še ti. učinek »od zgoraj navzdol« [top down], to pomeni, da postanemo za določene dražljaje bolj občutljivi, ali pa se od njih izoliramo, jih odklopimo.

Nastali *urejevalci* oz. parametri reda, tudi če se razpršijo in preidejo v druge urejevalce, sistema ne zapustijo v enakem stanju. Enkrat nastali urejevalci se lažje ponovno vzpostavijo (četudi ne v popolnoma identični obliki, primer je aktiviranje spomina) ali pa vplivajo na verjetnost pojavljanja drugih urejevalcev. Predhodno znanje vpliva na nastanek nadaljnjih kognitivno-čustveno-vedenjskih vzorcev ter ustvari kontekste za oblikovanje novih vzorcev in atraktorjev. Na sliki 1 je to opisano kot *usedlina zgodovine sistema*. Pri tem lahko na ravni nevronov vidimo delovanje Hebbovih sinaps, t.j. od uporabe oz. aktivacije odvisno dinamično

funkcijsko modulacijo sinaptičnih in znotraj celičnih procesov (sistemi drugih sporočevalcev [second messenger], izražanje [ekspresija] genov). Nevronska plastičnost, kot vemo, ni poljubna, temveč je omejena z dosedanjimi izkušnjami, še posebej s tistimi, ki so se zgodile v najpomembnejših (ponavadi v zgodnjem otroštvu) fazah oblikovanja živčevja. V naši shemi to ponazarjamo kot *robne pogoje*, ki na aktualno sistemsko dinamiko delujejo kot omejitve [*constraints*]. Robni pogoji lahko obstajajo (a) v načinu delovanja in vzajemnem součinkovanju posameznih delov (npr. v aktivnosti določenih sinaps), kar pomeni, da se kažejo v osnovni strukturi sistema (način delovanja določa strukturo in obratno), (b) v delovanju drugih sistemov in njihovih urejevalcev ter (c) v fizikalno-materialnih pogojih okolja, na katere imajo organizmi večji ali manjši vpliv. Tako lahko našo filogenetsko dediščino, pa tudi temeljno anatomsko strukturo možganov, razumemo kot sistemsko-strukturni robni pogoj. Praviloma se robni pogoji spreminjajo počasneje od urejevalcev, urejevalci pa počasneje od posameznih delov.

Prikazano shemo si moramo predstavljati kot mnogokrat vzporedno povezano, torej v cikličnih ali mrežah takšnih samoorganizirajočih sistemov, ki sprožajo drug drugega. Dinamika urejevalnih parametrov nekega sistema lahko postane kontrolni parameter drugih sistemov in obratno. Makroskopska dinamika sistema se lahko uskladi z drugimi sistemi in proizvede nove urejevalce. Majhna nevronska mreža se z drugimi mrežami poveže v omrežje itd. (Freeman, 1995). Samoorganizacija enega sistema se povezuje s celimi sistemskimi hierarhijami, pri čemer postane makroskopska dinamika urejevalcev nekega sistema mikroproces drugega sistema itd. To velja za nevronske, duševne in tudi medosebne procese.

Če si na kompleksni ravni kot urejevalce predstavljamo tudi dejanja, le-ta delujejo na naše okolje. Sami izbiramo, v katerih okoljih se hočemo gibati (npr. s katerimi ljudmi želimo biti v stiku) ter lastno okolje aktivno oblikujemo. Nasprotno iz okolja prejemo signale. Čeprav je "okolje" na sliki 1 ponazorjeno nediferencirano, kot pravokotnik, vsebuje samoorganizirajoče sisteme najrazličnejših vrst in dimenzij, s katerimi smo v interakciji in v katere smo vpeti. Ko ljudje v socialnih procesih drug drugega zaznavamo ("opazujemo") in presojava po Atmanspacherju in Dalenrootu (1994) govorimo o ti. *endosistemih*. Slednji niso pogojeni le z zaznavanjem fenomenov, temveč je njihov nastanek odvisen od opazovalcev, ki jih torej soustvarjajo. V stanju reflektirajočega samoopazovanja, pa tudi v smislu vzporedne samokontrole, smo ta opazovalec mi sami.

Okolje samoorganizirajočih sistemov ustvarja pogoje, ki delujejo kot kontrolni parametri. Danosti in spremembe našega okolja imajo na nas nenehen vpliv, po naravi delujejo spodbujevalno ter oblikujejo gradient približevanja in izogibanja (prim. koncept *psihološkega polja* po Kurtu Lewinu). Živimo v spremenljivem vektorskem polju, ki pa ni zgolj danost okolja, temveč tudi našega zaznavanja, potreb in čustev (na sliki 1 puščica od sistema in urejevalca proti kontrolnemu parametru). Kaže se to, kar je s svojo formulo $V = f(O_s, O_k)$ ponazoril Lewin: Vedenje (V) je funkcija osebe (O_s) in njegovega okolja (O_k), in sicer okolja, kot ga ta oseba zaznava in doživlja. Tudi okolje namreč ustvarja zunanje robne pogoje za naše duševno delovanje.

Tako imamo pred sabo sinergetični model, ki pojasnjuje, kako se stabilizirajo duševne strukture v odnosu med jazom oz. sebstvom [Selbst] in okoljem. Dolgoročneje lahko nastanejo *kognitivno-čustveno-vedenjski vzorci*, značilni za določenega človeka, in se pri njem pogosteje pojavljajo. V metafori potencialnih pokrajin gre za doline pokrajine, ki predstavljajo našo *osebnost*. Če te doline niso pregloboke, gorski hrbti med njimi pa ne previsoki, lahko glede na in v skladu s situacijo prehajamo med kognitivno-čustveno-vedenjskimi vzorci. Odvisno od uporabe (izkušnje) se pokrajina spreminja, kar pomeni, da lahko spreminjamo svojo osebnost. Tako postane razumljiv dvojni aspekt stabilnosti in fleksibilnosti, ki definira zdravo osebnost. Kroglja (aktualno vedenje sistema) se kotali med dolinami, kar doline deformira, vendar pa je ta proces (de-)formacije v primerjavi z gibalno hitrostjo krogle precej počasen.

3 Nevronska samoorganizacija kot predpogoj zavesti in koordinacije jaza/sebstva

Ali ne bi bilo problema kvalije (lat. *qualia* = občutki in zaznave, ki sestavljajo notranje življenje posameznika, op. prev.) (to je problema nastanka naše kvalitativne zavesti) in mentalnega pojava osebnega jaza/sebstva najbolje opazovati kot produkta emergence naših možganov in ju torej razglasiti za rešena? Če prebiramo strokovno literaturo, ki se ukvarja s tem, lahko vidimo, da obstoječe znanje dejansko ustreza sinergetičnemu miselnemu modelu, saj součinkovanje sistemskih mrež, nevronske sinhronizacijski procesi in delovanje notranjih in zunanjih kontrolnih parametrov očitno predstavljajo bistvene pogoje za te pojave. To bomo najprej pojasnili na primeru zavesti, nato še na primeru jaza/sebstva.

3.1 Zavest. Že takoj na začetku je potrebno povedati, da zavest ni ena oz. da ni eno stanje. Večinoma predpostavljamo, da je sestavljena modularno in obsega različne vidike, kot so: (1) osnovna pozornost in budnost, (2) zaznavanje dogajanja v okolici in lastnem telesu, (3) mentalna stanja in dejavnosti, kot so mišljenje, predstavljanje in spominjanje, (4) čustva, afekti in potrebe, (5) doživljanje lastne identitete in kontinuitete, (6) "mojost" lastnega telesa, (7) avtorstvo in nadzor nad lastnim početjem in mentalnimi dejanji, (8) orientiranje jaza/sebstva in telesa v prostoru in času, (9) občutek resničnosti glede doživetega ter razlikovanje med realnostjo in fantazijo (npr. Roth, 2001, str. 193).

Damasio (2001) izhaja iz različnih stopenj zavesti, pri čemer začenja z nezavednim *proto-jazom/sebstvom* (nem. *Proto-Selbst*, ang. *proto-self*), kjer gre za vzajemno povezane in začasno usklajene nevronske vzorce, ki predstavljajo stanja organizma na različnih možganskih ravneh. Naslednja stopnja, *jedrni jaz/sebstvo* (nem. *Kern-Selbst*, ang. *core self*), je zavestna, a predverbalna stopnja. Predstavlja spremembe našega organizma (v telesu, vedenju, zaznavanju in mišljenju), v povezavi z notranjimi in zunanjimi "objekti", in je osredotočen na prostor in čas ter minljiv. Temelji na povratnih zankah samo-reprezentacije (t.i. "zemljevidih drugega reda"), v kateri se »upodobi« oz. »preslika« proto-jaz/sebstvo. Trajni, a dispozicionalni zapisi izkušenj jedrnega jaza/sebstva preidejo v *avtobiografski jaz/sebstvo* (nem. *autobiographisches Selbst*, ang. *autobiographical self*). V avtobiografskem spominu se obdelajo in konsolidirajo, okrepijo, nato se lahko aktivirajo kot nevronske vzorce, se spremenijo v eksplicitne predstave in se preoblikujejo skozi nadaljnje izkušnje. V tej razširjeni obliki je zavest osnova reprezentacije sebstva, saj omogoča psihične procese, pri katerih se doživljamo kot opazovalci in razsodniki opazovanih objektov, kot avtorji svojih misli, kot potencialni akterji dejanj v določeni situaciji. Individualno perspektivo, "mojost" in avtorstvo našega razmišljanja, čutenja in delovanja omogoča jedrna zavest, časovno kontinuiteto pa naš avtobiografski jaz/sebstvo (Damasio, 2001).

Zavest v preprostejši in razširjeni obliki temelji na različnih rekurzivnih povratnih zankah. Ena takšnih je npr. povezava temeljnih življenjskih procesov v možganskem deblu in v hipotalamusu z oblikovanjem predstav. Posledica je izjemno velika fleksibilnost, saj lahko naše predstave spreminjamo in se po njih ravnamo. Druge povratne zanke povezujejo naš organizem z notranjimi reprezentacijami njegovih stanj, kar pomeni, da v možganih oblikujejo telesne zemljevide, in sicer spet z notranjimi in zunanjimi objekti, ki sprožajo spremembe ter na katere lahko vplivamo. Proizvajamo občutke, torej reprezentacije čustev ter občutke o občutkih (sekundarna čustva). V možganih imamo veliko možnosti za *meta-reprezentacije procesov informacijske obdelave* (npr. v prefrontalnem korteksu): *Možgani oblikujejo lastno delovanje*.

Edelman in Tononi (2002) strukturne in funkcionalne predpogoje za takšne povratne zveze ter rekurzivno medsebojno povezane reprezentacije opisujeta kot »ponoven vstop« [*»Re-Entry«*] (*ponoven vstop*). Po njunem mnenju gre pri tem za najkompleksnejšo stopnjo funkcijske koordinacije in funkcijske selekcije nevronske mreže. Na prvi stopnji se zgodi "razvojna selekcija" nevronov, npr. z delitvijo celic, smrtjo celic, rastjo oz. selekcijo dendritov in sinaps,

kar vodi k dinamičnim povezavam med skupinami nevronov [*cell assemblies*]. Na drugi stopnji "izkušnja selekcije" sledi od izkušenj in od učenja odvisna sprememba moči sinaptičnih povezav in pripravljenosti celic za delovanje. Pri "ponovnem vstopu" se možganski zemljevidi preko recipročnih povezav časovno in prostorsko koordinirajo, senzorični in motorični dogodki se integrirajo in zanke povratnih zvez se povežejo. Rezultat vsega tega so reprezentacije in meta-representacije. V smislu sinergetike gre za večkratno vzporedno prepletene in hierarhično integrirane sisteme, ki svojo samoorganizirajočo dinamiko navezujejo drug na drugega in vzpostavljajo vzorce sinhronizacije (moduse) v široko razvejanih možganskih področjih.

To je odrska oprema za "zasebno gledališče" zavesti (za podroben prikaz možganskih struktur, ki pri tem sodelujejo, glej Damasio, 2001; Roth, 2001). Možgani imajo tako zmožnost, da proizvajajo in upravljajo izobilje, ne da bi pri tem izgubili svojo koherenco (Edelman & Tononi, 2002, str. 35). Taka kompleksna, hierarhična, povratno rekurzivna urejevalna dinamika vodi k lastnostim, ki jih Edelman in Tononi (2002, str. 198ff.) opisujeta kot bistvo pojava razširjene zavesti: Zavest doživljamo kot proces, kot dogajanje ("tok zavesti", William James, 1890/1950). Različne fasete doživljanja oz. izkušnje integrira v celoto, v dinamično jedro strukturo, ki jo doživljamo kot lastno, osebno in tako ohrani kvaliteto zasebnosti, "mojosti". Zavestna stanja ponavadi doživljamo koherentno in enovito; drug drugega izključujejo, pri čemer so visoko diferencirana in neprepustna za informacije. Prehodi med stanji zavesti so fleksibilni in zelo hitri (dinamični jedri proces na robu nestabilnosti), pri čemer se lahko bodisi »potopimo« v vsako stanje ali pa izberemo meta perspektivo, torej lahko proces opazujemo in ocenjujemo. Stanja zavesti zmanjšujejo negotovost in nedoločenost, tako kot urejevalci omejujejo stopnjo svobode posameznih delov, jih zaslužnjujejo. Selektivni procesi (odločitve) med zavestnimi procesi so odvisni od konteksta (asociacijske mreže), sprožajo pa jih čustva oz. motivacija.

Aktualna zavest ima zaradi "ozkosti kanala" in omejenega časovnega horizonta delovnega spomina omejene zmogljivosti. Dejstvo, da naši možgani in naša pojavnost zavesti delujejo na ravni urejevalcev in ne na ravni delov ter njihovega součinkovanja, se v tem primeru izkaže za izredno ekonomično. Zato Edelman in Tononi (2002) opisujeta zavestno doživljanje kot zelo hiter, a v osnovi serijski proces, kot kaskade prehodov med redi oz. vzorci. Damasio (2001, str. 213) pa pravi: "Po mojem mnenju zavest nastane pulzirajoče, pri čemer je objekt, s katerim smo v interakciji ali se ga spominjamo, tisti, ki sproži vsak udarec pulza. [...] Kontinuiteta zavesti temelji na nenehnem porajanju pulzacij zavesti, ki ustrezajo neskončni obdelavi neštetihih objektov. [...] Izvira iz deročega toka neverbalnih pripovedovanj jedrne zavesti." Na podlagi dejstva, da čustvo in spoznanje, občutki in misli v osnovi vedno tvorijo celoto (npr. Ciompi, 1997), lahko te pulzacije zaznavamo kot *kognitivno-čustvene enote* (Damasio, 2001; Schiepek, 1991), ki jih verjetno proizvajajo številni in vzporedni generatorji.

Zavest ponavadi okrepljeno nastopi takrat, ko jo potrebujemo oz. ko se na nekaj osredotočimo in se učimo novega. Ena od hipotez glede funkcije zavesti zadeva njeno sovpadanje z učnimi procesi, s prekinitvijo rutin in s pojavom novih izkušenj. Če se nevronske mreže povežejo na novo in se sinaptične povezave spremenijo (npr. z istočasno aktivnostjo nevronov, ki so povezani z NMDH-glutamat-sinapsami), je to kompleksen proces, pri katerem ne sodelujejo le porazdeljeno delujoče mreže, temveč tudi prefrontalni delovni spomin. Pri takšnih procesih bi bila zavest pokazateljica nevronske plastičnosti (Flohr, 1992; Roth, 2001).

Zavest bi lahko na osnovi teh predpostavk razumeli kot spremljevalno glasbo kritičnih prehodov med vzorci oz. redi. Če nastanejo novi vzorci, se razvijejo določeni sinhroni vzorci in oblikujejo se visoko frekvenčne dinamike. Aktivnost gama (pribl. 40 Hz) se pojavi, če se v novi gestalt asociativno povežejo različne značilnosti. Pride do desinhronizacije, pa tudi do – predvsem ko se pripravljamo na neko dejanje – povečane sinhronizacije. Celo v t.i. desinhroniziranem EEG-ju (aktivnost alfa) so skriti sinhronizacijski otočki, ki ustrezajo lokalnim kortikalnim področjem z visoko koordinirano aktivnostjo. Koherenca med oddaljenimi možganskimi področji se

poveča, če se vzpostavijo povezave, ki se jih zavedamo (Edelman & Tononi, 2002). Procesi so energetsko intenzivni, kar pomeni, da je poraba kisika in glukoze visoka, vključena pa so široka področja možganov. Ko se izoblikujejo novi urejevalci, ko se torej postopki kondicioniranja, pogojevanja zaključijo oz. se učni procesi spremenijo v rutine, poraba energije pri tem drastično upade, izkoristek sistema pa se poveča. Učinek se poveča, čeprav je udeleženih manj možganskih področij. Možgani se omejijo na najpomembnejše. Kjer to ni mogoče, ker je situacija nova in izzivalna, je potrebna zavest.

3.2 »Jaz/Sebstvo«. Zelo diferencirana oblika razširjene zavesti je tista o lastni eksistenci in identiteti. Čeprav se skozi življenje psihično in fizično spreminjamo (npr. glede kompetenc in stališč, pa tudi glede življenjskih okoliščin, v katerih se nahajamo), imamo občutek kontinuitete, neprekinjene lastne identitete. "Kaj daje duhu hrbtnico, ki skrbi za edinstvenost in identiteto?" Odgovor: Jaz/Sebstvo – mentalni naslednik notranjega okolja organizma (Damasio, 2001, str. 165). Podobno kot za to biokemijsko notranje okolje tudi za jaz/sebstvo ni značilna homeostaza, temveč *homeodinamika*, kar pomeni, da kombinira stabilnost in prilagajanje.

Naši možgani ustvarjajo konstrukcijo (Mahoney, 1995), ki nam omogoča, da se doživljamo kot pobudniki in avtorji dejanj, da imamo podobo o samem sebi in da se občutimo kot koherentne in eno s samim sabo. Jaz/Sebstvo bi lahko s tega vidika opisali kot dinamični urejevalec na visoki integracijski stopnji oz. kot meta-reprezentacijo, s katero si vzporedno in hierarhično delujoči možgani ustvarijo sliko lastnega delovanja-v-svetu in lastnega središča delovanja. Ker to počne tako popolno, so ljudje dolgo mislili, da v nas obstaja majhen človeček, t.i. homunkulus, ki nas upravlja in drži na vajetih. Vendar ta ne obstaja, ravno tako kot v možganih ne obstaja upravljalno središče oz. centrala.

Predpogoj za nastanek zavesti o jazu/sebstvu je, da v možganih delujejo koherentne in konvergentne strukture, znotraj katerih se med sabo »preslikavajo« nevronski vzorci aktivacije. Če pri tem sodelujoče zanke povratnih zvez ne delujejo, npr. zaradi možganskih poškodb, ne pride le do specifičnih izpadov, temveč tudi do izklapljanj, ki vplivajo na posamezne funkcije, na zavest, pa tudi na zavest o lastni identiteti. Jaz/Sebstvo je produkt samoorganizacije celotnih možganov, pri čemer so določena področja še posebej pomembna. Naslednji pogoji so osnova za doživetje oz. izkušnjo koherentnega jaza/sebstva (prim. LeDoux, 2003, str. 396ff.):

1. Različni nevronski sistemi opravljajo različne funkcije (npr. vidni in slušni predeli možganske skorje), vendar so del istih možganov in doživljajo isti svet. Koordinirana vzporedna plastičnost možganskih sistemov med drugim temelji tudi na *skupnem inputu* teh sistemov.

2. Sinhronizacijo omogočajo preko velike oddaljenosti *sinaptična preklapljanja in sinhrona aktivacija*. Veliko kompleksnejših funkcij, kot so zaznavanje, spomin, motivacija in čustvovanje, je povezanih z delovanjem prostorsko razpršenih, a sodelujočih možganskih področij. S sinhrono aktivacijo (npr. v področju gama) nastanejo intra- in intermodalne povezave med značilnostmi in koherentni celotni vtisi.

3. Vzporedno delujočo plastičnost različnih možganskih področij koordinirajo *modulatorni sistemi*. Pri tem imajo pomembno vlogo jedra v možganskem deblu, od koder tečejo aksoni v skoraj vse možganske regije ter izločajo določene nevromodulatorje, predvsem monoamine (npr. dopamin, serotonin, noradrenalin, adrenalin ali acetilholin). Nevromodulatorji posežejo v prenos signalov med nevroni in modulirajo predvsem tiste celice in sinapse, ki so ob njihovem prihodu že aktivne. Modulatorni sistemi se mobilizirajo pri pomembnih izkušnjah in okrepljenem vznurjenju. Na ta način povzročijo selektiven prenos informacij v tiste sinapse, ki te izkušnje ravnokar obdelujejo. Kot vemo, se pri čustveno pomembnih izkušnjah okrepi delovanje spomina. Pri tem udeleženi noradrenalin spodbuja dolgotrajno aktivacijo nevronov. Ko je na sinapsah dovolj serotonina ali noadrenalina, začnejo delovati molekularne kaskade, ki spodbujajo sinaptično plastičnost.

Potem ko se nevromodulatorji sprostitjo, učinkujejo relativno dolgo, pri čemer na različne

nevrone vplivajo na različne načine (npr. serotonin v kombinaciji z določenimi receptorji deluje ekscitatorno, v kombinaciji z drugimi pa inhibitorno). Zaradi njihove široko razpršene aktivnosti obstaja velika verjetnost, da bodo dosegli tiste aktivne sinapse posameznih procesirajočih sistemov, v katerih se ravnokar procesirajo in kodirajo različni vidiki nekega doživetja oz. izkušnje.

V okviru sinergetike razumemo vpliv nevromodulatorjev na plastičnost nevronskega sistema kot delovanje kontrolnih parametrov. Selektivnost sistema za njihove kontrolne parametre obstaja na ravni posameznih celic, odvisna pa je od njihovega stanja aktivnosti in njihovih tipov receptorjev.

4. Vzporedna plastičnost posameznih nevronskega sistema je medsebojno usklajena v *konvergenčnih conah*. Konvergenčne cone so sistemi, v katere se stekajo informacije iz različnih področij in se med sabo integrirajo. Takšne konvergenčne cone se npr. nahajajo v prefrontalnem korteksu ali pa v anteriornem cingularnem korteksu (ACC). Aktivnosti vidne, slušne, somatske in motorične obdelave se med drugim integrirajo tudi v perirhinalnih, parahipokampalnih in entorhinalnih področjih, od koder potujejo v hipokampus. Specifične senzorne reprezentacije tukaj postanejo multimodalne in nastanejo konceptualne reprezentacije. Pri gradnji eksplicitnega dolgoročnega spomina in pri tvorjenju kompleksnih relacijskih povezav sodelujoči hipokampus je tako neke vrste *meta-konvergenčna cona*. Če pride v posameznih področjih do novih preklapljanj, potem pride do njih zagotovo tudi v integracijskih področjih, saj ta zaznavajo aktivnosti, ki se pojavljajo v posameznih področjih. Sinhrono aktivacije in vpliv nevromodulatorjev seveda delujejo tudi na konvergenčne cone ter povečujejo njihovo sposobnost integracije. Sprememba nevronskega vzorca v konvergenčnih conah vpliva na sisteme, ki se tja projicirajo. Nastanek urejevalcev v hierarhično višjih sistemih ima vpliv na samoorganizirajoče procese, ki se dogajajo v hierarhično nižjih sistemih.

5. Bistvena meta-konvergenčna cona so spominska področja v medialnem temporalnem režnju. Proizvajajo lahko zavestne spomine, v katere integrirajo ločene in implicitno kodirane elemente drugih sistemov. Vendar pa lahko aktualna zavest pride do konstrukcijskih dosežkov medialnega temporalnega režnja seže le, če ti pristanejo v *delovnem spominu*. V tem prefrontalnem funkcijskem sistemu se nahaja naša trenutna resničnost, subjektivni trenutek. V njem se povezujejo objekti našega doživljanja oz. izkušnje ter naš občutek jaza/sebstva. LeDoux (2003) pravi, da v delovnem spominu nastane *delovni jaz/sebstvo*, trenutna tvorba, ki je bistvena za simultano obdelavo vseh mogočih izkušenj, za odločanje in upravljanje vedenja. V smislu "povzročanja navzdol" nevronske aktivacijske vzorce delovnega spomina in drugih konvergenčnih con dovajajo kontrolne parametre in robne pogoje za samoorganizacijo, to je aktivacijske vzorce in nevronske plastičnost v hierarhično podrejenih sistemih.

Poleg kognitivnega lahko izhajamo tudi iz *čustvene delovnega spomina*, ki se med drugim nahaja v ventromedialnem področju prefrontalnega korteksa. V njem so dostopne in ohranjene čustvene kvalitete, predstave in predvidevanja, in sicer tudi ko ni aktualnih čustvenih dogodkov, kar je npr. za predvidevanje bodočih posledic odločitve zelo pomembno. Dorzolateralno področje prefrontalnega korteksa omogoča reprezentacijo ciljev, na katere so naravnana čustva, motivacija in iz tega sledeče delovanje.

6. Odločilno vlogo pri koordinaciji nevronskega sistema imajo *čustva*. Po eni strani je povezovanje najpomembnejši učni mehanizem čustvenih sistemov: Pri klasičnem pogojevanju se povezujejo izkušnje in vtisi. Iz tega nastale strukturne spremembe oblikujejo pogoje za nadaljnje čustvene učne izkušnje. Čustveni dražljaji so po drugi strani najpomembnejši generatorji impulzov za modulatorne sisteme v možganskem deblu. Od tam se regulira tudi naš aktivacijski in energetski nivo celotnega organizma (prim. Lambert, Vandenhouten in Langhourst, 2003). Amigdala, ki postane aktivna v nevarnih situacijah, ima na to področje možganskega debla neposredni vpliv (preklapljanje iz parasimpatične na simpatično aktivnost, nevromodulatorno

delovanje na celotne možgane). Poleg tega vpliva tudi na izločanje različnih hormonov (npr. adrenalin in noradrenalin preko hipotalamusa in stresne osi hipotalamus-hipofiza-nadledvična žleza), na aktivnost sosednjega hipokampusa (pomnjenje situacij, povezanih z nevarnostjo) in na najrazličnejše predele korteksa (npr. motorika, pozornost) (LaBar in LeDoux, 2003). Čustveni sistemi in motivacijska stanja, ki so odgovorna za funkcije, ki omogočajo preživetje (prepoznavanje nevarnosti in obramba pred njo, spolno vedenje, pridobivanje hrane), kažejo na jasno izključnost. Medsebojno se zavirajo in težijo k temu, da zaslužnijo in po svoje sinhronizirajo številne funkcijske sisteme celotnih možganov. Mobilizacija čustev obsežne kognitivne in energetske vire kopiči in zahteva zase. V močnih čustvenih stanjih se ponavadi aktivira več možganskih sistemov kot v nevtralnih oz. manj čustvenih stanjih. Stopnja vznburjenja [arousal] se poveča, s čimer se olajša koordinirano učenje med različnimi možganskimi sistemi. "Čustvena stanja spodbujajo razvoj in poenotenje jaza/sebstva, ker usklajujejo vzporedne plastične procese v celotnih možganih." (LeDoux, 2003, str. 422)

7. Podobno kot čustva imajo tudi motivi močan sinhronizacijski učinek. *Motivacija* pomeni, da prirojene ali pa priučene vzpodbude aktivirajo čustvene sisteme, možgane pa prestavijo v stanje, ki z večjo verjetnostjo vodi k instrumentalnemu vedenju za doseganje cilja oz. zadovoljlitve potrebe (LeDoux, 2003, str. 317). Še posebno sodelujejo v motivacijskem sistemu oz. v anticipatorni fazi motiviranega dejanja dopaminski sistemi, ki se ob vznburjenju aktivirajo v ventralno tegmentalnem predelu možganskega debla. Medtem pozitivne občutke ob izpolnitvi želje (faza konzumacije) posredujejo predvsem telesu lastni opiat. Osrednjo pozicijo v dopaminskih motivacijskih zankah povratnih zvez ima nucleus accumbens. Kot vmesnik med čustvi in motoriko ima ta predel pomembno nalogo pri usmerjanju čustev na motivirano vedenje in pri njihovi temu ustrezni transformaciji. Motivacijska stanja vodijo k intenziviranju koordinacije procesiranja informacij znotraj in med posameznimi možganskimi področji, mobilizirajo vedenje ter ga usmerjajo na doseganje oz. izogibanje določenim izkušnjam [*Approach vs. Avoidance*]. Zaradi tega jim lahko pripišemo pomembno funkcijo kontrolnega parametra. Ko nastopijo notranje ali zunanje vzpodbude, imajo čustvene strukture, kot je amigdala, močnejši učinek na mobilizacijo in usmerjanje vedenj, saj sta zaradi povišane ravni dopamina senzibilizirana in v pripravljenosti tudi nucleus accumbens in globus palidus.

8. Naš jaz/sebstvo se v odločilni meri naslanja na možnost uporabe *avtobiografskega spomina*. Vsaka izkušnja in vsaka pulzacija jedrne zavesti se na ta način vgradi v osebne in individualne zgodovinske povezave. Oblikuje se »[...] most med neprekinjenim procesom jedrne zavesti, ki je v svoji minljivosti kot Sizif obsojena na večni začetek, ter med nenehno naraščajočim kompleksom globoko zakoreninjenih spominov na enkratna zgodovinska dejstva in na posameznikove trajne značilnosti« (Damasio, 2001, str. 210). Ta most je tudi ključ razširjene zavesti, do katere pride, ko delovni spomin *istočasno* skrbi za aktivnost določenega objekta, ki se reprezentira, *in* avtobiografskega jaza/sebstva oz. ko tako določen objekt kot tudi objekti lastne biografije istočasno porajajo jedrno zavest.

Kot vidimo, je »jaz«/»sebstvo« zapleteno sestavljen nevronske konstrukti, ki temelji tako na tesni koordinaciji kognitivnih, čustvenih in motivacijskih procesov, kot tudi na koordinaciji implicitno in eksplicitno (zavestno) delujočih sistemov.

4 Meje emergentizma

Pojem emergenca pomeni značilni, specifični red, ki se v kompleksnih sistemih vzdržuje z oblikovanjem strukture. Sistemi se morajo v svojem okolju orientirati. Za to morajo nadvse bogato, neurejeno kompleksnost okolja najprej preoblikovati v urejeno kompleksnost sistema. Ker ta urejena notranja kompleksnost zaradi odnosa z okoljem stalno narašča, jo kompleksni sistemi s primernimi strategijami selekcije zmanjšujejo. Potreba po selektivnem povezovanju (bodisi elementov znotraj sistema bodisi med sistemom in okoljem) je nujna za preživetje, za ti.

viabilnost (sposobnost preživetja) sistema. Če je potrebno zmanjšati kompleksnost in se to zgodi s specifičnimi selektivnimi vezavami povratnih zank, se na višji ravni upravljanja oblikuje nova emergentna raven. Emergenca potemtakem ni preprosta akumulacija kompleksnosti, ampak prekinitev in ponoven začetek gradnje kompleksnosti. Zato so lahko sistemi višjega reda manj kompleksni kot sistemi nižjega reda – sami lahko preko urejevalcev določajo število in enote elementov. Obseg kompleksnosti vsake ravni sistema je povezan s konkretno vrsto razlike sistem – okolje in z izkušnjami, ki v skladu z evolucijo sistema določajo robne pogoje.

Pojav emergence moramo razlikovati od same agregacije že obstoječih delov, ki bi tudi brez specifičnega systemskega konteksta kot elementi, ki jih je mogoče izolirati, imeli »realnost«. Emergenčne lastnosti specifične ravni ne moremo več razložiti na podlagi delov, ker so rezultat delovanja celotnega sistema. Dve emergentni ravni se ne moreta reducirati na eno skupno – obe imata svoje lastno življenje. Povezava sistemov zavesti je na primer pogoj za nastanek sistemov ravnanja. Kljub temu ne obstaja enostaven agregacijski odnos. Zavest se lahko priključi le zavesti, ne pa ravnanju. Teorija samoreferenčnih sistemov je uspela preseči vitalistični način obravnavanja kompleksnih sistemov.

Ali lahko smatramo, da smo razrešili problem nastanka kvalitativnih zavestnih stanj iz nevronskega procesa s tem, ko pravimo, da nastanejo iz zgoraj opisanih nevronskega samoorganizirajočih procesov? Menim, da moramo ostati skeptični. Mogoče bi se morali najprej vprašati, za kateri pojem emergence pri tem sploh gre. Filozofija (npr. Stephan, 1999) pozna celo vrsto različnih pomenov te besede, pri čemer je treba v tej situaciji mogoče najbolj razlikovati med močno (nereduktivno) in šibko (reduktivno) emergenco. Šibka emergenca pomeni, da lahko makroskopske lastnosti sistema, ki se brez dvoma razlikujejo od lastnosti delov sistema (npr. tekočinski sistemi, ki jih sestavlja na tisoče molekul, lahko oblikujejo konvekcijske tokove, medtem ko posamezne molekule tega ne morejo), napovemo in reduktivno pojasnjujemo ravno na podlagi lastnosti posameznih delov. To je doprinos sinergetike k razumevanju številnih fizikalnih sistemov. Sinergetika torej opisuje in matematično modelira, kako si urejevalci, ki se za razliko od delov nahajajo na makroskopski ravni, v procesu krožne vzročnosti top-down-bottom-up (od zgoraj navzdol in od spodaj navzgor) "zasužnjujejo" dele. Hkrati pojasnjuje, kako makroskopski procesi delujejo na mikroskopske. Vse to se dogaja v fizikalno zaprtem svetu. Če to povežemo z možgani, bi to pomenilo, da je mogoče nevronske vzorce pojasniti z aktivnostjo posameznih nevronov, delovanje kompleksnih zank povratnih zvez pa s sodelovanjem posameznih nevronske mreže in obratno oz. da je mogoče razložiti, kako senzorični input ali nevro-modulatorji delujejo na fiziološke aktivacijske vzorce oz. na prehode med njimi. Pri vsem tem se še vedno nahajamo na ravni fiziološko-materialnih procesov. Z ozirom na kvaliteto duševnih procesov bi to pomenilo, da – kot že rečeno – ostajamo na področju korelatov in nevronskega pogojev ali pogojev subjektivnega doživljanja kvalite. Dokončni preskok med materijo in duhom tukaj ni predviden.

Pri sklicevanju na pojem močne emergence, kjer naj bi kvalitativno nove in drugačne systemske lastnosti (npr. pojavi zavesti) sicer izhajale iz součinkovanja delov, vendar pa pri tem še vedno ne vemo, kako naj bi to dejansko delovalo (iskanje odgovora smo opustili), hkrati pa dopuščamo vzročnost od zgoraj (vzročnost delovanja duševnih procesov na fiziološke procese), hitro opazimo, da smo si nakopali veliko težav. Znašli smo se namreč sredi dualističnega interakcionizma, ki mu do danes ni uspelo pojasniti, kako je takšna vzročnost od zgoraj (to pomeni: nematerialnih duševnih procesov na materialne, npr. nevrokemične procese) sploh mogoča. Nevroznanost z opustitvijo odgovora ni pridobila ničesar.

Tako se nahajamo sredi džungle različnih predlogov rešitev, ki jih ponuja filozofija duha in možganov, na končno sodbo pa bo potrebno čakati še dolgo. Obstaja možnost, da zadovoljivega mostu med mentalnimi in fizičnimi pojavi sploh ne bomo našli, čeprav je naše poznavanje korelacije nevrobioloških in duševnih procesov precej dobro in bo v prihodnosti zagotovo še veliko boljše. Pojavi se lahko – naj uporabim besede Karla Jaspersa (1973) – karkovski situacija,

kjer bo vrtnanje tunela uspešno napredovalo tako s strani nevroznanstvenikov kot tudi s strani psihologije, oba rova pa se kljub temu ne bosta nikoli srečala. Potemtakem se bo za resnično izkazala trditev psihologa Emila Duboisa-Reymonda, ki jo je uporabil v svojem slavnem govoru "O mejah poznavanja narave" (1872): *Ignoramus et ignorabimus (Ne vemo in nikoli ne bomo vedeli)*.

Razlika med izkušnjami prvoosebne (lastne izkušnje in lastno doživljanje) ter tretjeosebne perspektive (opazovanja in opisi) mogoče ostaja temeljna in neodvisna od vsakega znanstvenega spoznanja. Dokler subjektivnih duševnih stanj ni mogoče reducirati na objektivna duševna stanja, bomo ostali pri korelativnem znanju oz. pri opisu možganskih funkcij, ki bi lahko veljale za *pogoje* pojavne zavesti. Možnosti šibkega emergentizma pa pri tem niso majhne:

- Z eksperimentalnim oz. empiričnim raziskovanjem ter – kjer je to mogoče – matematičnim modeliranjem spreminjanja in nastanka dinamičnih vzorcev v kompleksnem sistemu zagotovo veliko pridobimo. To je na področju možganske dinamike uspelo v številnih primerih, npr. pri epileptičnih stanjih, pri nevronske sprožanju parkinsonskih tremorjev, pri delovanju motoričnih sistemov ali na področju delovanja funkcij možganskega debla (Haken, 2002; Lambertz, Vandenhouten in Langhorst, 2003; Tass, 2003). Na področju funkcionalnega slikanja lahko pričakujemo pomemben napredek pri upodabljanju procesov (spremljanje v dejanskem času s pomočjo fMRI, npr. Weiskopf, Veit, Erb, Mathiak, Grodd, Goebel in Birbaumer, 2003) ter pri matematičnem modeliranju povezanih sistemskih aktivnosti (Kavzalno dinamično modeliranje, Friston, Harrison in Penny, 2003). Nevroznanost, v kateri danes prevladuje slikovno raziskovanje, bo v prihodnosti postala tudi »računalniška« (to je matematično modelirajoča) nevroznanost.

- Številne posamezne empirične ugotovitve je mogoče integrirati v teoretično modeliranje nevronske in nevrokemične procesov, ki v notranjosti ali izven možganov shajajo brez homunkulusov. Pri tem ne postane zgolj razumljivo, kako možgani reducirajo lastno kompleksnost, temveč lahko zmanjšamo tudi kompleksnost raznolikih in raznovrstnih ugotovitev.

- Možnosti sinergetičnega modeliranja pridejo v poštev pri materialnih (ter na ustrezen način pri npr. kemično ali elektrofiziološko izmerjenih) pojavih, pa tudi pri tistih, ki jih operacionaliziramo s psihološkimi metodami. Pri obravnavanju bio-psiho-socialnih povezav (ki naj bi jih vedno upoštevali) gre torej za isto modelno in raziskovalno osnovo. Rešitev je elegantna, pragmatična ter velikega pomena za stroko, vendar pa ne vključuje nobene induktivne pojasnitve duševnih pojavov na podlagi materialnih pojavov. Raziskovalni program sinergetike je v smislu makroskopske sinergetike uresničljiv tudi takrat, ko redukcijska pojasnitev duševnih pojavov ni uspešna.

- Načeloma sta vpeljana metodika in teoretični instrumentarij, ki v središče postavlja dinamiko psihičnih, socialnih in nevronske sistemov. Za skoraj vsa vprašanja, npr. vprašanje učenja, razvoja, mišljenja, delovanja in medosebne komunikacije, so takšne možnosti nujno potrebne.

V zvezi z nevrofilozofskimi stališči so po tem, kar sem doslej napisal, monistični stališča bolj sprejemljiva od dualističnih (Vogeley, 1995; Pauen, 2001). V poštev prideta npr. teorija identitete ali pa funkcionalistična pozicija (prim. iz vidika teorije nevronske samoorganizacije, ki je izčrpno opisana v Haken in Schiepek, 2006). Čeprav različne variante emergentizma (tako kot druge) pri problematiki duha in možganov ne ponujajo končnih rešitev, teorija samoorganizacije vseeno modelira različne emergentne ravni (npr. njihovo dinamično sinhronizacijo ali desinhronizacijo) ter upošteva časovno dimenzijo v evoluciji procesnih, funkcionalnih in strukturnih vzorcev na različnih časovnih lestvicah. Za to je potreben metodičen dualizem ali pluralizem, saj na ta način upoštevamo emergentne ravni (to mislim zgolj v fenomenološkem smislu), ki sodelujejo v bio-psiho-socialnem sistem, ki ga imenujemo "človek".

Opomba:

Članek sta iz nemščine prevedla Anja Knez in Miran Možina

Literatura

- Atmanspacher, H. in Dalenoort, G. J. (1994). *Inside Versus Outside. Endo- and Exo-Concepts of Observation and Knowledge in Physics, Philosophy, and Cognitive Science*. Berlin: Springer.
- Ciampi, L. (1997). *Die emotionalen Grundlagen des Denkens. Entwurf einer fraktalen Affektlogik*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Damasio, A. R. (2001, 3. izd.). *Ich fühle, also bin ich. Die Entschlüsselung des Bewusstseins*. München: List.
- Davidson, R.J., Scherer, K.R. in Goldsmith, H.H. (Eds.) (2003). *Handbook of Affective Sciences*. New York: Oxford University Press.
- Edelman, G.M. in Tononi, G. (2002). *Gehirn und Geist. Wie aus Materie Bewusstsein entsteht*. München: C.H. Beck.
- Flohr, H. (1992). Die physiologischen Bedingungen des phänomenalen Bewusstseins. *Forum für interdisziplinäre Forschung*, 1, 49-55.
- Freeman, W.J. (1995). *Societies of Brains*. Hillsdale NJ: Earlbaum.
- Friston, K.J., Harrison, L. in Penny, W. (2003). Dynamic causal modelling. *Neuroimage*, 19, 1273-1302.
- Haken, H. (2002). *Brain Dynamics*. Berlin: Springer.
- Haken, H. (2004). *Synergetics. Introduction and Advanced Topics*. Berlin: Springer.
- Haken, H. in Schiepek, G. (2006). *Synergetik in der Psychologie. Selbstorganisation verstehen und gestalten*. Göttingen: Hogrefe.
- James, W. (1890/1950). *Principles of Psychology. Vol. 1*. New York: Dover Publications.
- Jaspers, K. (1973, 9. izd.). *Allgemeine Psychopathologie*. Berlin: Springer.
- LaBar, K.S. in LeDoux, J.E. (2003). Emotional learning circuits in animals and humans. V R.J. Davidson, K.R. Scherer in H.H. Goldsmith (Eds.), *Handbook of Affective Sciences* (pp. 52-65). Oxford: Oxford University Press.
- Lambertz, M., Vandenhousten, R. in Langhorst, P. (2003). Transiente Kopplungen von Hirnstammneuronen mit Atmung, Herzkreislaufsystem und EEG: Ihre Bedeutung für Ordnungsübergänge in der Psychotherapie. V G. Schiepek (Hrsg.), *Neurobiologie der Psychotherapie* (S. 302-324). Stuttgart: Schattauer.
- LeDoux, J. (2001). *Das Netz der Gefühle. Wie Emotionen entstehen*. München: dtv.
- LeDoux, J. (2003). *Das Netz der Persönlichkeit. Wie unser Selbst entsteht*. Düsseldorf: Walter.
- Mahoney, M.J. (1995). *Constructive Psychotherapy: Principles and Practice*. New York: Guilford.
- Mainzer, K. (1997). *Thinking in Complexity. The Complex Dynamics of Matter, Mind, and Mankind*. Berlin: Springer.
- Pauen, M. (2001). *Grundprobleme der Philosophie des Geistes*. Frankfurt am Main: S. Fischer.
- Roth G. (2001). *Fühlen, Denken, Handeln. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Schiepek, G. (1991). *Systemtheorie der Klinischen Psychologie*. Braunschweig: Vieweg.
- Stephan, A. (1999). *Emergenz. Von der Unvorhersehbarkeit zur Selbstorganisation*. Dresden: Dresden University Press.
- Tass, P.A. (2003). A model of desynchronization deep brain stimulation with a demand-controlled coordinated reset of neural subpopulation. *Biological Cybernetics*, DOI, 1007/S00422-003-0425-7.
- Vogeley, K. (1995). *Repräsentation und Identität. Konvergenz von Hirnforschung und Gehirn-Geist-Philosophie*. (Erfahrung und Denken, Band 77). Berlin: Duncker & Humblot.
- Weiskopf, N., Veit, R., Erb, M., Mathiak, K., Grodd, W., Goebel, R. in Birbaumer, N. (2003). Physiological self-regulation of regional brain activity using real-time functional magnetic resonance imaging (fMRI): Methodology and exemplary data. *Neuroimage*, 19, 577-586.