

# EKSPLANACIJA KAO UNIFIKACIJA I EKSPANATORNI PLURALIZAM: REDUKCIJA, ASIMILACIJA ILI DINAMIČKA SINTEZA?

Izvorni znanstveni članak

Primljeno: 14. 7. 2017.

Prihvaćeno: 10. 10. 2017.

DOI: 10.15176/vol54no201

UDK 001

14

7.0

**SIBILA PETLEVSKI**

Akademik dramske umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu

U prvome dijelu rada<sup>1</sup> uvodim pojam *znanstveni fenomen* u smislu bilo kojeg proizvoda društvene dinamike koji je osviješten kao eksplanatorno bitan element u mehanizmu proizvodnje znanja i ukratko obrazlažem tezu utemeljenu na uvođenju koncepta *dinamičke sinteze* naspram konceptata unifikacije i transdisciplinarnе integracije. U drugome dijelu rada postavljam okvir za obranu teze i bavim se temom unifikacije znanja i novijim prijedorima vezanim uz nju, posebno razmišljanjem o tome što čini rastuću unifikaciju znanja o prirodi problematičnim konceptom. Uspoređujem, komentiram i kritiziram teze tzv. eksplanatorne argumentacije koja objašnjenja pripisuje našem razumijevanju svijeta tako što ugrađuje fenomene u opće nomičke uzorke razumijevanja svijeta (Kitcher 1989; Schurz 1999; Bartelborth 2002). Komentiram i zamjedbe vezane uz asimetričnu strukturu objašnjenja, ali i uz bayesijanski izračun epistemološke “vrline” unifikacije (Myrvold 2004). Dotičem se i polemika oko tzv. “interfield” teorija (Darden i Maull 1977) i rasprave o važnosti eksplanatorne relevancije (Nathan 2017) i konstitutivne relevancije (Kauffman 1971), a komentiram i Elsasserov prijedlog da se nadiđe redukciju formalizacijom kompleksnosti kroz nesvodivu heterogenost logičkih klasa (Elsasser 1981). U trećem dijelu rada branim “vrline” modeliranja dinamike sintetiziranja znanja preko granica istraživačkih polja i zagovaram uvođenje neizrazite logike (*fuzzy logic*) u dinamičko modeliranje znanstvenih fenomena.

Ključne riječi: dinamička sinteza, dinamički sistem, eksplanatorna relevancija, eksplanatorna unifikacija, neizrazita logika

---

<sup>1</sup> Ovaj rad sufinancirala je Hrvatska zaklada za znanost projektom broj IP-2014-09-6963.

## KRATKO UVODNO POZICIONIRANJE

Na samome početku bitno je naglasiti da u ovome radu uvodim pojam *znanstveni fenomen* u smislu bilo kojeg proizvoda društvene dinamike koji je osviješten kao eksplanatorno bitan element u mehanizmu proizvodnje znanja. Pod društvenom dinamikom ovdje mislim prvenstveno na dinamiku znanstvenih zajednica i uz nju vezanu dinamiku proizvodnje znanja potaknutu ili potisnutu socijalnim i tehnološkim uvjetima. Vidim je u sinkroniji istraživanja usmjerenog na određene probleme koji preskaču granice istraživačkih polja i iniciraju uspostavu realnih ili virtualnih suradnih grupa. Prepoznajem je i u dijakroniji znanstvenih “škola mišljenja” vezanih uz napredak znanja o određenim problemima. Naravno da je tako postavljen koncept znanstvenog fenomena širok, i da je *zamagljen* različitim stupnjevima pripadnosti prirodi, društvu i tehnologiji (u smislu određene *fuzzy* systemske dinamike). Međutim, upravo zbog te zamagljenosti, čini se korisnim iskušavati stare i nove mogućnosti modeliranja dinamike proizvodnje znanja. Namjera mi je braniti “vrline” modeliranja *dinamike sintetiziranja znanja* preko granica istraživačkih polja, ali postavlja se pitanje može li spomenuti pojam “vrlina” uopće stajati uz “model” kao uz drugi pojam? Uvjerena sam da može, ali samo pod uvjetom da napustimo predrasudu o modelu kao alatki. Modeli nisu tek puki funkcionalni entiteti. Modeli su kognitivne reprezentacije složene stvarnosti velike eksplanatorne snage. “Modeli su živi jednako kao naše riječi i naše ideje o svijetu” (Valverdúl 2014: 11). Njihova je vrlina epistemološka, a njihov ontološki status je prekograničan: mješavina su elemenata koji pripadaju različitim ontološkim kategorijama. Preko nekih svojih elemenata strukturiraju, a preko drugih pričaju priče. Pretpostavka ovoga teksta je da uvođenje neizrazite logike (engl. *fuzzy logic*)<sup>2</sup> u dinamičko modeliranje znanstvenih fenomena može baciti novo svjetlo na prijepore oko unifikacije znanja, a da potencijalno rješava i problem nesumjerljivosti u odnosu znanstvenih teorija.

## JE LI UNIFIKACIJA ZNANJA O PRIRODI PROBLEMATIČNIJI KONCEPT DANAS NEGO ŠTO JE BILA PRIJE?

Temeljno pitanje vezano uz problem unifikacije znanja tiče se potencijalne mogućnosti uspostave neke opće teorije koja bi mogla objediniti znanja različitih znanosti. Tu se prvenstveno misli na prirodne znanosti. Dakako, ta se tema – i rasprava koju ona potiče – odnosi i na iznalaženje zajedničkog okvira za različite teorijske pristupe unutar istoga znanstve-

---

<sup>2</sup> Neizrazita (engl. *fuzzy*) logika kao logički sistem koji formalizira aproksimativno zaključivanje oslanja se na viševaljanu logiku i proširuje ju, ali u širem smislu neizrazita logika se bavi teorijom neizrazitih klasa, stupnjem pripadnosti elemenata jednog skupa u drugome skupu, odnosno klasama objekata s “mutnim” granicama gdje pripadnost nije stvar pripadanja ili nepripadanja, nego *stupnja pripadanja*. Ideju uvodi 1965. godine Lofti A. Zadeh. Nije na odmet spomenuti da su primjene teorije neizrazite logike danas višestruke i brojne: npr. u problemima nastalim prilikom upravljanja složenim sustavima koji se opiru opisu pomoću matematičkog modela, ili kad je riječ o problemima koji nastaju kod sustava koji imaju velik broj ulaza i izlaza pa im nisu jasna međudjelovanja.

no-istraživačkog polja. Pristajanje na tezu o mogućnosti(ma) i prednostima unifikacije znanja ima nužne posljedice u sferi metodoloških odabira, kako onih općih i načelnih, koji se usklađuju prema predmetu i svrsi istraživanja i istodobno traže potkrjepu u filozofiji znanosti, tako i onih konkretnih, koji povlače za sobom i pitanje suradnih skupina i njihova “gubljenja u prijevodu” kad je riječ o pojmovnim i terminološkim distinkcijama primijenim (i primijenjenim) unutar odijeljenih istraživačkih polja. Procjena korisnosti uspostave okvira za razumijevanje načela ustroja i načela (su)odnosa organskog i anorganskog svijeta zapravo je već optirala za unifikaciju znanja s dominantnim interesom za prirodnoznanstvena znanja kao temeljna znanja kad je napravila razliku između takozvanih fundamentalnih znanosti i primijenjenih prirodnih znanosti koje koriste njihove rezultate, s jedne strane, te društvenih i humanističkih znanosti, s druge strane. Matematika, koja prema svojem predmetu nije realna prirodna znanost, nego formalna znanost, pripojena je grupi egzaktnih znanosti jer pomaci znanja u fundamentalnim znanostima ovise o tvorbi formula i procedura za razumijevanje i rješavanje problema. Pritom iznalaženje novih algoritama, utvrđivanje grešaka i ispravci postojećih algoritama, uvelike ovise o eksperimentalnim metodama za njihovu analizu i optimizaciju. Suvremeno istraživanje teško je provedivo bez uvida s područja informacijskih znanosti, a samim time ono postaje nezamislivo bez uvažavanja interdisciplinarnosti područja koje se bavi proučavanjem svih oblika informacija i informacijskih sistema koji povezuju, starinski rečeno, “prirodu” i “društvo”. Dugo vremena zapostavljena, a danas razvijena eksperimentalna algoritmika, kao područje kompjutorskih znanosti koje se služi empirijskim metodama za proučavanje ponašanja algoritama, svjedoči da je moguće premostiti jaz između teorije kojoj je u podlozi formalna i apstraktna matematika algoritamskog “dizajna” i algoritamske eksperimentalne prakse koja postaje dijelom takozvanog “algoritamskog inženjeringa”. Može se činiti da nisam trebala gubiti vrijeme na ovako opću, samorazumijevajuću opasku koja je u ovome tekstu tek uzgredna bilješka uz uvod u problematiku unifikacije znanja. Ipak, držim da se posljedice inzistiranja na već okoštanim podjelama ponekad mogu zamijetiti i tamo gdje ih ne bi trebalo biti. Najviše dolaze do izražaja kod raspodjele znanstvenih područja, a ta klasifikacija sve teže hvata korak s realnom i živom istraživačkom praksom koja u pravilu narušava ideal “čistoće” onoga područja unutar kojega postavlja prve teorijske pretpostavke. Ozbiljna se istraživačka praksa ne bavi određenim temama, nego pokušava riješiti određene probleme. Kao što je šezdesetih godina dvadesetog stoljeća zamijetio Popper, “mi nismo studenti određenih tema nego studenti problema” (Popper 1963: 67), a oni lako prekorače iz jednog u drugo tematsko područje i preskoče granicu bilo koje discipline. U samom tijeku istraživanja koje je utemeljeno na “prekodisciplinskoj” suradnji, posebno kad dođe do buke u komunikacijskom kanalu u tijeku razgovora umjetnika s filozofima, i humanista s društvenjacima i prirodnjacima, ukazuje se “rugobna” strana dijaloga bez istinske komunikacije. O tome sam već opširnije govorila u kontekstu rasprave o filozofiji metodologije vezanoj uz kvalitativno istraživanje u humanistici i praksom vođeno istraživanje umjetnosti.<sup>3</sup> Problemi

<sup>3</sup> Kraći odjeljak o filozofiji metodologije prethodno je šire argumentiran na znanstvenom skupu *Smisao humanističkih znanosti* održanom 10. prosinca 2015. u organizaciji Instituta za filozofiju u Zagrebu.

u komunikaciji ukazuju se kroz metodološke predrasude znanstvenika koji i kad se zaklinju u otvorenost, daju prednost kvantitativnom nad kvalitativnim, i obratno, pri čemu iznenađujuće često poistovjećuju kvalitativne i kvantitativne istraživačke metode s pozitivizmom, odnosno s interpretativizmom. Zatim, tu je i uporno lomljenje zuba na “istim” terminima koji od područja do područja istraživanja znače nešto malo drukčije ili nešto sasvim drugo. Naposljetku, dolazi i do sraza filozofskog i metodološkog pluralizma, pri čemu možda postoji afinitet između nekih filozofija i nekih metoda, ali to ne treba samo po sebi ograničavati metode istraživanja u znanosti. S druge strane, koliko god da su prednosti “miješanih metodologija” neosporne u znanstvenom istraživanju, toliko je opasno olako miješanje filozofskih izvoda različita podrijetla. Interpretativna paradigma istraživanja (koju se obično dijeli od znanstvene i kritičke paradigme) mogla bi se definirati kao analitičko razotkrivanje odnosa značenjskih praksi koje pokazuje kako se te prakse konfiguriraju dok postižu učinke. Ali interpretativno istraživanje – pristup specifičan za istraživanje u humanistici – prepoznaje paradigmatšku prirodu *svakog* istraživanja, i na taj način daje humanistici potencijal metodološkog promišljanja koje može dovesti do pomaka u društvenim i prirodnim znanostima<sup>4</sup> (usp. Petlevski 2015: 9–33). Dakako, vitalitet (nove) humanistike ovisi o “hibridu” – nekoj novoj *eksperimentalnoj filozofiji metodologije*. Koliko god se činilo da recentna eksperimentalna filozofija koja se oslanja (ili misli da se oslanja) na empirijske podatke stoji s druge strane barikade filozofske metodologije koja postavlja *a priori* okvire tumačenja – smatram da postoji mogućnost pomirbe jednog pristupa s drugim. Tu mogućnost vidim na razmeđu filozofije izvedbe i izvedbe filozofije (usp. Petlevski 2014: 187–209; 2017: 135–169). Uključenost istraživača u proces koji istražuje pritom nije odricanje od temeljnih postulata znanstvenog istraživanja, nego istraživačka pozicija koja inzistira na interaktivnosti, u kojoj su Ja i njegovo vanjsko okruženje recipročni i suodređujući na način na koji takav dinamizam opisuje *autopoiesis* kao biološki temelj za kognitivnu teoriju Maturane i Varele, za Luhmannovu socijalnu sistemsku teoriju i von Foersterovu kibernetisku epistemologiju. Dakako, jedna takva filozofija metodologije mogla bi doprinijeti promjeni znanstvene paradigme samo ako se prethodno odrekne: a) stavljanja znaka jednakosti između pozitivizma, kvantitativnih metoda i dedukcije, s jedne strane, i kritičkog interpretativizma, kvalitativne istraživačke metode i indukcije, s druge strane; i b) jalovog nadmetanja objektivističkih istraživačkih pozicija (koje u humanistici uvijek prijete obnovom rigidnog pozitivizma) s površno shvaćenim radikalno konstruktivističkim pozicijama. Metodološki nesporazumi i poteškoće koje sam ukratko naznačila otežavaju pokušaj da se globalni unifikacijski projekti – a samim time i vrlo složena mreža njihova suodnosa i razmimoilaženja, promatrana u sinkroniji suvremenih polemika oko unifikacije znanja i u dijakroniji povijesnog razvoja te ideje od antike do danas – jednostavno zamijeni konkretnim projektima interdisciplinarnе suradnje. U takvim okolnostima teško je odvagnuti prednosti i nedostatke što ih praksa interdisciplinarnih suradnih istraživanja ima za teoriju, naspram prednosti i nedostataka

---

<sup>4</sup> Ova tema je predmet četverogodišnjeg projektnog istraživanja pod naslovom “Kako praksom vođeno teorijsko istraživanje u umjetničkoj izvedbi može doprinijeti hrvatskoj znanosti” poduprtog od Hrvatske zaklade za znanost.

što ih teorija unifikacije znanja, bolje rečeno neka od tih teorija, može imati za istraživačku praksu. U programskom tekstu pod naslovom “Institut za jedinstvo znanosti,<sup>5</sup> njegova podloga i svrha” Philipp Frank je krajem četrdesetih godina opisao dilemu znanstvenika: “ili biti zadovoljni s egzaktnim istraživanjem i predstavljanjem rezultata odijeljenih polja izoliranih jedno od drugoga i bez mostova koji bi ih povezivali, ili se zadovoljiti objedinjenim logički konzistentnim filozofskim sustavom koji je superstruktura postavljena nad znanost i formulirana pomoću terminologije koja je samo maglovito povezana s pojmovljem kojim se znanstvenici služe” (Frank 1947: 162). Prema Franku, ta dilema ima korijene u neuspjelim pokušajima znanosti da osvjesti svoje filozofske temelje. Postoje različite vrste simbola kojima se možemo poslužiti kako bismo opisali načela iz kojih izvodimo opažajne zaključke o našem iskustvu, ali iz kojeg razloga jednom određenom sistemu simbola dajemo prednost nad drugim, pita se Frank, i odmah zaključuje da se razlozi ne mogu pronaći u samome polju fizike. Upravo zato što postoji neki učinak simbola na ljudsko ponašanje, oni imaju i značenje izvan uporabe u formulacijama onih zakonitosti iz kojih se izvode činjenice. Upravo zbog toga “vlastitog života” simbola, logičkoempirijska analiza – da bi mogla razumjeti određeni izbor simbola – mora biti upotpunjena istraživanjem psiholoških i socioloških uzroka koji su doveli do takvog izbora. Potrebna nam je, pojašnjava Frank, sociopsihološka analiza kao dodatak uz logičkoempirijsku (usp. isto: 166). Samo u takvome spoju on vidi mogućnost izlaska znanosti iz izolacije i mogućnost da znanost postane “karika u strukturi ljudskoga znanja”; štoviše, da bude smatrana dijelom ljudskoga postignuća:

Usvajajući takav pristup otvara se široko polje istraživanja. “Hibridna polja” poput “matematičke biofizike” ili “matematičke ekonomije” nisu više izolirane stanice gdje neki nastrani profesori uživaju u svojim čudnim strastima, nego uz primjenu logičkoempirijske i sociopsihološke analize ta “međupovezivanja” postaju korijen novih razvoja koji vode integraciji ljudskoga znanja i ljudskoga ponašanja. (isto)

Spominjanje *karike* u strukturi ljudskog znanja nedvojbeno upućuje na stav prema znanju koji to znanje (ali i znanost u cjelini) sagledava kao strukturu koja se, iz perspektive ljudskoga roda, spoznajno nadograđuje. Frank je zastupao teoriju o rastućoj unifikaciji znanja o prirodi (i uz nju vezanu filozofiju znanosti lišenu metafizičkog aspekta) i davao joj je prednost nad praksom interdisciplinarnosti koja tvori hibridna polja. Bolje rečeno, vidio

<sup>5</sup> Pokret za jedinstvo znanosti, čiji je osnivač i glavni promicatelj bio Otto Neurath, proizašao je iz razmišljanja “Beckovog kruga” s kraja dvadesetih godina dvadesetog stoljeća, a po praktičnim aspektima nadišao je filozofski program koji mu se nalazio u temelju. Projekt objavljivanja *Međunarodne enciklopedije ujedinjene znanosti* prekinuo je Drugi svjetski rat. U dokumentaciji od 1934. do 1968. koja sadrži korespondenciju sudionika Pokreta za jedinstvo znanosti (čuvanoj u knjižnici Sveučilišta u Chicagu) pohranjena je prepiska znanstvenika različitih istraživačkih područja (Percy W. Bridgman, Rudolph Carnap, John Dewey, Herbert Feigl, Philipp Frank, Joergen Joergensen, Victor Lenzen, Charles W. Morris, Otto Neurath, Hans Reichenbach, Louis Rouhier i Bertrand Russell). Društveni, politički, u određenoj mjeri i vojno-industrijski razlozi poslije Drugog svjetskog rata davali su poticaj za omasovljenje interdisciplinarnih istraživanja, ali i za uspostavljanje međunarodnog kruga pobornika ideje o unifikaciji znanosti uz posredništvo viđenih znanstvenika kao promotora te ideje. Promišljanje mogućih praktičnih (i primjenjivih), a ne samo filozofskih aspekata i znanstvenoistraživačkih dobrobiti unifikacije znanosti, pretvorilo je Grupnu za raspravu u Institut za jedinstvo znanosti (Inter-Scientific Discussion Group, kasnije Unity of Science Institute).

je “širi”, općeljudski smisao prakse interdisciplinarnih istraživanja, samo kad je ta praksa povezana s opisanim tipom teorije. U tom svojem stavu nije bio, a nije ni ostao usamljen. Frankova vjera u “ljudsko postignuće” čini mi se dubinski anakronom, ali i neposredno vezanom uz poslijeratni tip optimizma koji podrazumijeva ideju općega dobra i prirodne usmjerenosti prema općem dobru. To je dosta značajan filozofski problem, ali čak ne predstavlja ni najveću zamislivu teorijsku (a uz nju i praktično-aplikacijsku) poteškoću vezanu uz ideju rastuće unifikacije znanja. U podlozi unifikacijskih modela koji se pitaju kako znanost objašnjava stoji uvjerenje da postoji nešto zajedničko svim oblicima znanstvenih eksplikacija; da znanost dovodi do boljeg, odnosno sve boljeg uvida u stvari i do njihova sve potpunijeg razumijevanja. A kako to znanosti uspijeva? Tako što pronalazi koherentnu “priču” o širokome spektru fenomena i pokazuje kako se pojedinačne činjenice sklapaju u objedinjenu cjelinu, bilo da se napredak znanja objašnjava sklapanjem *argumentativnih uzoraka* (Kitcher 1989) gdje se pokušava usustaviti sintaksa znanstvenih teorija, ili pomoću (ugradbenih) modela s različitim stupnjevima općosti, kao kod Bartelborthove *eksplanatorne unifikacije* (Bartelborth 2002) i Schurzove *eksplanacije kao unifikacije* (Schurz 1999). Pritom se Thomas Bartelborth nastavlja na Kitchera u tezi da objašnjenja doprinose našem razumijevanju svijeta ugrađivanjem naših opservacija, događaja i drugih činjenica u uzorke veće općosti (drugim riječima, ugrađivanjem fenomena u opće nomičke uzorke koji prepoznajemo u svijetu). Bartelborth ne misli samo na “kauzalne” uzorke, jer tvrdnja kao “kauzalna” često ne uspijeva determinirati eksplanatornu moć uzorka, pa, prema njegovu mišljenju, postaje važnije “napraviti sistematizaciju kapaciteta i empirijskog sadržaja uzorka ili teorije s obzirom na objašnjenja” (Bartelborth 2002: 91), pri čemu on smatra da te parametre možemo odrediti puno preciznije iz strukturalističkog pogleda na teorije. Bartelborthov tip eksplanatorne unifikacije počiva na abdukcijom izvlačenju temeljnih struktura (engl. *underlying structures*) iz naših percepcija kako bismo ih mogli objasniti, a taj proces počinje u općim shemama (engl. *general schemata*) i u odgovarajućoj primjeni zakonitosti koje nam mogu poslužiti u “klasifikaciji objekata, događaja i situacija na prirodan način” (usp. isto: 92). Koncepti dopuštaju znanju da bude preneseno od jednog objekta do drugog, te da to budu – Bartelborthovim rječnikom govoreći – prvi koraci u našem razumijevanju svijeta pomoću ugrađivanja (engl. *embedding*). Ali njega ne zanimaju toliko koncepti koliko teorije. Iz motrišta njegove strukturalne interpretacije, teorija T je ujedno i koncept premda složeniji i uparen sa skupom I(T) intendiranih primjena. Određeni događaji ili sistemi, tvrdi Bartelborth, predstavljeni su malim modelima koji se doslovce mogu ugraditi u veće teorijske modele. Tu on vidi razliku u određenim formama ugradnje koje bi trebale ukazivati na način na koji se pojedini događaji ili sistemi uklapaju u *informativnije uzorke* opisane nekom teorijom. Da bismo odabrali koji su aspekti događaja *eksplanatorno relevantni* potrebno je vidjeti koje su nomičke pravilnosti tu na snazi; umjesto da se eksplanandum deducira iz određenih poopćenja, a uz pomoć nekih dodatnih podataka, moramo pokazati da je događaj-eksplanandum (engl. *explanandum event*) “primjer pravilnosti ili da je uspostava određenog uzorka” (usp. isto: 96). Ono što Bartelborth vidi kao prednost svojega modela – upravo to što ističe kao zalag napre-

dovanja u znanju – mogli bismo interpretirati i kao problematični aspekt toga modela. Bartelborth kaže sljedeće:

Svaka eksplanatorna teorija treba biti koherentno uklopiva u naše predznanje (engl. *background knowledge*) ukoliko želimo pomaknuti naprijed naše razumijevanje svijeta. Posebno u kontekstu unifikacijskog pristupa, objašnjenja se ne procjenjuju lokalno i u izolaciji, nego holistički, uzimajući u obzir kako daleko eksplanatorna teorija može objediniti udaljene fenomene i time doprinijeti općoj koherenciji našeg sistema vjerovanja. (isto: 98)

Mišljenje da je glavni cilj znanosti objedinjavanje, odnosno postizanje maksimuma koherencije ima zasigurno svojih prednosti i u fizici i u filozofiji, ali nameće se pitanje koliko teorijski modeli koji teže smanjivanju broja općih nomičkih uzoraka doista doprinose boljem razumijevanju svijeta. Rekla bih da takvi modeli prije služe boljem razumijevanju našeg razumijevanja pa se, drugim riječima, postavlja pitanje daje li rastuća unifikacija znanja o prirodi bolju šansu za napredak znanja o svijetu, ili više doprinosi sistematizaciji postojećih znanja i produbljivanju postojećih “sistema vjerovanja” pri čemu ima *kognitivnu funkciju* koja se sastoji, pojednostavljeno rečeno, u tome da nam pomaže u razumijevanju fenomena na ekonomičniji način. Pritom mi prvo pada na pamet koncept ekonomije mišljenja Ernsta Macha<sup>6</sup> i njegova uloga u ekonomiji znanosti – Machova tvrdnja da jednostavnije teorije, one s većom parsimonijom, ekonomiziraju trud i memorijske kapacitete znanstvenika jer dopuštaju da se posluži apstraktnim konceptima umjesto da ide u potankosti svakog pojedinog događaja ili eksperimenta. Premda bez mogućnosti kreiranja iz samoga sebe i bez mogućnosti upravljanja kreacijom ideja, prema Machu je ljudski um ipak sposoban selekcionirati ideje; birati teorije i upravljati tijekom selekcije teorija. Ali dok je Machovo viđenje napretka znanosti vezano uz koncept selekcije, pa on ne vidi problem nego, dapače, prednost u ekonomiji znanosti kojoj je u podlozi ekonomija mišljenja, dotle npr. Thagard smatra da ukoliko postoji svijet neovisan od svojega modela, tada je cilj reprezentacije dati opis svijeta, a ne uspostavljati veze jedne reprezentacije s drugom (usp. Thagard 2007: 29–30).

Za razvijanje argumentacije u prilog dinamičke sinteze naspram unifikacijske teorije, bitno je prethodno ukazati na razlike u autorskim pozicijama unutar unifikacijskoga izbora, a potom ih komentirati i kritizirati. Prema Bartelborthu, napredna znanstvena teorija sastojala bi se od hijerarhijski posložene, stablu slične, mreže teorijskih elemenata (engl. *theory-elements*) koji su najmanji neovisni značenjski elementi teorije. Objedinjujući rad (engl. *the unificatory work*) pritom je distribuiran među elementima. Bazični element koji daje opću shemu i vrijedi za sve intendirane primjene teorije nema empirijskog sadržaja ako se njime služimo bez uz njega vezanih specijalnih zakona.<sup>7</sup> Bartelborth i sam uviđa jedno od više slabih mjesta unifikacijskih pristupa: naime, velika objedinjujuća snaga

<sup>6</sup> Usp. poglavlje “Ekonomija znanosti” u *Die Mechanik in ihrer Entwicklung* (Mach [1883] 1897: 481–486).

<sup>7</sup> Tu Bartelborth daje primjer newtonovske mehanike čestica (NPM) gdje je temeljni teorijski element zadan drugim newtonovskim aksiomom  $f = m \cdot a$ . Uz taj teorijski element koristimo specijalne zakone, poput Newtonova zakona gravitacije ili Hookeova zakona, koji nadalje određuju funkciju sile  $f$ .

obično rezultira niskim stupnjem informativnosti. Da bi doskočio toj poteškoći, on razvija tezu da se “napredne znanstvene teorije služe trikom ugrađivanja fenomena na različitim razinama općosti” (Bartelborth 2002: 98). U kontekstu ovoga teksta nije potrebno ići u detalje načina na koji se vrši “prevodenje” konkretnih vrijednosti uzorka iz jednoga modela u drugi model, niti komentirati usporedbu koju je Bartelborth napravio između transfera vrijednosti određenih koncepata jedne teorije u drugu teoriju, i načina na koji podrutine kompjuterskog programa daju određene vrijednosti za glavni program ili za druge podrutine. (usp. isto: 99–100). Važno je napomenuti da navedeni tip teorijskog promišljanja tvrdi da “teorije povezuju naša opservacijska vjerovanja (engl. *observational beliefs*) jedna s drugima tako što ih ugrađuju u opći uzorak (engl. *general pattern*) da bi dobile koherentni svjetonazor i rezultirale razumijevanjem svijeta (usp. isto: 105).

Gerhard Schurz dodaje svoju (treću) paradigmu u debati oko eksplanatornih teorija. Prva paradigma, prema Schurzu, utemeljena je na konceptu nomicke predvidljivosti (engl. *nomic expectability*) i pretendira na objašnjavanje općih zakonitosti kao na znanstveno “značajniju” vrstu eksplikacije od objašnjavanja pojedinačnih događaja, dok se druga paradigma, utemeljena na kauzalnom pristupu, odnosi prvenstveno na eksplikaciju pojedinačnih događaja jer se kauzalnost definira teorijom uzročno-posljedičnih procesa koji su na snazi između prostorno-vremenski smještenih događaja. Schurz vidi daljnju manjkavost druge paradigme u tome što čisto kauzalni pristup dovodi do toga da *A* može objasniti *P* čak i tada kad *A* smanjuje vjerojatnost, odnosno stupanj predvidljivosti od *A*. Nadalje, za Schurza je razočaravajuće u vezi te dvije paradigme da čak i u ograničenoj i dobro ograđenoj domeni znanstvenih *zašto-objašnjenja*, ne možemo objasniti svaku od te vrste eksplikacija, nego su nam potrebne dvije uzajamno nekoherentne paradigme da bismo ih pokrili (usp. Schurz 1999: 96). Zato se Schurz opredjeljuje za treću paradigmu *eksplicacije kao unifikacije* i nastoji pokazati komparativne prednosti svojega odabira te pritom odgovoriti na dva bitna pitanja: (1) Kakva je veza između eksplikacije i unifikacije? i (2) Kako na odgovarajući način definirati unifikaciju (usp. isto: 97)? Konceptu koji naziva *imati-potrebu-za-objašnjenjem* (engl. *being-in-need-of-explanation*) Schurz daje krucijalnu važnost jer taj koncept vodi prema unifikaciji, odnosno prema pristupu znanstvenom objašnjenju koje je utemeljeno na načelu koherencije.<sup>8</sup> U odgovorima na zamjedbe (usp. Schurz 2014) inzistira da je koncept eksplicacije *prototipski koncept* koji posjeduje tri prototipska obilježja: predskazljivost (engl. *expectability*), uzročno-posljedičnost (engl.

<sup>8</sup> Ovako to pojašnjava: “U stanju (U) *imati-potrebu-za-objašnjenjem* je krucijalni koncept koji vodi prema unifikaciji ili prema pristupu objašnjenju utemeljenom na koherenciji. Neko *imati-potrebu-za-objašnjenjem* fenomena *P* u kognitivnom stanju *C* zbiva se stupnjevito, i ovisi o tome koliko dobro se *P* uklapa u *C*, ili koherira s *C*. Zbirna koherencija kognitivnog stanja *C* je funkcija koherencije njenih dijelova. Ako je fenomen *P* asimiliran premissom *Prem* u *C+A*, tada je dekoherencija od *P* u *C* uklonjena iz *C+A*, ali istodobno nove informacijske jedinice u *Prem* su bile dodane na *C* što samo po sebi može proizvesti novu dekoherenciju u vezi s drugim dijelovima *C+A*. Ipak, ako je stanje (U) zadovoljeno, onda gubitak koherencije zbog dodavanja *Prem* na *C* mora biti manji nego dobitak koherencije proizašao asimilacijom od *P* sa *Prem* u *C+A* (pomoću inferenciji i.b.s. *Prem* ⇒ *P*). Slijedom navedenog, stanje (U) implicira da odgovor može biti eksplanatoran samo ako je *zbirna* koherencija kognitivnog korpusa bila povećana zbog pribrajanja. Tako stanje (U) vodi do eksplanacijskog-kao-unifikacijskog pristupa” (Schurz 1999: 98).



causation) i objedinjavanje (engl. *unification*). Uobičajeno – objašnjava Schurz – ta obilježja idu zajedno, ali postoje ptice bez krila i ptice s krilima koje ne mogu letjeti, pa tako postoje i prediktivne eksplicacije koje nisu ni kauzalne ni unifikatorne; postoje kauzalna objašnjenja koja nisu ni predskaziva ni objedinjujuća, a ima i objedinjujućih eksplicacija koje nisu ni kauzane ni prediktivne (usp. isto: 68–69).

Koncept uklopivosti – zamisao da *objasniti* fenomen P znači *uklopiti* P u pozadinsku teoriju ili sistem – bitan je za Schurza baš kao i za Bartelbortha. Ali Schurz uviđa da unifikacija ne smije rasti nauštrb cijene empirijskog dokaza. Upravo suprotno, ona bi “trebala davati empirijski dokaz kao *nusprodukt*” (Schurz 1999: 103). Jer, kaže Schurz – “ono što razlikuje *unifikaciju u znanosti* od unifikacije u religiji i misticizmu je da znanost ne želi ujediniti bilo koju vrstu fiktivnih ili spekulativnih fenomena. Na koncu konca, ona stremi objediniti aktualno opažene fenomene koje zovemo *podacima*. Unifikacija hipoteza vriedi jedino tada kad pretpostavke doprinose objedinjavanju podataka. Hipoteze nemaju nikakvu intrinzičnu dobit, samo intrinzičnu cijenu: mogu proizvesti *ekstrinzičnu dobit* (engl. *extrinsic gain*) samo na osnovi njihova objedinjujućeg učinka” (usp. isto: 103–104). U tome se zaključku Schurz ne razlikuje bitno od Bartelbortha: bazični elementi koji daju opću shemu nemaju empirijskog sadržaja, baš kao ni hipoteze same po sebi, pa je potrebno na neki način “napuniti” model empirijski dobivenim podacima.

Nakon što sam ukazala na sličnosti i razlike Bartelborthove i Schurzove unifikacijske hipoteze, iznijet ću i svoj temeljni prigovor: tvrdim da ni jedan ni drugi ne uspijevaju precizno opisati kako točno nastaje *ekstrinzična dobit* kod sklapanja modela na strukturalni način; kako dolazi do “proizvodnje” znanja, i ako je riječ o procesu proizvodnje, kakva je priroda te dinamike. Nadalje, zamjećujem i sljedeći problem: što je filozofsko promišljanje unifikatorne eksplicacije preciznije u svojoj *teorijskoj redukciji* (pri čemu i strukturalna “ugradnja” teorija jednih u druge, ma koliko je njezini zagovaratelji razrađivali i oprimirivali, uvijek ostaje oblik teorijske redukcije),<sup>9</sup> to je veća intrinzična cijena hipoteza koje teško mogu ili nikako ne mogu objasniti *praktične primjere objedinjavanja (i)li sinteze i uspješne modele takve dinamike* u onim istraživačkim poljima znanosti (npr. u biologiji) gdje redukciju nije lako pronaći. Modeliranje bioloških sistema već je po sebi zadatak koji uključuje sistemsku biologiju i matematičku biologiju s već razvijenim simulacijama dinamičkih sistema, stohastičkih procesa i prostornog modeliranja vezanog npr. uz dinamiku rojenja, morfogenezu ili biološko formiranje uzoraka, pa se u tom smislu u suvremenoj

<sup>9</sup> Dalo bi se raspravljati o tome je li Schurz izbjegao problemima teorijske redukcije u svojoj *eksplicaciji kao unifikaciji* samim time što je pojam redukcije zamijenio pojmom *asimilacije*, za koji kaže da ga “radije uporabljaj od redukcije”. Schurz pobrojava asimilacijske statuse: 1) *aktualna asimilacija* (vezana je uz pitanje *Zašto?* i implicira predskazljivost ili nomičku očekivanost, pa može biti *jaka asimilacija*, na osnovi deduktivne ili visoko vjerojatne inferencije, ili *aproksimativna asimilacija*); 2) *potencijalna asimilacija* (vezana je uz pitanje *Kako je to moguće?* i tiče se fenomena koji se mogu asimilirati barem na neki heuristički ili virtualni način, pa taj tip asimilacije Schurz dijeli na podtipove *nasumične (random) asimilacije* i *heurističke asimilacije*); 3) *disimilacijski fenomeni* (“zagonetke” i anomalije) i 4) *bazični fenomeni* (za Schurza su to teorije kao jedini bazični fenomeni u smislu fenomena koji nisu ni aktualno ni potencijalno asimilirani, niti su disimilirani) (usp. Schurz 1999: 105–107).

istraživačkoj praksi jednostavno događa nastanak novih područja (suradnih) istraživanja, pri čemu je *dinamička sinteza* točniji opis odnosa od teorijske redukcije. U tome smislu je naivno vjerovati da će se empirijski dokaz ukazati kao “nusprodukt” neke teorije. Prije će biti da će se empirijski podaci prikupljati, i računalno provjeravati na postojanje simetrija, klasificirati i modelirati, a modeli uporabljati za simuliranje dinamičkih odnosa fenomena iz prirode i za popravljavanje postojećih algoritama za tvorbu i za validaciju teorijskih modela. Premda je model apstraktna konceptualna konstrukcija utemeljena na aksiomima i logičkim odnosima koja se razvija kako bismo izlučili logičke propozicije i predviđanja, Mach je imao pravo – ljudski um nema mogućnosti kreiranja iz samoga sebe – pa teorijska imaginacija potrebna za tvorbu algoritama i apstraktnih aksioma, a onda i za konstrukciju modela ne nastaje *ex nihilo*, nego se – upotrijebit ću namjerno analogiju iz područja umjetničke kreacije – “nadahnjuje” opservacijom prirode. Ne moramo “podići” ovaj dio rasprave na razinu rasprave o aksiomima;<sup>10</sup> mogli bismo odabrati primjer nekog korisnog algoritma koji je u novije vrijeme dobio višestruku primjenu u modeliranju dinamika u prirodi i društvu, ali npr. i u testiranju softverske pouzdanosti. Za ovu priliku mi se čini zgodnim primjerom *Optimizacija rojem čestica* (PSO *Particle Swarm Optimization*). *Optimizacija rojem čestica* je stohastički algoritam koji su razvili James Kennedy i R. C. Eberhart 1995. godine, a koji je bio inspiriran društvenim ponašanjem ptica u jatima i riba u plovu, pri čemu taj algoritam dijeli neke sličnosti s tehnikama evolucijskog računanja (npr. genetičkih algoritama, ali bez evolucijskih operatora poput *krossovera* i mutacija). Riječ “roj” dolazi od nepravilnog kretanja čestica u problemskom prostoru, pri čemu, od devedesetih do danas, algoritamski “mimesis” prirode više podsjeća na kretanje roja komaraca nego na kretanje jata ptica. Originalna verzija PSO algoritma do danas se uvelike razvila *putem empirijskih simulacija*, a područja primjene su raznovrsna: od modeliranja bioloških sistema, multiobjektivne optimizacije, aplikacija u robotici, preko simulacije donošenja odluka, modeliranja dinamičkog urbanog rasta itd. Drugi primjer koji bismo mogli ponuditi odnosi se na recentni napredak u području tzv. *fuzzy* logičke augmentacije optimizacijskih metaheuristika inspiriranih prirodom. Primjena teoretskih aspekata neizravne (engl. *fuzzy*) logike je u inteligentnoj kontroli i robotici, prepoznavanju uzoraka i optimizaciji složenih problema.

No vratimo se problemu unifikacije pogledom na jedan od recentnih doprinosa polemici: u radu pod naslovom “Unifikatorna ekspanacija” (2017), nakon što se na početku osvrnuo na neprimjenjivost teorijskih redukcija u istraživačkom polju biologije, Marco J. Nathan analizira razvojnu sintezu (engl. *developmental synthesis*) kao konkretni primjer integracije u biologiji. Ne niječe da je moguće identificirati i analizirati različite odnose između istraživačkih polja (kao što to čine *interfield teorije*<sup>11</sup> koje odbacuju redukcionizam

<sup>10</sup> Pogledajmo npr. rad koji se bavi aksiomatskom teorijom kompleksne tzv. *fuzzy* logike i kompleksnih *fuzzy* klasa (usp. Tamir i Kandel 2011: 562-576). Rad Tamira i Kandela značajan je utoliko što nudi novu interpretaciju kompleksnih *fuzzy* klasa i razvija aksiomatski utemeljenu teoriju propozicionalne *fuzzy* logike. Taj rad također demonstrira generalizaciju teorije multidimenzionalnih *fuzzy* stupnjeva.

<sup>11</sup> Usp. npr. sada već antologijski tekst Lindley Darden i Nancy Maull koji ističe prednosti *interfield teorija* za razliku do unifikacijskih teorija koje interpretiraju odnose između teorija svodeći taj odnos isključivo na derivacijsku redukciju. *Interfield teorija*, u objašnjavanju odnosa između polja ne eliminira ni teoriju, ni polje

u prilog suradnim metodama i tehnikama različitih znanstvenih polja koja prepoznaju zajedničke probleme). Ipak, pita se mogu li *interfield teorije*, koje su od sedamdesetih do danas razrađene, neovisno o tim razradama, pružiti zadovoljavajući model nereduktivne unifikacije. Problem je u nedostatku normativne snage takvih modela jer, s pravom zamjećuje, čak i kad bismo se složili da *interfield* i mehanicistički modeli točno opisuju praksu znanstvene unifikacije, oni ne uspijevaju objasniti zašto je unifikacija (ili zašto bi trebala biti) značajno znanstveno postignuće (usp. Nathan 2017: 7). Nathan nastoji dati svoj doprinos neredukcionističkoj teoriji unifikacije uvođenjem pojma *eksplanatorne relevancije (ER)*:

Dva polja A i B su u procesu unificiranja kada (i samo kada) su eksplanatorno relevantna jedna za drugo, a to je kad su konceptualna napredovanja i provjerivi rezultati u A nužni za postavljanje eksplananda i omogućavanje eksplanacija u B, i obratno, kad rezultati iz B traže zaustavljanje i postavljanje pitanja u A. (Nathan 2017: 13)

Unifikacijska teorija u kojoj se odnosi između polja određuju na osnovi koncepta eksplanatorne relevancije dopušta *asimetriju* slučajeva gdje je A relevantna u eksplicacijama od B, a da pritom B-koncepti i B-metode ne budu (trenutno) uporabljeni u A.

Nathanu je bitno da teorija koju zastupa omogućuje temporalnost (u smislu razvojne dijakronije koja uključuje i “prolazne” povijesne relacije u povijesti znanosti) i reverzibilnost (s obzirom na različite stadije u dinamici istraživanja). U reduktivnim i nereduktivnim modelima implicitno se razumijeva da je unifikacija neovisna o trenutnom stanju u polju: jednom kad se dva polja sintetiziraju, mogu biti odvojena samo ako se pokaže da je derivativna redukcija bila neuspješna. Nasuprot tome, taj autor drži da “krostoporalna dimenzija unifikacije u ER modelu ima smisla”, pa to odmah i oprimjeruje:

Ontogenija i flogenija su bile unificirane poslije Darwina jer su oba istraživačka okvira bila potrebna da bi se postavila određena pitanja, unatoč nedostatku odgovarajućih kauzalno-mehanističkih objašnjenja. Napredak koji je uslijedio u polju genetike učinio je nužnim disciplinarno podvajanje – i samim time, gubitak sinteze – da bi potom stavio u crnu kutiju razvojne mehanizme koji su ponovno postali eksplanatorno relevantni za evoluciju, uz pojavljivanje novih zagonetki i rješenja. Ukratko, ER omogućava gubitak ili slabljenje unifikacije u ime napretka znanosti, kako bi se ona na sljedećoj razini ponovno uspostavila. (Nathan 2017: 16–17)

Međutim, komentirala bih Nathanove izvode na sljedeći način: *eksplanatorna relevancija* i nastojanje da se doskoči problemu asimetrije, uz “omekšavanje” redukcije razvrstavanjem

---

ni domenu, ističu Darden i Maull. Polja tako zadržavaju odvojene identitete premda nove istraživačke linije blisko koordiniraju polja nakon što se uspostavila *interfield teorija*. Prednost obraćanja pažnje na razvojna i funkcionalna obilježja teorija iskazuje se u tome da je moguće otkriti neke sličnosti između teorija koje u protivnom ne bi uopće bile zamijećene: “Premda odnos između genetike i biokemije, te između biokemije i fizikalne kemije može biti na prvi pogled okarakteriziran kao na neki način reduktivan, ipak malo je vjerovatno da bi netko ustvrdio da je citologija redukcija genetike (ili obratno) preko teorije kromosoma. Drugim riječima, naša analiza pokazuje značajne sličnosti između tvorbe i funkcionalnosti odnosa koji bi, iz motrišta starije analize, pripadali različitim kategorijama ‘reduktivnog’ i ‘nereduktivnog’ i ne bi bili prepoznati kao slični. To također pokazuje da postoje značajni odnosi u znanosti koji uopće nisu reduktivni” (Darden i Maull 1977: 60–61).

mogućih oblika asimilacije – sve je to prisutno u Schurzovom modelu odnosa teorija jednih prema drugima, a i u mnogim modelima mehanicističke unifikacije. Problem tzv. *konstitutivne relevancije* odgovara na pitanje na koji su način komponente nekog mehanizma eksplanatorno relevantne za ponašanje mehanizma. Konstitutivna relevancija uključuje i eksplanatornu relevanciju jer inače ne bi bilo moguće razlikovati dobra objašnjenja (ona koja sadrže sve i samo eksplanatorno bitne činjenice) od loših objašnjenja (onih koja ispuštaju važne činjenice ili uključuju nevažne činjenice). Poznatom disanalogijom između mehanizma i stroja, koju je postavio 1971. godine, Stuart Kauffman (usp. Kauffman 1971: 257–272) pokazuje da je i ono što je unutar granica mehanizma i ono što je izvan njegovih granica određeno time je li neki dio mehanizma relevantan za ponašanje toga mehanizma kao cjeline. Uzmimo primjer kognitivnih mehanizama: oni uključuju entitete, svojstva i aktivnosti unutar i izvan mozga. Kratko rečeno, držim da Nathan nije ništa bitno novoga unio u model koji je za područje teorijske biologije već bio postavljen i oprmjeren – u razmaku od ranih 50-ih godina dvadesetog stoljeća, u teorijskim promišljanjima Waltera E. Elsassera, pa do Kauffmanovih tekstova iz 70-ih godina.

Na koji način se i da li se uopće logika bioloških mehanizama upisuje u logiku istraživanja koja ih proučavaju i modeliraju? Uzmimo primjer biokemije: ona je, krajnje pojednostavljeno rečeno, istraživanje biokemijskih mehanizama – identificiranje biomolekula i praćenje onoga što biomolekule čine. Walter M. Elsasser se od pedesetih godina nadalje na razne načine osvrtao na činjenicu nužne upućenosti, rekla bih metaforički čak “osuđenosti” biokemičara na proučavanje mehanizama. U kvantnoj je mehanici broj esencijalno različitih tipova malen, jer jedan je elektron kao drugi – pa unutar homogene klase svi elektroni pripadaju istome tipu i na njih se primjenjuje “zakon klase” kojoj pripadaju. Biološke klase su heterogene. Takozvani biokemijski identitet na submolekularnoj razini čini svaki organizam drugačijim. Ako bismo željeli uskladiti biologiju s fizikom, onda bi to bilo izvedivo probabilističkim i statističkim poravnavanjem individualnih varijacija unutar klasa. U sistemu s komponentama, broj mogućih tipova komponenti kao elemenata dinamike zahvaljujući kombinatornoj eksploziji dosiže sfere *neizmjernosti*. Dinamika mora povezati tipove jer mora povezati komponente dok se mijenjaju<sup>12</sup> (usp. Kampis 1991: 226–228). Elsasser se bavi načinima na koje se biološka heterogenost može uklopiti u homogeni opis što ga daje fizika. On s jedne strane odbija teror fizikalizma kao ambicije prema redukcionistačkoj unifikatornoj eksplanaciji znanja i znanosti, i oprimjeruje i teorijski argumentira nemogućnost redukcije teorijskih modela biologije (kao *sfere krajnje kompleksnosti*) na modele fizike (kao *studija zakona prirode* najvišeg stupnja općosti). S druge strane, koliko god da ističe konceptualnu inovativnost i perspektivnost teorijske deskripcije kompleksnosti, Elsasser u kvantnoj mehanici vidi “prvorazredni primjer matematičke strogosti zakona prirode” (Elsasser 1981: 30) i trudi se pomiriti ideju kvantitativne regularnosti iskazane

---

<sup>12</sup> Pogledati raspravu o konceptu *neizmjernosti* (engl. *the concept of immensity*) u interpretacijama Elsassera u knjizi Georgea Kampisa koja se bavi samomodificirajućim sistemima u biologiji i kognitivnoj znanosti. Od 50-ih do 80-ih godina dvadesetog stoljeća Elsasser uvodi i razvija u području teorijske biologije koncept *neizmjernosti*.

u “zakonu prirode” i kompleksnosti kao glavnog obilježja organskog života. Nakon što je utvrdio *kompleksnost s njenom varijabilnošću* kao ključni koncept oko kojeg vidi razvoj konceptualne inovacije, promišlja kako bi se složenost prenijela u logiku pomoću *heterogenosti klasa*, koje su, prema njegovu mišljenju, glavni nositelj razlike između teorijske biologije i teorijske fizike. Bitno mu je pronaći način kako razumjeti heterogenost klasa, a da ona ne narušava zakone fizike. Pritom se Elsasser bavi nesvodivom heterogenošću, takvom gdje “nije moguće pronaći logičku operaciju koja bi nam omogućila da razriješimo heterogenost klasa u kombinaciju homogenih klasa” (isto: 31). Najveći inovativni potencijal teorijske biologije vidi u formalizaciji kompleksnosti kroz nesvodivu heterogenost logičkih klasa, i smatra da se upravo u toj sferi može nadići redukcionizam (usp. isto: 32). Za godine i (tehnološke) okolnosti u kojima je Elsasser razvijao svoje teorijske koncepte, njegovo zanimanje za formalizaciju kompleksnosti u teorijskoj biologiji bilo je po mnogo čemu pionirsko, a njegovo predviđanje velikih razvojnih potencijala formalizacije kompleksnosti za razvoj znanstvenih istraživanja u cjelini pokazalo se, iz današnje perspektive gledano, vrlo pronicljivim i točnim.

Neke od metoda koje su se u međuvremenu razvile u vezi s kompleksnošću u općim dinamičkim i kibernetičkim sistemima našle su uporabu u modeliranju društvenih i prirodnih fenomena, i to u više smjerova: iz *teorije vjerojatnosti* (pristupanjem kompleksnosti preko koncepta neizvjesnosti u sistemu, s mjerom vjerojatnosti za stohastičke procese), iz *teorije neizrazitih skupova* (engl. *fuzzy set theory*) koja je bazirana na nestandardnoj i viševrijednosnoj logici, iz *teorije kaosa* kao primijenjene nelinearne dinamike (gdje dinamički sistem ima osjetljivu ovisnost o početnim uvjetima, tipološki je tranzitivan i s periodičkim točkama u dinamičkom sistemu koje se nalaze gusto u faznome prostoru), te iz *Dempster-Shaferove teorije dokaza* koja, krajnje pojednostavljeno rečeno, formalizira mjeru uvjerenja (engl. *belief function*). Također pojednostavljeno rečeno, neizrazita logika bavi se stupnjem pripadnosti elemenata jednog skupa u drugome skupu, odnosno klasama objekata s “mutnim” granicama gdje pripadnost nije pitanje *ili-ovdje-ili-ondje*, nego pitanje *stupnja pripadanja*.

Naposljedku, nakon što sam supostavila, analizirala i komentirala nekoliko unifikacijskih pristupa, iznijet ću dva važna zaključka do kojih sam došla na osnovi navedenih zamjedbi. Prvo, mislim bi bilo pogodnije da se Schurzova teorijska redukcija kao *asimilacija* elemenata jedne teorije u drugu teoriju odlučila poslužiti modelom kompleksnih *fuzzy* klasa, umjesto da se iscrpljivala iznalaženjem mogućih tipova asimilacije kao redukcije do nekih *bazičnih fenomena*, odnosno fundamentalnih teorija za koje se drži da ne mogu biti ni aktualno ni potencijalno asimilirane, niti disimilirane. I drugo, pomišljam da bi i *Dempster-Shaferova teorija dokaza*, koja je, gledano u kontekstu relacijskih databaza, uspostavljanje inferencija iz drugog reda odnosa,<sup>13</sup> mogla biti zanimljiva u modeliranju odnosa elemenata teorijskog mišljenja na razmeđu polja i disciplina, između ostalog i stoga

<sup>13</sup> Usp. rad Loftija A. Zadeha s kraja osamdesetih koji se bavi jednostavnim pogledom na Dempster-Shaferovu teoriju dokaza i njene implikacije u kombinatorici.

što daje mogućnost pripisivanja različitih stupnjeva uvjerenosti različitim odijeljenim skupovima i podskupovima hipoteza, te drugim elementima znanstvenoteorijskih sklopova.

## DINAMIČKA SINTEZA

S obzirom na današnje praktične uvjete u znanstvenom vođenju istraživanja i s obzirom na razvoj i modeliranje tih uvjeta, postavlja se pitanje je li unifikacija znanosti postala još problematičnijim konceptom nego prije? Čak i kad bismo mogli pretpostaviti postojanje nekog logički potpuno pronicnog i "čistog", intrinzičnim zakonitostima postavljenog zakona razvoja aksioma spoznaje prirode koji ne samo što bi reducirao teorijske sisteme nego bi lišavao i čitava područja (poput biologije) njihovih razvojnih specifičnosti, ne bismo mogli zanemariti činjenicu da je znanost oduvijek ovisila, a u današnjem globaliziranom svijetu još više ovisi, o odnosu makro i mikro socijalnih dinamika – od dinamika u kojima se očitava pitanje pozicioniranja znanosti u društvu, preko pitanja financiranja znanosti postavljanjem prioriteta fokusa istraživanja, do onih društvenih dinamika koje se ostvaruju unutar znanstvenih i(li) akademskih zajednica na laboratorijski i projektno "stvaran" ili tehnološki "virtualan" način" (npr. putem koncepta *invisible college*, koji se odnosi na dijeljenje znanstvenih interesa i tema bez uspostavljene institucionalne i projektne suradnje).<sup>14</sup> Interdisciplinarnost i uvid preko granica matičnog polja, za suvremenu znanstvenu spoznaju i za suvremenu znanstvenoistraživačku praksu, jednostavno rečeno, postaje nužnost. Aplikacijski motivi čine tu nužnost ujedno i jednim od tipova istraživanja koji je već dugo, i ostat će još dugo, u fokusu interesa (s respektabilnom financijskom potporom i s odgovarajućim organizacijskim okvirom istraživačkih centara).<sup>15</sup> Dakako, vrijedi i obrat, u kojem kompleksna priroda znanja povratno utječe, preko aplikacija i novih tehnologija, na ekonomski rast društva. Znanost se može definirati i kao mreža znanja. Modeliranje utjecaja socijalnih dinamika na znanstveno istraživanje danas, kao i modeliranje odnosa društvenih i kognitivnih aspekata znanosti već je dalo dovoljan broj respektabilnih rezultata u praćenju i primjeni uvida u dinamiku znanosti i znanja.

Postoje utemeljene filozofske kritike kako unifikacijske teorije objašnjenja, s jedne strane, tako i eksplanatornog pluralizma i (ne)jedinstva znanosti, s druge strane, primjerice ona Victora Gijsbersa, ali u tim se kritikama (usp. Gijsbers 2007 i 2016) najčešće ostaje na utvrđivanju nedosljednosti u logičkim izvodima (npr. zamjedbe unifikacijskom tipu eksplanacije koje se tiču kauzalnosti i zakonitosti, upućivanje na problem asimetrije i problem lažne unifikacije i sl., dok se eksplanatornom pluralizmu spočitava da objašnjenja koja objedinjavaju uvide s više istraživačkih polja znanosti pate od nekompatibilnih protučinjeničnih konzekvenci). Gijsbers nema problem s redukcionizmom unifikacijskih

<sup>14</sup> Tu mislim i na novije uvide u razvoj znanstvenih socijalnih struktura kao stupnjeva u socijalnoj grupnoj formaciji (Crane 1972 i Wagner 2008), ali i na kvalitativne uvide u stupnjeve "klaster" formacija (Palla i dr. 2007).

<sup>15</sup> Pogledati npr. tematski broj časopisa *Nature* posvećen temi interdisciplinarnosti (16. 9. 2015). Dostupno na: <http://www.nature.com/news/interdisciplinarity-1.18295>.

teorija kao takvim, ali vidi (logičke) probleme i u eksplanacijskoj unifikaciji i eksplanatornom pluralizmu. S druge strane, Wayne C. Myrvold se pita je li sposobnost teorije da objedinjuje fenomene *epistemološka vrlina* značajna s obzirom na stupanj povjerenja koji opravdano možemo udijeliti teoriji, ili je to samo *pragmatička vrlina*. Ako je epistemološka – nadalje izvodi Myrvold – je li utemeljena na *a priori* znanju da je Priroda jednostavna, ili možda sposobnost teorije da ponudi objedinjeni opis disparatnih fenomena daje dokazni materijal fenomena u potporu teoriji (usp. Myrvold 2003: 399)? Svrha Myrvoldova, sada već znamenitog članka bila je dati bayesijanski opis unifikaciji prema kojem se moć teorije da ujedini fenomene sastoji u njejoj sposobnosti da pokaže da su oni fenomeni koji su se na temelju prethodnih razloga činili nezavisnim zapravo uzajamno informacijski relevantni.<sup>16</sup> Danas je bayesijanska teorija tek jedan od mogućih pristupa modeliranju problema odnosa teorijskih sklopova iz različitih znanstvenoistraživačkih polja (a u vezi s time i odnosa različitih tipova činjenica i različitih vrsta pristupa tim činjenicama). Osobno sam se opredijelila za koncept *dinamičke sinteze* naspram koncepta *unifikacije* i koncepta *transdisciplinarne integracije*.

Ako metodologiju dinamičke sinteze definiramo kao “integraciju teorijskih koncepata i strukturnih dijelova i elemenata procesa tijekom vremena na takav način da tvori formalni funkcionalni entitet, poduprt sintezom kao filozofijom znanosti” (Williams 2002: 1), mogli bismo uspješno modelirati i time bolje razumjeti veliki spektar problema u raznim znanstvenim poljima od sistemskog inženjeringa, računalnih istraživanja, kontrolnih znanosti do društvenih istraživanja u području bihevioralne i političke znanosti do menadžmenta. Faze, odnosi i artefakti koji iz njih proizlaze su dinamički, a stupanj veza ne ovisi samo o prostoru i vremenu nego i o sudionicima procesa. To znači da različiti ljudi različito percipiraju veze, različito obrađuju probleme i donose različite odluke u vezi s pristupima i rješenjima (usp. isto: 15). Williams predlaže integriranje istraživačkih metoda pomoću sistemskog dinamičkog modeliranja što mi se čini izuzetno korisnim, međutim njegov model metodologije dinamičke sinteze (engl. *DSM – Dynamic Synthesis Methodology*) sagledan je prvenstveno u kontekstu polja koje se naziva RE (engl. *Requirements Engineering*). Kratko ću pojasniti: RE daje okvir za razumijevanje svrhe sistema i konteksta u kojima će se upotrebljavati. Nakon što se uvidjelo da postoji neki problem koji bi se mogao riješiti kompjuterskom tehnologijom, on se unutar kompjuterskog sistema i rješava, ali svi aspekti problema koji je bio svrha sistema ne mogu biti sagledani unutar njega samoga, nego tek u konkretnim uvjetima njegove primjene, pa samo pogledom izvana (iz one sfere gdje se odvijaju složene ljudske aktivnosti i gdje korisnici “kompliciraju stvari” jer riječ je o različitim tipovima ljudi suprotstavljenih interesa) početno postavljena opća svrha sistema postaje jasnija. Ono što je Williamsov doprinos, odnosi se na pokušaj objedinjavanja sistemskodinamičkog modeliranja (gdje se simulacija koristi za tvorbu novih teorija i njihovo testiranje) s istraživačkom metodom “studija slučaja” (gdje se opisuju zbiljske okolnosti). Teorijsko

<sup>16</sup> U okviru formata ovoga rada nije moguće detaljnije raspraviti polemiku Marca Langea s Wayneom Myrvoldom, ali vrijedi pogledati Langeovu kritiku odnosa bayesianizma i unifikacije (usp. Lange, 2015: 205–215).

uporište njegova modela dinamičke sinteze je trojako: nalazi se u općoj sistemskoj teoriji, u teoriji servo-mehanizama i u teoriji mjerenja. Ambicija mu je preko koncepta dinamičke sinteze stvoriti novu *opću metodologiju istraživanja*. Ali, primijetiti ću, prijedlog modela opće razvojne dinamike istraživačkih metoda, bez obzira na to koliko je općenito koristan, nije nužno ujedno i *opći model dinamike znanosti*. Dinamička sinteza unutar RE modela usmjerenog na korisnika (u ovome slučaju na znanstvenog istraživača koji formira svoja očekivanja u vezi s Williamsovim DSM s uvidom u specifičnosti svojeg istraživačkog polja) sagledava se kao dio ponašanja sustava s povratnom vezom (engl. *feedback loop*) za koje se pretpostavlja da su deterministički po svojoj naravi iako uključuju varijable probabilističkih karaktera. S druge strane, potraga za nekom unificirajućom konceptualizacijom (koja bi iznjedrila “najbolji” model dinamike znanosti kao dinamičkog premrežavanja znanja i znanstvenika, mapiranja i remapiranja ideja i odnosa između ideja u povijesnom vremenu i društvenom prostoru) nije završena; rekla bih da se ta potraga intenzivira i postaje sve više kompetitivna, pogotovo kad je riječ o sučeljavanju tzv. *big-data* tehnologije s kompjuterskim simulacijama. U pregledu glavnih tipova modeliranja znanosti (usp. Börner, Boyack, Milojević i Morris 2012: 7–22) profilirali su se a) *statistički modeli* koji modeliraju zakonitosti i distribuciju i analiziraju evoluciju sistema koji su vezani uz širenje ideja (npr. rani Lotka model i njegova osuvremenjenja); b) *deterministički dinamički modeli* koji se primjenjuju za analizu “velikih” društvenih, znanstvenih i tehnoloških sistema, tamo gdje je utjecaj fluktuacije nebitan; c) *stohastički modeli* koji su primjereni kad je proučavani susistem “mali”, ali tamo gdje je fluktuacijski aspekt bitan za razvoj sistema, d) *agentno bazirani modeli (ABM)* koji prate mikrorazinu procesa koji daju uočljive uzorke visoke razine; e) *EGM modeli utemeljeni na evolucijskoj teoriji igara* koji matematički formaliziraju ponašanje u strateškim situacijama, gdje je pojedinačni uspjeh u donošenju odluka ovisan o odlukama drugih, što je posebno značajno za biološke i ekonomske sisteme; f) *modeli bazirani na kvantnoj teoriji igara* kao matematičko i konceptualno proširenje klasične teorije igara, gdje je prostor svih zamislivih puteva odluka proširen iz klasičnog mjerivog prostora za strategiju u Hilbertov prostor kompleksnih brojeva (pri čemu je konceptom kvantnog zapleta moguće uključiti put kooperativne odluke uzrokovan kulturnim i moralnim standardima). Kratko rečeno, uvidi systemske znanosti i modeliranje kao praksa systemske teorije, ukazuju na čitav niz praktičnih, ali i konceptualnih problema filozofskih teoretiziranja o dinamici znanosti i znanja, pa se tu jasnije ukazuju i problemi u vezi s unifikacijskim postavkama. Nažalost, Williamsova definicija DSM kao “formalnog funkcionalnog entiteta poduprtog sintezom kao filozofijom znanosti” ipak ne oslobađa njegov model spona povratne sprege tipičnog RE modela usmjerenog na korisnike, a njena potpora u filozofiji (u smislu filozofske definicije sinteze na koju se naslanja) nije ni tako opća i neupitna, a ni tako “filozofska”, kao što Williams smatra. Naime, oslanja se na promišljanja znanstvene metodologije teoretičara menadžmenta Russella L. Ackoffa i na njegovu definiciju sinteze kao “nastojanja da se fuzioniraju rezultati različitih znanstvenih grana u jedan konzistentni pogled na stvarnost, ‘weltanschauung’” (usp. Ackoff 1962: 27).

Međutim, samo spominjanje njemačkoga pojma *Weltanschauung*, bilo u njegovoj humboldtovskoj ili kantovskoj podlozi, ili u različitim “prizemljenjima” filozofskog pojma u



ideološko-svjetonazorskom smislu, otvara više problema nego što ih rješava. Williams ne spominje Kanta, premda bi mu itekako dobro došla neka od suvremenih reinterpretacija Kantovih pojmova koje naglašavaju njegove kognitivno-funkcionalističke uvide: tu mislim na važnost pojma *sinteze* u okviru njegova koncepta dinamike materije, ali i zanimljivost rasprave o spoznavanju snage objekta putem danih reprezentacija, pri čemu bi i *Weltanschauung*, prvi put spomenut 1790. u *Kritici rasudne snage*, trebalo tumačiti u smislu senzorne percepcije svijeta. Posebno se ističe novija rasprava o emergentizmu u vezi s Kantom. Budući da sam zastupnica stava da postoji neki probabilistički dohvatljiv *otjelovljeni calculus* koji posreduje našu percepciju svijeta (usp. Petlevski 2017: 44–47), bliska su mi i reinterpretativna učitanja u Kanta kakva se otvaraju kao mogućnost recentnih kognitivnofilozofskih promišljanja (usp. npr. Kitcher 1990).

Kao što sam već navela, moja je pretpostavka da uvođenje neizrazite logike u dinamičko modeliranje znanstvenih fenomena može baciti novo svjetlo na prijepore oko unifikacije znanja, ali potencijalno otvoriti i mogućnost novog i drukčijeg pozicioniranja prema problemu nesumjerljivosti (engl. *incommensurability*) u odnosu znanstvenih teorija. Ako bismo nesumjerljivost odredili na tradicionalan način kao karakteristiku konceptualne promjene gdje dolazi do *cijelosne promjene* jedne strukture mišljenja drugom – onda bi tvrdnja o nesumjerljivosti znanstvenoteorijskih konceptata bila utemeljena na uspostavljanju tzv. nužnih i dostatnih uvjeta definiranja, iz čega bi proizlazilo da se nešto ili uklapa ili ne uklapa, ili udovoljava ili ne udovoljava postavljenim kriterijima. *Promjena uvjeta* u tako postavljenom tradicionalnom viđenju – a to je tek jedna od točaka u kojoj vidim mogućnost za zamjedbu – ne bi dovodila u pitanje postojeći koncept kroz promjenu u njegovoj interpretaciji, nego bi svaki put “stvarala” novi koncept. Pa se nameću pitanja: što onda učiniti u vezi s dinamičkim fenomenima nastavljanja i apsorpcije, ali i ugrađenosti pojedinih konceptata u složene problemske situacije,<sup>17</sup> te kako se postaviti prema tome da općenito nije moguće dati definitivnu i potpunu specifikaciju svih nužnih i dostatnih uvjeta za definiranje konceptata? Tradicionalnim pristupom koji bi dao “kriterije” (ne)sumjerljivosti zaboravlja se i na gradiranje unutar konceptualne strukture: gdje postoje rasponi boljih ili lošijih primjena koncepta. Zanemaruje se i hijerarhijski ustroj: taksonomija konceptata, a najvažnije od svega – racionalizirati konstrukciju ne podrazumijeva samo po sebi da trebamo slijediti klasičnu logiku, nego se možemo opredijeliti i za neizrazitu logiku.<sup>18</sup> U

<sup>17</sup> Usp. tekst Nancy J. Nersessian koji se bavi tvorbom konceptata i sumjerljivošću i zalaže se za *The Meaning Schema Representation* kao način ugradnje konceptata u složene problemske situacije (usp. Nersessian 2001: 280).

<sup>18</sup> Za svrhu ovoga rada možda je najpogodnije poslužiti se pojednostavljenjem kakvo je ponudio još 1993. Bart Kosko posluživši se poznatim primjerom Bertranda Russella za paradoks. To je paradoks o brijaču koji tvrdi da brije sve one i samo one koji se ne briju sami. Brije li se brijač sam? Starinskim zaključivanjem rekli bismo da je odgovor sljedeći: ako se sam brije, onda ne, a ako se sam ne brije, onda da. Kosko kaže da ako zbog nekih kulturoloških razloga ograničimo sami sebe na bivalentne opcije – sve ili ništa, istinito ili lažno, da ili ne – platiti ćemo ceh i biti suočeni s pravom kontradikcijom, slučajem *A i ne-A*. Kao što Kosko dalje izvodi, neizrazita (*fuzzy*) logika je superiorna tradicionalnim rješenjima jer prepoznaje da je brijačeva tvrdnja doslovce polu-istina koja se može smjestiti (i matematički opisati) na skali između 100% točno i 100% lažno (usp. Kosko 1993: 25–26).

kontekstu ovoga rada nemam namjeru, a nemam ni prostora, baviti se šire problemima (ne)sumjerljivosti. Ipak, već na osnovi gore navedenoga mogla bih zaključiti da su *kriteriji sumjerljivosti ili nesumjerljivosti* nestabilni, ili barem toliko nestabilni koliko je nestabilan i podložan povijesnoj (re)interpretaciji i pojam *paradigme* ukoliko ga vežemo isključivo uz “revoluciju” zaboravljajući na “evoluciju”. Pod paradigmom mislim na kuhnovske “uzorke mišljenja” utemeljene na ontološkim, epistemološkim i metodološkim uvjerenjima i vezane uz *egzemplare* kao “konkretna rješenja problema koje jedna skupina, na vrlo uobičajen način, prihvaća kao paradigmatka” (Kuhn 1977: 298–299). Čak i čisto terminološki, pojam “smjene” paradigme čini mi se nedostatan u modeliranju složene dinamike istraživačkih praksi (i tom praksom istraživanja neprekidno redefiniranih teorijskih postavki). Danas je jasno da se koncept utemeljen na razmjerno jednostavnoj dinamici smjene po načelu “revolucije” mora obogatiti uvidom u razvojne procese. Može li se shemu revolucionarne smjene paradigmi, kako pretpostavljam, zamijeniti modelima koji kombiniraju neizrazitu logiku i evolucijske algoritme? To bi tek trebalo provjeriti, dakako u zasebnom istraživanju i uz njega vezanome radu.

Zaključno ću naglasiti da koncept *dinamičke sinteze* u vezi s općom teorijom dinamike znanosti i znanja, barem onakav kakvoga ovdje (pret)postavljam i zagovaram, nikako ne ostaje na “fuzioniranju rezultata različitih grana” prema aktualnim potrebama znanstvenih korisnika u okviru optimizacije nekog *Requirements Engineering* metodološkog modela. Prije će biti da je riječ o izomorfizmu zakonitosti, odnosno o *dinamici uspostave izomorfnih tragova reda* u različitim poljima, ali i na različitim razinama znanstvenoistraživačkih uvida, za što tek treba pronaći odgovarajući formalni opis.

## NAVEDENA LITERATURA I IZVORI

- Ackoff, Russell L. 1962. *Scientific Method*. New York: John Wiley.
- Bartelborth, Thomas. 2002. “Explanatory Unification”. *Synthese* 130: 91–107. [<https://doi.org/10.1023/A:1013827209894>]
- Börner, Katy, Kevin W. Boyack, Staša Milojević i Steven Morris. 2012. “An Introduction to Modeling Science. Basic Model Types, Key Definitions, and a General Framework for the Comparison of Process Models”. U *Models of Science Dynamics, Encounters Between Complex Theory and Information Science Understanding*. Andrea Scharnhorst i dr., ur. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 7–22. [[https://doi.org/10.1007/978-3-642-23068-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-23068-4_1)]
- Crane, Diana. 1972. *Invisible Colleges. Diffusion of Knowledge in Scientific Communities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Darden, Lindley i Nancy Maull. 1977. “Interfield Theories”. *Philosophy of Science* 44/ 1: 43–64.
- Elsasser, Walter M. 1981. “A Form of Logic Suited for Biology”. U *Progress in Theoretical Biology*, 6. Robert Rosen, ur. New York, London: Academic Press, 23–61. [<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-543106-4.50009-X>]
- Frank, Philipp. 1947. “The Institute for the Unity of Science. Its Background and Its Purpose”. *Synthese* 6: 160–167. [<https://doi.org/10.1007/BF00490181>]

- Gijsbers, Victor. 2007. "Why Unification Is Neither Necessary Nor Sufficient for Explanation". *Philosophy of Science* 74/4: 481–500. [https://doi.org/10.1086/524420]
- Gijsbers, Victor. 2016. "Explanatory Pluralism and the (Dis)Unity of Science. The Argument from Incompatible Counterfactual Consequences". *Front. Psychiatry* 7–32.
- Kauffman, Stuart A. 1971. "Articulation of Parts Explanation in Biology and the Rational Search for Them". U *PSA 1970. Boston Studies in the Philosophy of Science*, 8. C. R. Buck i R. S. Cohen, ur. Dordrecht: Springer, 257–272. [https://doi.org/10.1007/978-94-010-3142-4\_18]
- Kennedy, James i R. C. Eberhart. 1995. "A New Optimizer Using Particle Swarm Theory". U *Micro Machine and Human Science. MHS '95. Proceedings of the Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science*. Japan: Nagoya, Piscataway, NJ: IEEE, 39–43.
- Kitcher, Patricia. 1990. "Kant's Dedicated Cognitive System". U *Historical Foundations of Cognitive Science*. J. C. Smith, ur. New York: Springer, 189–209.
- Kosko, Bart. 1993. *Fuzzy Thinking. The New Science of Fuzzy Logic*. New York: Hyperion.
- Kuhn, T. S. 1977. "Second Thoughts on Paradigms". U *The Essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. Chicago: University of Chicago Press, 293–319.
- Lotka Alfred J. 1926. "The Frequency Distribution of Scientific Productivity". *JWash Acad Sci* 16/12: 317–323.
- Mach, Ernst. [1883] 1987. *Die Mechanik in ihrer Entwicklung. Historisch-kritisch dargestellt*. Leipzig: F. A. Brockhaus.
- Nathan, Marco J. 2017. "Unificatory Explanation". *British Journal for the Philosophy of Science* 68/1: 163–86.
- Nersessian, Nancy J. 2001. "Concept Formation and Commensurability". U *Incommensurability and Related Matters*. Paul Hoyningen-Huene i H. Sankey, ur. Dordrecht: Springer Science, Business Media Dordrecht, 275–303.
- Palla Gergely i dr. 2007. "Quantifying Social Group Evolution". *Nature* 446/7136: 664 – 667.
- Petlevski, Sibila. 2014. "Beyond Identity. The Dynamic Self at the Intersection of Performance Philosophy and the Philosophy of Science". *Interdisciplinary Description of Complex Systems* 12/3: 187–209. [https://doi.org/10.7906/indecs.12.3.1]
- Petlevski, Sibila. 2015. "Predgovor. O novoteatrološkoj metodologiji i izvedbi ogleda". U *Kazalište srama. Novoteatrološki ogledi*. Zagreb: Leykam international, 9–33.
- Petlevski, Sibila. 2017. "Filozofija metodologije. Kako kvalitativno istraživanje u humanistici i praksom vođeno istraživanje umjetnosti može doprinijeti promjeni znanstvene paradigme?". U *Smisao humanističkih znanosti*. Filip Grgić i Ivica Martinović, ur. Zagreb: Institut za filozofiju, 135–170.
- Petlevski, Sibila. 2017. "Modeling the Model. The World Beyond the Immediate Sensorium". U *Proceedings of the 20th International Multiconference INFORMATION SOCIETY – IS 2017 Volume B. Cognitive Science*. Markič i dr., ur. Ljubljana: Institut "Jožef Stefan".
- Popper, Karl R. 1963. *Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge*. New York, London: Basic Books.
- Schurz, Gerhard. 1999. "Explanation as Unification". *Synthese* 120: 95–114. [https://doi.org/10.1023/A:1005214721929]
- Schurz, Gerhard. 2014. "Unification and Explanation. Explanation as a Prototype Concept. A Reply to Weber and van Dyck, Gijsbers, and de Regt". *Theoria* 79: 57–70. [https://doi.org/10.1387/theoria.8729]
- Thagard, Paul. 2007. "Coherence, Truth and the Development of Scientific Knowledge". *Philosophy of Science* 74: 26–47. [https://doi.org/10.1086/520941]

- Valverdú, Jordi. 2014. "What are Simulations? An Epistemological Approach". *Procedia Technology* 13: 6–15. [<https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.02.003>]
- Wagner, Caroline S. 2008. *The New Invisible College. Science for Development*. Washington, DC: Brookings Institution Press.
- Williams, Ddembe W. 2002. "Integrating System Dynamics Modelling and Case Study Research Method. A Theoretical Framework for Process Improvement." In *The proceedings of the 20th International Conference of the System Dynamics Society*, July 28–August 1, 2002, Palermo, Italy. Pål I Davidsen, ur. Albany, N.Y.: System Dynamics Society, 1–27.
- Zadeh, Lofti A. 1965. "Fuzzy Sets". *Information and Control* 8: 338–353. [[https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)]
- Zadeh, Lofti A. 1986. "A Simple View of the Dempster-Shafer Theory of the Evidence and its Implications for the Rule id Combination". *AI Magazine* 7/ 2: 85–90.

## EXPLANATION AS UNIFICATION AND EXPLANATORY PLURALISM: REDUCTION, ASSIMILATION OR DYNAMIC SYNTHESIS?

In the first part of this paper I introduce the notion of a scientific phenomenon, defining it as any product of social dynamics that is perceived as an explanatory element in the knowledge production mechanism, and I briefly explain the thesis based on the introduction of the concept of dynamic synthesis versus the concepts of unification and transdisciplinary integration. In the second part I set up a framework for the defense of my proposal, where I deal with the topic of the unification of knowledge and more recent controversies related to it, especially considering what makes the growing unification of knowledge about nature a problematic concept. I compare, comment on and criticize the explanatory unification thesis and its claims that explanations contribute to our understanding of the world by embedding phenomena into general nomic patterns that we recognize in the world (Kitcher 1989; Schurz 1999; Bartelborth 2002), including observations made on it related to the asymmetric structure of explanations. I comment on the notions of the asymmetrical structure of explanations, and on Bayesian calculation of the epistemological "virtue" of unification (Myrvold 2004). I also tackle the interfield theory issue (Darden and Maull 1977) and compare exploratory relevance (Nathan 2017) and constitutive relevance (Kauffman 1971) commenting on Elsassser's proposal to overcome reduction by the formalization of complexity through the undifferentiated heterogeneity of logical classes (Elsasser 1981). In the third part I defend the "virtues" of modeling the dynamics of synthesizing knowledge across the boundaries of research fields and I advocate fuzzy logic in the dynamic modeling of scientific phenomena.

Keywords: dynamic synthesis, dynamic system, explanatory relevance, explanatory unification, fuzzy logic