

UZ PRIJEVOD

Odstupanje od uobičajenog prijevodnog formata (dva prijevoda različitih autora) u ovom smo broju napravili zbog specifičnosti slučaja kojem je prijevodni blok posvećen.

“Slučaj Sokal” jedna je od najinteresantnijih i najeksponiranijih debata u znanstvenim i akademskim krugovima u posljednje vrijeme - zanimljiv je kao kulminacija sukoba suprotstavljenih epistemoloških koncepcija, otvara mnoga pitanja vezana uz odnos prirodnih i društvenih znanosti, problematizira discipline kao što su kulturalni studiji i općenito, rortijevskim vokabularom, žanr Teorije, a uza sve to nameće i mnoga etička pitanja.

Cijeli slučaj vezan je uz objavljivanje članka Alana Sokala “*Transgressing the Boundaries: Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity*” u *Social Textu*, jednom od najznačajnijih američkih društvenoteoretskih časopisa, i to u posebnom broju čija je tema bila “*Ratovi znanosti*”. Sokal je svoj članak napisao kao parodiju, ali urednici časopisa to nisu uočili i nastala je jedna od najvećih znanstvenih afera proteklog desetljeća. Mnogi predstavnici prirodnih znanosti (ali ne samo oni) jedva su dočekali ovaj događaj kako bi kritizirali suvremenu postmodernu teoriju, teoriju književnosti “koja sve promatra kao tekst” i, prije svega, relativizam i konstrukcionizam koji su držali najvećom prijetnjom suvremenoj znanosti. S druge strane, upada u oči da ako je Sokal nešto dokazao, da se to prije svega odnosi na činjenicu da urednici *Social texta* ne čitaju dovoljno pažljivo tekstove koji objavljuju, ali veza između toga i kompromitacije društvenih znanosti prilično je daleka...

U svakom slučaju, ukoliko je status Teorije ovime bio ponešto poljuljan, debata koja je uslijedila svakako joj je koristila, a problematika znanja i znanosti postala je “vruća tema”. Sokalu su odgovorili mnogi prozvani u člancima, pa tako i Andrew Ross, Stanley Aronowitz, Sandra Harding i Jacques Derrida, uz mnoge druge. Sokalova stranica na Internetu pruža posebno dobar uvid u mnoge od rasprava koje su se vodile, a može se naći na adresi <http://www.physics.nyu.edu/faculty/sokal>.

Naravno, objavljivanje tekstova ne znači nužno i slaganje s njihovim sadržajem, a prvenstvena namjera bila nam je potaknuti zainteresirane čitaoce na istraživanje posljedica ove afere.

Alan Sokal profesor je fizike pri New York University. Predavao je i na sveučilištu “*La sapienza*” u Rimu te na Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua za vrijeme sandinističke vlade. Sa Jeanom Bricmontom autor je knjige *Les impostures scientifiques des philosophes (post-)modernes*.

U ovome broju objavljeni su prijevodi tri njegova članka (navedeni su onim redom kako su prevedeni):

- 1.) “*Transgressing the Boundaries: Toward a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity*”, *Social Text* #46/47, pp. 217-252 (spring/summer 1996)
- 2.) “*A Physicist Experiments with Cultural Studies*”, *Lingua Franca*, May/June 1996, pp. 62-64
- 3.) “*Transgressing the Boundaries: An Afterword*”, *Dissent*, 43(4), pp. 93-99 (Fall 1996)

preveo: Sven Marčelić

Nadilaženje granica: prema transformativnoj hermeneutici kvantne gravitacije



Mnogi prirodnjaci, a pogotovo fizičari, još uvijek nemaju predodžbu o tome da discipline koje se bave društvenom i kulturalnom kritikom mogu na bilo koji način, osim možda periferno, doprinijeti njihovim istraživanjima. Još manje su otvoreni prema ideji da bi u svjetlu te kritike trebali ponovo sagledati i postaviti temelje svoga svjetonazora. Radije se drže dogme koju je nametnula postprosvjetiteljska hegemonija nad zapadnim intelektualnim svjetonazorom, a koja se može sažeti u sljedeće tvrdnje: postoji izvanjski svijet čija svojstva su neovisna o pojedinom ljudskom biću i dakako čovječanstvu kao takvom; ta su svojstva izražena “vječnim” fizikalnim zakonima; ljudska bića mogu steći pouzdano, iako nesavršeno i provizorno znanje o tim zakonima usavršavajući “objektivne” procedure i epistemološke prigovore koje propisuje (takozvana) znanstvena metoda.

Međutim, značajni konceptualni pomaci u znanosti dvadesetoga stoljeća potkopali su kartezijansko - newtonovsku metafiziku¹; revizionističke studije povjesničara i filozofa znanosti produbile su sumnju u njenu vjerodostojnost²; i, na kraju, feminističke i poststrukturalističke kritike demistificirale su skriveni sadržaj glavnog toka zapadne znanstvene prakse, otkrivajući ideologiju dominacije skrivenu iza fasade “objektivnosti”³. Postaje sve očitije da je fizikalna “realnost” konačno društveni i lingvistički konstrukt; da je znanstvena “spoznaja” daleko od objektivnosti i da odražava dominantne ideologije i odnose moći u kulturi koja ju je proizvela; da se od onoga za što znanost tvrdi da je istina ne može odvojiti breme teorije i autoreferencijalnosti; i, posljedično, da diskurs znanstvene zajednice, unatoč nesumnjivoj vrijednosti, ne može tražiti povlašteni epistemološki status prema protuhegemonističkim narativima koji izvire iz otcijepljenih ili marginaliziranih zajednica. Ovoj temi može se ući u trag, unatoč nekim razlikama u onome što je istaknuto kao važno, kod Aronowitzove analize kulturalnog sklopa koji je proizveo kvantnu mehaniku⁴, u Rossovoj raspravi o suprotstavljenim diskursima u postkvantnoj znanosti⁵, u Irigarayinom i Haylesinom tumačenju enkodiranja roda u mehanici fluida⁶ te u Hardinginoj sveobuhvatnoj kritici rodne ideologije koja se općenito nalazi u podlozi prirodnih znanosti, a posebno u fizici⁷.

Moj je cilj ovdje produbiti tu analizu za još jedan korak, uzimanjem u obzir suvremenog razvoja u kvantnoj gravitaciji, naprednoj grani fizike koja znači sintezu i nadomjestak Heisenbergove kvantne mehanike i Einsteinove opće relativnosti. Kod kvantne gravitacije, kao što ćemo vidjeti, prostornovremenska platforma prestaje postojati kao objektivna fizikalna

¹ Heisenberg (1958), Bohr (1963)

² Kuhn (1970), Feyerabend (1975), Latour (1987), Aronowitz (1988b), Bloor (1991)

³ Merchant (1980), Keller (1985), Harding (1986, 1991), Haraway (1989, 1991), Best (1991)

⁴ Aronowitz (1988b, posebno poglavlja 9 i 12)

⁵ Ross (1991, uvod i prvo poglavlje)

⁶ Irigaray (1985), Hayles (1992)

⁷ Harding (1986, posebno poglavlja 2 i 10; Harding, 1991, posebno poglavlje 4)

stvarnost, geometrija postaje relacijska i kontekstualna, a temeljne konceptualne kategorije prijašnje znanosti - uključujući i samo postojanje - postaju podložne promišljanju i relativizaciji. Ova konceptualna revolucija, tvrdim, ima dalekosežne implikacije na sadržaj buduće postmoderne i oslobađajuće znanosti.

Moj pristup bit će sljedeći: prvo ću ukratko sagledati neka filozofska i ideološka pitanja koja su potakle kvantna mehanika i opća relativnost. Nakon toga ću pokušati skicirati obrise napretka teorije kvantne gravitacije i raspraviti neka njena konceptualna pitanja. I na kraju, komentirat ću kulturalne i političke implikacije ovakvog znanstvenog razvoja. Treba naglasiti da je ovaj članak nužno provizoran i uvodnog karaktera i da nemam namjeru odgovoriti na sva pitanja koja su potaknuta. Cilj je prije svega privući pažnju čitatelja prema ovom važnom razvoju fizike i skicirati što je bolje moguće njegove filozofske i političke implikacije. Nastojao sam svesti matematiku na najnužniji minimum, ali sam isto tako naveo mnoštvo referenci gdje zainteresirani čitatelj može naći sve potrebne detalje.

KVANTNA MEHANIKA: NEODREĐENOST, KOMPLEMENTARNOST, DISKONTINUITET I MEĐUPOVEZANOST

Nemam namjeru ulaziti u širu raspravu o konceptualnim temeljima kvantne mehanike⁸. Dovoljno je reći kako će se svatko tko je ozbiljno shvatio njene jednadžbe složiti s Heisenbergovim odmjerenim (oprostite na igri riječima) sažetkom njegovog čuvenog *principa neodređenosti*:

Ne možemo više govoriti o ponašanju čestice neovisno o procesu promatranja. Konačna posljedica je da se matematički izraženi prirodni zakoni u kvantnoj teoriji više ne bave elementarnim česticama samim, nego našim spoznajama o njima. Više nije moguće pitati postoje li objektivno te čestice ili ne u prostoru i vremenu... Kada govorimo o prikazu prirode u današnjim egzaktnim znanostima, ne mislimo toliko na prikaz prirode koliko na *prikaz našeg odnosa prema prirodi*... Znanost se više ne suprotstavlja prirodi kao objektivni promatrač, nego se vidi kao glumac u ovoj međugri čovjeka (sic) i prirode. Znanstvene metode analize, objašnjavanja i klasifikacije postale su svjesne svojih ograničenja, koja nastaju iz činjenice da svojim intervencijama znanost mijenja i preinačuje objekt istraživanja. Drugim riječima, metoda i objekt se više ne mogu razdvajati^{9, 10}.

U tom smjeru cilja i Niels Bohr:

Neovisna realnost u uobičajenom fizikalnom smislu... ne može se pripisati niti pojavnostima niti učincima opažanja¹¹.

Stanley Aronowitz uvjerljivo je pokazao povezanost ovakvog svjetonazora i krize liberalne hegemonije u Srednjoj Europi prije i neposredno nakon Prvog svjetskog rata.^{12, 13}

⁸ Za uvid u problem, v. Jammer (1974), Bell (1987), Albert (1992), D rr, Goldstein i Zanghi (1992), Weinberg (1992, poglavlje 4), Coleman (1993), Maudlin (1994), Bricmont (1994)

⁹ Heisenberg (1958, 15, 28-29), kurziv u Heisenbergovom izvorniku. V. također Overstreet (1980), Craige (1982), Hayles (1984), Greenberg (1990), Booker (1990) i Porter (1990) za primjere poklapanja i razmjene ideja između relativističke kvantne teorije i književne kritike.

¹⁰ Nažalost, Heisenbergov princip neodređenosti često su krivo tumačili filozofski amateri. Kao što Gilles Deleuze i Félix Guatari (1994, 129-130) lucidno ističu:
u kvantnoj fizici, Heisenbergov zloduh ne izražava nemogućnost mjerenja ujedno brzine i položaja čestice zbog subjektivnog međudjelovanja

¹¹ Bohr (1928), prema Pais (1991, 314)

¹² Aronowitz (1988b, 251-256)

Drugi važan aspekt kvantne mehanike je njeno načelo *komplementarnosti* ili *dijalektizma*. Je li svjetlo čestica ili val? Komplementarnost znači shvatiti da "su ponašanje vala i čestice međusobno isključivi, ali da su oboje potrebni za potpuno objašnjenje svih pojavnosti."¹⁴ Još općenitije, primjećuje Heisenberg,

Razni intuitivni prikazi koje upotrebljavamo kako bismo opisali atomske sisteme, iako su potpuno adekvatni za dane eksperimente, nisu međusobno isključivi. Tako se, na primjer, Bohrov atom može prikazati kao sićušan planetarni sustav sa središnjom atomskom jezgrom oko koje rotiraju vanjski elektroni. Za druge eksperimente opet može biti prikladnije zamisliti kako je atomska jezgra okružena sustavom stacionarnih valova čija je frekvencija karakteristika radijacije koja izvire iz atoma. Napokon, možemo atom razmatrati i kemijski... Svaki prikaz je legitiman kada se koristi na pravome mjestu, ali razni prikazi su proturječni i zato ih nazivamo međusobno komplementarnima.¹⁵

I opet Bohr¹⁶ :

Potpuno razjašnjenje jednog te istog predmeta može zahtijevati različita gledišta koja se opiru jedinstvenom opisu.

Ovi nagovještaji postmoderne epistemologije nikako nisu slučajni. Duboke veze između komplementarnosti i dekonstrukcije u zadnje vrijeme su rastumačili Froula¹⁷, Honner¹⁸ i pogotovo Plotnitsky.^{19, 20, 21}

Treći aspekt kvantne fizike je *diskontinuitet* ili *lom*: kao što je objasnio Bohr, bit [kvantne teorije] može se izraziti takozvanim kvantnim postulatom, koji pripisuje bilo kojem atomskom procesu esencijalni diskontinuitet, ili radije individualnost, potpuno stranu

¹³ V. također Porush (1989) zbog fascinantnog prikaza kako je druga grupa znanstvenika i inženjera - kibernetičista - uspjela sa značajnim uspjehom potkopati najrevolucionarnije implikacije kvantne fizike. Glavno ograničenje Porushove kritike je da se temelji isključivo na kulturalnom i filozofskom planu; njegovi zaključci bili bi neusporedivo snažniji da su se temeljili na analizi ekonomskih i političkih faktora (na primjer, Porush nije spomenuo da je inženjer - kibernetičar Claude Shannon za tadašnjeg telefonskog monopolista AT&T). Pažljiva analiza bi, čini mi se, pokazala kako se pobjeda kibernetike nad kvantnom fizikom tokom četrdesetih i pedesetih može u velikoj mjeri objasniti povezanošću kibernetike s rastućom kapitalističkom potrebom za automatizacijom industrijskog procesa, u suprotnosti s marginalnom industrijskom važnošću kvantne mehanike.

¹⁴ Pais (1991, 23). Aronowitz (1981, 28) primjećuje kako dualnost val - čestica čini "volju za totalitarnošću u modernoj znanosti" prilično problematičnom:

Razlike u fizici između valne i čestične teorije materije, načelo neodređenosti koje je otkrio Heisenberg, Einsteinova teorija relativnosti... sve su to prilagođavanja nemogućnosti da se postigne jedinstvena teorija polja u kojoj bi se anomalije "razlika" (kod teorije koja kao polaznu točku postavlja jednakost) mogle razriješiti bez dovođenja u pitanje pretpostavki same znanosti.

Za dalju razradu ovih ideja, v. Aronowitz (1988a, 524-525, 533)

¹⁵ Heisenberg (1958, 40-41)

¹⁶ Bohr (1934), citirano prema Jammer (1974, 102). Bohra je analiza načela komplementarnosti dovela i do, za tadašnje pojmove, vrlo naprednog društvenog pogleda na svijet. Uzmimo za primjer ovaj odlomak njegovog predavanja iz 1938. (Bohr 1958, 30).

"Ovdje bih vas možda trebao podsjetiti na razmjere do kojih se u određenim društvima obrnule uloge muškaraca i žena, ne samo s obzirom na kućanske i društvene dužnosti, nego i na ponašanje i mentalitet. Čak i ako bi mnogi među nama, u takvoj situaciji, mogli izbjegavati priznavanje mogućnosti da je hir sudbine što dotični ljudi imaju svoju specifičnu kulturu, a ne našu, očito je da i najmanja sumnja u tom smislu pretpostavlja izdaju nacionalnog samozadovoljstva inherentnog svakoj ljudskoj kulturi."

¹⁷ Froula (1985)

¹⁸ Honner (1994)

¹⁹ Plotnitsky (1994) Ovo impresivno djelo također objašnjava i tijesnu povezanost s Gödelovim dokazom nedovršenosti formalnih sistema i sa Skolemovom konstrukcijom nestandardnih modela u aritmetici, baš kao i s Batailleovom općom ekonomijom. Za daljnju raspravu o Batailleovoj fizici v. Hochroth (1995)

klasičnim teorijama, a simbolizira ga Planckov kvant akcije²².

Pola stoljeća kasnije izraz “kvantni skok” toliko je ušao u naš svakodnevni jezik da ga koristimo bez ikakve svijesti o njegovom porijeklu koje vuče iz fizikalne teorije.

Konačno, Bellov teorem²³ i njegove novije generalizacije²⁴ pokazuju da čin opažanja sada i ovdje ne utječe samo na predmet promatranja - kao što nam govori Heisenberg - nego i na proizvoljno udaljeni predmet (recimo, na Andromedinoj galaksiji). Ovaj fenomen, koji je Einstein nazvao “sablasiim”, nameće radikalno prevrednovanje tradicionalnih mehanicističkih koncepata prostora, vremena i kauzalnosti²⁵ i ukazuje na alternativni svjetonazor u kojem univerzum karakteriziraju međupovezanost i holizam: ono što fizičar David Bohm zove “implicitnim poretkom”²⁶. Ovi uvidi kvantne fizike u raznim su se new age interpretacijama pretvorili u upitne spekulacije, ali provodna nit argumentacije je neosporiva²⁷. Bohrovim

²⁰ Mogu se navesti brojni drugi primjeri. Na primjer, Barbara Johnson (1989, 12) ne spominje konkretno kvantnu fiziku, ali njen opis dekonstrukcije je začudno točan sažetak principa komplementarnosti:

Umjesto jednostavne “ili/ili” strukture dekonstrukcija pokušava razraditi diskurz koji kaže *niti* “ili/ili” niti “i/i” niti “niti/niti”, ali u isto vrijeme ne napušta posve tu logiku.

V. također McCarthy (1992) za poticajnu analizu koja nameće uznemirujuća pitanja o “suučesništvu” (nerelativističke) kvantne fizike i dekonstrukcije.

²¹ Dopustite mi ovdje jedno osobno prisjećanje: Pred petnaestak godina, još dok sam bio student, istraživanje na relativnosti teorije kvantnog polja dovelo me do pristupa koji sam nazvao “de(kon)struktivna teorija kvantnog polja” (Sokal, 1982). Naravno, u to doba nisam imao pojma o djelu Jacquesa Derride o dekonstrukciji u filozofiji i teoriji književnosti. Iz današnje perspektive uočavam začuđujuću srodnost: moj rad može se čitati i kao istraživanje o tome kako ortodokсни diskurz (npr. Itzykson and Zuber, 1980) o teoriji skalarnih kvantnih polja u četverodimenzionalnom prostor-vremenu (tehničkim terminom “renormalized perturbation theory” for the 2/4 theory) brani vlastitu nepouzdanost i stoga potkopava vlastitu afirmaciju. Od tada se u svojem radu zanimam za druga pitanja, najčešće povezana s faznom tranzicijom: ali još uvijek se mogu razabrati suptilne homologije između ta dva polja, pogotovo na temu diskontinuiteta. Za još primjera o dekonstrukciji u teoriji kvantnih polja, v. Merz and Knorr Cetina (1994)

²² Bohr (1928), prema Jammer (1974, 90)

²³ Bell (1987, posebno poglavlja 10 i 16) V. također Maudlin (1994, poglavlje 1) za čisti izračun koji ne zahtijeva specijaliziranije znanje algebre od onoga koje se uči u srednjoj školi

²⁴ Greenberger et al. (1989, 1990), Mermin (1990, 1993)

²⁵ Aronowitz (1988b, 331) iznosi provokativno zapažanje o nelinearnoj kauzalnosti u kvantnoj mehanici i njenom odnosu prema socijalnoj konstrukciji vremena:

“Linearna kauzalnost pretpostavlja da se odnos uzroka i učinka može izraziti kao funkcija temporalne sukcesije. Zahvaljujući novijim dostignućima kvantne mehanike, možemo pretpostaviti da je moguće saznati učinke odsutnih uzroka; tj., metaforički rečeno, učinci mogu anticipirati uzroke tako da naša percepcija uzroka može prethoditi fizičkom pojavljivanju “njih samih”. Hipoteza koja dovodi u pitanje naše uobičajeno poimanje vremena i kauzalnosti te koja nameće mogućnost vraćanja vremena unatrag također postavlja i pitanje stupnja do kojeg je koncept “vremenskog pravca” inherentan cijeloj znanstvenoj teoriji. Ako se ovi pokusi pokažu točnima, zaključci o tome kako se vrijeme historijski ustrojilo kao “vrijeme protjecanja” postat će otvoreno pitanje. Imat ćemo eksperimentalni “dokaz” o nečemu u što su filozofi i književni i društveni kritičari odavno sumnjali: da je vrijeme djelomično konvencionalna konstrukcija, a njegovo dijeljenje u sate i minute rezultat potrebe za discipliniranom proizvodnjom, za racionalnom organizacijom rada rane građanske epohe.”

Greenbergove (1989, 1990) i Merminove (1990, 1993) teoretske analize pružaju izrazit primjer ovog fenomena; v. Maudlin (1994) za detaljnu analizu implikacija koncepta kauzalnosti i temporalnosti. Eksperimentalni test s ciljem proširenja rada Aspecta et al (1982) bi se trebao dogoditi u sljedećih nekoliko godina.

²⁶ Bohm (1980) Bliski odnosi između kvantne mehanike i problema uma-tijela raspravljeni su u Goldstein (1983, poglavlja 7 i 8)

²⁷ Među opsežnom literaturom, Caprina (1975) knjiga može se preporučiti zbog znanstvene točnosti pristupačnosti stručnjacima. Uz to, Sheldrakeova (1981) knjiga, iako ponegdje spekulativna, donosi opći uvid u problem. Za dobrotu, ali kritičku analizu New age teorija, v. Ross (1991, poglavlje 1). Za kritiku Caprina rada iz perspektive trećeg svijeta v. Alvares (1992, poglavlje 6)

riječima, “Planckovo otkriće elementarnog kvanta akcije... otkrilo je obilježje *cjelovitosti* koje je inherentno atomskoj fizici i ide puno dalje od drevne ideje ograničene djeljivosti materije”²⁸.

HERMENEUTIKA KLASIČNE OPĆE RELATIVNOSTI

U njutnovskom svjetonazoru, prostor i vrijeme su odvojeni i apsolutni.²⁹ U Einsteinovoj specijalnoj teoriji relativnosti (1905) gubi se distinkcija između vremena i prostora: postoji samo novo jedinstvo, četverodimenzionalno vrijeme-prostor, a promatračeva percepcija “vremena” i “prostora” ovisi o stanju pomicanja³⁰. Čuvenim riječima Hermanna Minkowskog (1908):

Odsada su vrijeme i prostor kao takvi osuđeni na propast i jedino će njihovo zajedništvo očuvati neovisnu stvarnost³¹.

Unatoč tome, geometrija koja leži u pozadi minkovskijevskog prostor-vremena ostaje apsolutna³².

Tek u Einsteinovoj općoj teoriji relativnosti (1915) pojavljuje se radikalni konceptualni proboj: prostornovremenska geometrija postaje kontingentna i dinamična, enkodirajući se u gravitacijskom polju. Matematički, Einstein prekida s tradicijom koja seže skroz do Euklida (a koja se i danas predaje srednjoškolicima!) i umjesto nje primjenjuje neeuclidovsku geometriju koju je razvio Riemann. Einsteinove jednadžbe visoko su nelinearne i zato ih tradicionalno

²⁸ Bohr (1963,2), kurziv u izvorniku

²⁹ Njutnovski atomizam gleda na čestice kao hiperseparirane u vremenu i prostoru; zapravo, “jedina sila dozvoljena unutar mehanicističkog okvira je kinetička energija; sve druge sadržane sile, uključujući djelovanje na daljini, promatra se kao okultno” (Mathews 1991, 17). Za kritičku analizu njutnovskog mehanicističkog svjetonazora V. Weil (1968, posebno poglavlje 1), Merchant (1980), Berman (1981), Keller (1985, poglavlja 2 i 3), Mathews (poglavlje 1) i Plumwood (1993a, poglavlje 3)

³⁰ Ako ćemo se ravnati prema tradicionalnim udžbenicima, specijalna se relativnost tiče koordinatnih transformacija koje se odnose na dva referentna okvira jednog relativnog kretanja. Radi se, međutim o pojednostavljenju koje navodi na krivi smjer, kao što to ističe Latour (1988):

“Kako bismo mogli odlučiti može li promatranje obavljeno u vlaku o ponašanju padajućeg kamena odgovarati onome obavljenom s nasipa? Ako postoji samo jedan, ili čak *dva*, referentni okvir, ne može se naći rješenje jer promatrač u vlaku vidi ravnu liniju, a onaj na nasipu parabolu... Einsteinovo rješenje je sagledavanje *triju* aktera: onog u vlaku, onog na nasipu i trećeg, autora (onog koji vrši iskaz) koji pokušava uskladiti opažanja prve dvojice... Bez pozicije vršioca iskaza (sakrivenog u Einsteinovim izračunima) i bez znanja o središtu izračunavanja, Einsteinovi tehnički argumenti su nerazumljivi... (str 10-11 i 35, kurziv u originalu)

Na kraju se, kao što Latour dosjetljivo ali točno uočava, specijalna relativnost svodi na pretpostavku da “više referentnih okvira s manje privilegija mogu biti pristupačni, reducirani, akumulirani i kombinirani, promatrač se može nalaziti na više mjesta u beskonačno velikom (kozmos) i beskonačno malom (elektroni), a da njihova očitavanja budu razumljiva. Njegova (Einsteinova) knjiga mogla se zvati i “Nove upute za vraćanje udaljenih znanstvenih putnika”

Latourova kritička analiza Einsteinove logike pruža iznimno pristupačan uvod u specijalnu relativnost za neznanstvenike.

³¹ Minkowski (1908), prevedeno u Lorentz et al (1952, 75)

³² Ostalo je neizrečeno kako specijalna relativnost nameće nove koncepte ne samo vremena i prostora, nego i mehanike. Kod specijalne relativnosti, kako primjećuje Virilio (1991, 136) “dromosferični prostor, prostor-brzina, je fizikalno opisan kao “logistička jednadžba”, rezultat umnoška mase premještene brzinom svog premještanja, $M \cdot V$ ”. Ova radikalna promjena Newtonove formule ima duboke, suštinske posljedice, pogotovo u kvantnoj teoriji; v Lorentz et al. (1952) i Weinberg (1992) za daljnju raspravu.

obučeni matematičari tako teško rješavaju³³. Newtonova gravitacijska teorija korespondira s grubim (i konceptualno krivo usmjerenim) sakaćenjem Einsteinovih jednadžbi kod kojeg je nelinearnost jednostavno ignorirana. Einsteinova opća relativnost stoga usvaja sve pretpostavljene uspjehe Newtonove teorije, ali ih i daleko nadmašuje predviđanjem radikalno novih pojava koje izravno proizlaze iz nelinearnosti: Sunčevo vezanje zvjezdane svjetlosti, precesiju ophodne putanje Merkura i gravitacijski kolaps zvijezda u crne rupe.

Opća relativnost je toliko čudna da se neke njezine posljedice - deducirane od strane nepogrešivih matematičara i učestalo potvrđene astrofizičkim promatranjima - čitaju kao znanstvena fantastika. Crne rupe su danas dobro poznate, a crvotočine su sve prisutnije. Možda je manje poznata Gödelova konstrukcija Einsteinovog prostor-vremena koja priznaje zatvorene vremenolike krivulje: to znači univerzum u kojem je moguće *otputovati u vlastitu prošlost*³⁴.

Dakle, opća nas relativnost primorava na radikalno novo i protuintuitivno poimanje prostora, vremena i kauzalnosti^{35, 36, 37, 38}; stoga ne iznenađuje velik utjecaj koji je imala ne samo na prirodne znanosti, nego također i na filozofiju, književnu kritiku u društvenim znanostima. Na primjer, na čuvenom simpoziju pred tri desetljeća, *Les Langages Critiques et les Sciences de*

³³ Steven Best (1991, 225) ukazuje da je glavni problem to što “za razliku od linearnih jednadžbi u njutnovskoj, pa čak i kvantnoj mehanici, nelinearne jednadžbe nemaju jednoznačna rješenja pri čemu se polazi od jednostavnih nezavisnih dijelova”. Iz ovog razloga se strategije atomizacije i redukcionizma koji stoje u pozadini Newtonove znanstvene metodologije jednostavno ne mogu primijeniti na opću relativnost.

³⁴ Gödel (1949). Za sažetak novih radova na tom području v. 't Hooft (1993)

³⁵ Ove nove predodžbe prostora, vremena i kauzalnosti već su *djelomično* nagoviještene u specijalnoj relativnosti. Alexander Argyros (1991, 137) primijetio je kako

“u univerzumu u kojem dominiraju fotoni, gravitoni i neutriini, tj. u vrlo ranom svemiru, teorija specijalne relativnosti tvrdi da je bilo kakvo razlikovanje “prije” i “poslije” nemoguće. Za česticu koja putuje brzinom svjetlosti svi su događaji simultani.”

Ipak, ne mogu se složiti s Argyrosovim zaključkom da je Derridina dekonstrukcija neprimjenjiva na hermeneutiku kozmologije ranoga svemira: Argyrosov argument temelji se na nepropusno totalizirajućoj upotrebi specijalne relativnosti (tehničkim pojmovima, “koordinate svjetlosnog stošca”) u kontekstu u kojem je opća teorija neizbježna. (Za sličnu, ali manje bezazlenu grešku, v. fusnotu 40)

³⁶ Jean-François Lyotard (1989, 5-6) je istaknuo da ne samo opća relativnost, nego i suvremena fizika elementarnih čestica nameće novo poimanje vremena:

“U suvremenoj fizici i astrofizici... čestica ima neku vrstu elementarnog pamćenja i uzročno tome temporalni filter. To je razlog zbog kojeg su suvremeni fizičari skloni misliti da vrijeme izvire same materije te da se ne radi o entitetu unutar ili izvan univerzuma a čija bi funkcija bila sabrati sva razna vremena u sveopću povijest.”

Nadalje, Michel Serres (1992, 89-91) primjećuje kako su teorija kaosa (Gleick, 1987) i teorija perkolacije (Stauffer 1985) osporile tradicionalni linearni koncept vremena:

“Vrijeme ne teče duž linije... ili ravnine, nego duž izvanredno složene cijevi, koja kao da ima točke zastajanja, pukotine, ušća [*puits*], munjevite putanje akceleracije [*cheminées d'accélération foudroyante*], raspore, šupljine, a sve to posijano nasumice... Vrijeme protječe na vrlo turbulentan i kaotičan način; ono se cijedi.”

[Sokal: Prijevod moj. Uočite da je u teoriji dinamičnih sustava *puits* tehnički termin koji znači ušće, tj. suprotno od izvora.]

Ovi višestruki uvidi u prirodu vremena koje donose razne grane fizike predstavljaju daljnju ilustraciju načela komplementarnosti.

³⁷ Opća relativnost može se smatrati kao potkrepa ničeanke dekonstrukcije kauzalnosti (v. npr. Culler 1982, 86-88), iako neki relativisti ovo tumačenje smatraju problematičnim.

³⁸ Opća relativnost je, naravno, početna točka za suvremenu astrofiziku i fizikalnu kozmologiju. V. Mathews (1991, 59-90, 109-116, 142-163) za detaljnu analizu veza između opće relativnosti (i njenih generalizacija nazvanih “geometrodinamika”) i ekološkog svjetonazora.

l'Homme, Jean Hyppolite postavio je pronicljivo pitanje o Derridinoj teoriji strukture i znaka u znanstvenom diskursu:

Kada promatramo, na primjer, strukturu određene algebarske konstrukcije (cjeline), gdje je središte? Je li središte spoznaja o općim pravilima koja nam, nakon prilagodbe danom slučaju, omogućuju razumijevanje međugre elemenata? Ili su to određeni elementi koji uživaju posebne privilegije unutar cjeline?... Kod Einsteina, primjerice, vidimo kraj neke vrste privilegiranosti empirijskog dokaza. I u toj povezanosti vidimo kako se pojavljuje konstanta koja je kombinacija prostor-vremena, koja ne pripada ni jednom od eksperimentatora, ali koja, na neki način, dominira cijelim konstruktom; ta predodžba konstante - nije li to središte?³⁹

Derridin odgovor tiče se same biti klasične opće relativnosti:

Einsteinova konstanta nije konstanta, nije središte. Ona je sam koncept varijabilnosti - ona je, napokon, koncept igre. Drugim riječima, ona nije koncept *nečega* - središta iz kojeg promatrač može ovladati poljem - nego koncept igre sam...⁴⁰

Matematičkim pojmovima, Derridino zapažanje odnosi se na invarijantnost Einsteinove jednadžbe polja $G_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu}$ pod difeomorfizmima nelinearnog prostor-vremena. Ključna točka je u tome da ova invarijantna grupa "djeluje tranzitivno": to znači da se bilo koja točka u prostor-vremenu, ukoliko uopće postoji, može transformirati u neku drugu. Na taj način beskonačno dimenzionalna invarijantna grupa podriiva razliku između promatrača i promatranog: Euklidov d i Newtonov G , za koje se prethodno držalo da su konstantni i univerzalni, sada se shvaćaju u njihovoj neizbježivoj povijesnosti; a navodni promatrač postaje fatalno decentriran, isključen od svake veze s točkom prostor-vremena koju sama geometrija više ne može definirati.

KVANTNA GRAVITACIJA: STRUNA, TKANJE ILI MORFOGENETIČKO POLJE?

Kako bilo da bilo, ova interpretacija, adekvatna unutar klasične opće relativnosti, postaje nedostatnom unutar nadirućeg postmodernog viđenja kvantne gravitacije. Kad čak i polje gravitacije - utjelovljenje geometrije - postaje nepromjenjiv (i stoga nelinearan) operator, kako se može održati klasična interpretacija $G_{\mu\nu}$ kao geometrijskog entiteta? Sada ne samo promatrač, nego i sam koncept geometrije postaje relacijski i kontekstualan. Sinteza kvantne teorije i opće relativnosti je, dakle, središnji neriješeni problem teorijske fizike⁴¹; danas se ne može sa sigurnošću predvidjeti kako će izgledati jezik i ontologija, a još manje sadržaj te sinteze kad do nje dođe. Važno je, ipak, preispitati povijest metafora i slika koje su fizičari teoretičari upotrebljavali u svojim pokušajima razumijevanja kvantne gravitacije.

Raniji pokušaji - od ranih šezdesetih - predočavanja geometrije na Planckovoj skali (otprilike 10^{-33} centimetra) slikali su je kao "prostornovremensku pjenu": mjehuriće prostornovremenske

³⁹ Rasprava o Derrida (1970, 265-266)

⁴⁰ Derrida (1970, 267). Desni kritičari Gross i Levitt (1994, 79) ismijavali su ovu tvrdnju, namjerno je krivo tumačeći kao tvrdnju koja se odnosi na *specijalnu* relativnost, u kojoj je Einsteinova konstanta c (brzina svjetlosti u vakuumu), naravno, konstanta. Nijedan čitatelj upućen u modernu fiziku - osim ideološki pristranih - ne bi mogao krivo protumačiti Derridino nedvosmisleno pozivanje na *opću* relativnost.

⁴¹ Luce Irigaray (1987, 77-78) ističe kako su proturječnosti između kvantne teorije i teorije polja zapravo kulminacija povijesnog procesa koji je započeo Newtonovom mehanikom:

"Newtonov pomak najavio je znanstveni poduhvat prema svijetu u kojem je osjetilna percepcija manje vrijedna, svijetu koji bi mogao voditi uništenju udio objekta: sadržaj univerzuma i tijela od kojih je sastavljen. U samoj znanosti, štoviše, postoje rascijepi: kvantna teorija / teorija polja, mehanika čvrstih stanja / mehanika fluida, na primjer.

zakrivljenosti koji dijele složenu i stalno promjenjivu topologiju međupovezanosti⁴². Međutim, fizičari nisu bili u stanju razviti ovaj pristup, možda zbog u to vrijeme neadekvatnog razvoja topologije i teorije mnogostrukosti (vidi dolje).

U sedamdesetima su fizičari pokušali još konvencionalniji pristup: pojednostavljivanje Einsteinovih jednadžbi pretvaranjem da su one *skoro linearne*, a onda primjena standardnih metoda teorije kvantnih polja na ove previše pojednostavljene jednadžbe. I ta je metoda propala: pokazalo se da je Einsteinova opća relativnost, tehničkim jezikom, “perturbativno renormalizibilna”⁴³. To znači da su jake nelinearnosti Einsteinove opće relativnosti bitne za teoriju; bilo koji pokušaj pretvaranja da su one slabe je jednostavno proturječan samome sebi. (To ne iznenađuje: skoro-pa-linearan pristup uništava najkarakterističnije sadržaje opće relativnosti, kao što su crne rupe.)

U osamdesetima postaje popularan u mnogome različit pristup, poznatiji kao teorija struna: ovdje temeljna sastavnica materije nisu točkaste čestice, nego slične (na Planckovoj skali) otvorene i zatvorene strune⁴⁴. U ovoj teoriji, prostornovremenski kontinuum ne postoji kao objektivna fizička stvarnost; on je prije izvedeni koncept, aproksimacija valjana samo kod skala velikih dužina (gdje “veliko” znači “puno veće od 10^{-33} centimetra”!). Neko vrijeme mnogi su, oduševljeni teorijom struna, mislili da se približavaju Teoriji Svega - skromnost im baš i nije najveća vrlina - a neki od njih to misle i danas. Međutim, matematičke poteškoće u teoriji struna su prilično velike i ne čini se da će biti razriješene u skorije vrijeme.

Još noviji je pristup male grupe fizičara koja se vratila potpunoj nelinearnosti Einsteinove opće relativnosti i - koristeći se novim matematičkim simbolizmom, izumom Abhaya Ashtekara - pokušali su predočiti strukturu korespondirajuće kvantne teorije⁴⁵. Slika koju su dobili intrigantna je: kao i u teoriji struna, prostornovremenski kontinuum samo je aproksimacija valjana na velikim udaljenostima, a ne objektivna stvarnost. Na malim (Planckova skala) udaljenostima, prostornovremenska geometrija je *tkanje*: kompleksna međupovezanost niti.

Napokon, uzbudljiv prijedlog nastaje u zadnjih nekoliko godina radom na interdisciplinarnoj suradnji matematičara, astrofizičara i biologa: to je teorija morfogenetičkog polja⁴⁶. Od sredine osamdesetih gomilaju se dokazi da je ovo polje, koje su prvi konceptualizirali razvojni biolozi⁴⁷, tijesno povezano s kvantnim gravitacijskim poljem⁴⁸: (a) ispunjava cijeli prostor; (b) u interakciji je sa svom materijom i energijom, bez obzira na to je li tvar/energija magnetski nabijena; i najvažnije, (c) ona je matematički poznata kao “simetrični tenzor drugog ranga”. Sva tri svojstva su karakteristike gravitacije; a pred nekoliko godina dokazano je jedina konzistentna teorija simetričnih tenzora drugog ranga, barem kod malih energija, upravo Einsteinova opća relativnost⁴⁹. Dakle, ako dokazi (a), (b) i (c) stoje, možemo zaključiti kako je morfogenetičko polje kvantni pandan Einsteinovom gravitacijskom polju. Do nedavno je ova teorija ignorirana, ako ne i prezirana, od strane establishmenta fizike visokih energija, koji tradicionalno zamjeraju

⁴² Wheeler (1964)

⁴³ Isham (1991, članak 3.1.4.)

⁴⁴ Green, Schwarz i Witten (1987)

⁴⁵ Ashtekar, Rovelli and Smolin (1992), Smolin (1992)

⁴⁶ Shelldrake (1981, 1991), Briggs and Peat (1984, poglavlje 4), Granero - Porati and Porati (1984), Kazarinoff (1985), Schiffmann (1989), Psarev (1990), Brooks and Castor (1990), Heinonen, Kilpeläinen and Martio (1992), Rensing (1993). Za detaljan prikaz matematičke pozadine ove teorije, v. Thom (1975, 1990); za kratku, ali jasnu analizu filozofskog uporišta ovog i srodnih pristupa v. Ross (1991, 40-42, 253n)

⁴⁷ Waddington (1965), Corner (1966), Gierer et al. (1978)

⁴⁸ Neki raniji istraživači smatrali su da bi morfogenetičko polje moglo biti povezano s elektromagnetskim poljem, ali danas je jasno da se radi samo o zavodljivoj analogiji: v. Shelldrake (1981, 77, 90) za precizno izlaganje. Također, obratite pažnju na točku (b) dolje.

⁴⁹ Boulware and Deser (1975)

zadiranje biologa (društvenjake da i ne spominjemo) u njihovo "leno"⁵⁰. No, neki su teoretski fizičari počeli opet razmatrati ovu teoriju i postoji dobra šansa za napredak u bližoj budućnosti⁵¹. Još je prerano za predviđanje hoće li teorija struna, prostornovremensko tkanje ili morfogenetička polja biti potvrđeni u laboratoriju jer nije lako izvesti te eksperimente, ali zanimljivo je da sve tri teorije imaju slična konceptualna svojstva: snažnu nelinearnost, subjektivnost prostora vremena, neumoljivo protjecanje i naglasak na topologiji međupovezanosti.

DIFERENCIJALNA TOPOLOGIJA I HOMOLOGIJA

Ono što je nepoznato većini outsidera jest da je teorijska fizika doživjela značajnu transformaciju - iako još ne i pravi kuhnovski pomak u paradigmi - u sedamdesetima i osamdesetima: tradicionalnim oruđima matematičke fizike (realna i kompleksna analiza), koja se bave prostornovremenskim kontinuumom samo lokalno dodani su topološki pristupi (preciznije, metode iz diferencijalne topologije⁵²) koje vrijede za globalnu (holističku) strukturu univerzuma. Ovaj trend može se vidjeti i kod teorija struna i superstruna⁵³. Tih godina napisane su i brojne knjige i pregledni članci o "topologiji za fizičare"⁵⁴.

Otprilike u isto vrijeme Jacques Lacan ističe ključnu ulogu diferencijalne topologije u društvenim i psihološkim znanostima:

Ovaj dijagram [Möbiusov pojas] može se smatrati bazom neke vrste esencijalnog upisivanja na izvoru, u čvoru koji konstituira subjekt. To seže mnogo dalje nego što biste mogli pomisliti na prvi pogled, zbog toga što možete tražiti vrstu površine koja može primiti takvo upisivanje. Možda možete vidjeti da je sfera, taj stari simbol potpunosti, neprikladan. Stožac, Kleinova boca, površina poprečnog presjeka... sposobni su primiti takav rez. A ova raznolikost vrlo je važna jer objašnjava mnoge stvari oko strukture mentalnih bolesti. Ako netko može simbolizirati subjekt kao ovaj fundamentalni rez, na isti način može pokazati da rez na stošću odgovara neurotičnom subjektu, a površina poprečnog presjeka nekoj drugoj vrsti mentalne bolesti^{55, 56}.

⁵⁰ Za još jedan primjer efekta "lena", v. Chomsky (1979, 6-7)

⁵¹ Da budem pošten prema establishmentu fizike visokih energija, spomenut ću da postoje poštenu intelektualni razlozi za njihovo protivljenje ovoj teoriji: sve dok kao polaznu točku uzima obrasce povezane sa subkvantnom interakcijom, ona je, fizikalnom terminologijom, "nelokalna teorija polja". Povijest klasične teoretske fizike od ranog 19. stoljeća, od Maxwellove elektrodinamike do Einsteinove opće relativnosti, može se promatrati kao odmak od akcije na udaljenosti prema lokalnim teorijama polja: tehničkim terminima, teorijama koje se mogu izraziti parcijalnim diferencijalnim jednadžbama (Einstein and Infeld 1961, Hayles 1984). Tako nelokalna teorija polja definitivno govori protivno naravi discipline. S druge strane, Bell (1987) i drugi uvjerljivo su dokazivali kako je glavno svojstvo kvantne mehanike upravo nelokalnost, kao što je izraženo u Bellovom teoremu i njegovim generalizacijama (v. bilješke 23 i 24). Zbog toga je nelokalna teorija polja, iako strana klasičnoj fizičarevoj intuiciji, ne samo prirodna nego i *preferirana* (možda čak i *obavezna*?) u kvantnom kontekstu. To je razlog zbog kojeg je klasična opća relativnost lokalna teorija polja, a kvantna gravitacija (kao struna, tkanje ili morfogenetičko polje) bitno nelokalna.

⁵² Diferencijalna topologija je grana matematike koja se bavi onim svojstvima površina (i višedimenzionalnih kontinuumu) na koje ne utječu glatke deformacije. Svojstva koja proučava su stoga prije kvalitativna nego kvantitativna i njene metode su holističke prije nego kartezijanske

⁵³ Green, Schwarz and Witten (1987)

⁵⁴ Tipična takva knjiga je Nash and Sen (1983)

⁵⁵ Lacan (1970, 192-193), predavanje održano 1966. Za dublju analizu Lacanove uporabe ideja matematičke topologije v. Juranville (1984, poglavlje VII), Granon-Lafont (1985, 1990), Vapereau (1985) i Nasio (1987, 1992); sažetak donosi Leupin (1991). V. također Hayles (1990) za zanimljivu vezu između lacanovske topologije i teorije kaosa; nažalost, autorica temu ne obrađuje detaljnije. V. i Žižek (1991, 38-39, 45-47) za još neke homologije između lakanovske teorije i suvremene fizike.

Kao što je Althusser ispravno prokomentirao, "Lacan je konačno Freudovoj misli dao znanstvenu podlogu koju je zahtijevala."⁵⁷ U skorije vrijeme Lacanova *topologie du sujet* doživljava plodnu primjenu u filmskoj kritici⁵⁸ i psihoanalizi AIDS-a.⁵⁹ Matematičkim pojmovima, Lacan ukazuje da je prva homologijska grupa⁶⁰ sfere trivijalna, dok su one ostalih površina dublje; a ova homologija vezana je uz povezanost ili isključenost površine nakon jednog ili više rezova.⁶¹ Štoviše, kao što je Lacan naslućivao, postoji tijesna veza između vanjske strukture fizičkog svijeta i njegovog unutarnjeg psihološkog predstavljanja kroz teoriju čvora: ova hipoteza nedavno je potvrđena Wittenovom derivacijom čvornih invarijanti (posebno Jonesovih polinomija⁶²) iz trodimenzionalne Chern-Simonsove teorije kvantnog polja.⁶³

Analogna topološka struktura pojavljuje se kod kvantne gravitacije, ali ukoliko su uključeni kontinuumi višedimenzionalni prije nego dvodimenzionalni, više homologijske grupe također igraju ulogu. Ti višedimenzionalni kontinuumi više nisu prikladni za prikaz u uobičajenom trodimenzionalnom kartezijanskom prostoru: na primjer, projektivni prostor RP^3 , koji nastaje iz obične 3-sfere identifikacijom antipoda, zahtijevao bi euklidovski gledano barem 5 dimenzija.⁶⁴ Unatoč tome, više homologijske grupe možemo objasniti, barem približno, preko prikladne višedimenzionalne (nelinearne) logike.^{65, 66}

⁵⁶ U buržoaskoj socijalnoj psihologiji topološke ideje iznosi još tridesetih Kurt Lewin, ali njegov rad se nije održao iz dva razloga: zbog njegovih individualističkih ideoloških pretpostavki i zbog toga što se oslanjao na staromodne topološke koncepcije umjesto na modernu diferencijalnu topologiju i teoriju katastrofe. O ovome drugom, v. Back (1992).

⁵⁷ Althusser (1993, 50): "Il suffit, cette fin, reconnaître que Lacan confère enfin la pensée de Freud, les concepts scientifiques qu'elle exige". Ovaj čuveni esej o Freudu i Lacanu prvi je put objavljen 1964, prije nego što je Lacanov rad dosegao najviši stupanj matematičke strogosti. Preveden je na engleski 1969. (New Left Review)

⁵⁸ Miller (1977/78, posebno str. 24-25). Ovaj članak postao je posebno utjecajan u filmskoj teoriji: v. npr. Jameson (1982, 27-28) i tamo citirane reference. Kao što ukazuje Strathausen (1994, 69), Millerov članak je teško pristupačan za čitatelja koji nije upućen u matematičku teoriju skupova. Ipak, trud čitanja se isplati. Za dobar uvod u teoriju skupova, v. Bourbaki (1970)

⁵⁹ Dean (1993, posebno 107-108)

⁶⁰ Teorija homologije je jedna od dvije glavne grane matematičkog polja zvanog algebarska topologija. Za odličan uvod u teoriju homologije v. Munkres (1984); ili za više popularan pristup Eilenberg and Steenrod (1952). Potpuno relativistička teorija homologije izlaže se npr. u Eilenberg and Moore (1965). Za dijalektički pristup teoriji homologije i njenoj dvojnosti (kohomologijskoj teoriji) v. Massey (1978). Za kibernetički pristup homologiji, v. Saludes i Closa (1984)

⁶¹ Za odnos homologije prema rezovima, v. Hirsch (1976, 205-208); a za primjenu na kolektivna gibanja u teoriji kvantnog polja v. Caracciolo et al (1993, posebno app. A.1)

⁶² Jones (1985)

⁶³ Witten (1989)

⁶⁴ James (1971, 271-272) Ipak, treba primijetiti da je prostor RP^3 homeomorfan grupi $SO(3)$ rotacijskih simetrija konvencionalnog trodimenzionalnog euklidovskog prostora. Dakle, neki aspekti Euklidove Trodimenzionalnosti su sačuvani (iako u promijenjenom obliku) u postmodernoj fizici, baš kao što su i neki aspekti Newtonove mehanike sačuvani, ali i promijenjeni kod Einsteina.

⁶⁵ Kosko (1993) V. također Johnson (1977, 481-482) za analizu napora Deride i Lacana u smjeru nadilaženja euklidovske prostorne logike

⁶⁶ Eve Seguin (1994, 61) primjećuje kako "logika ne govori ništa o svijetu i opisi njegovih svojstava nisu ništa drugo nego konstrukti teoretske misli. Ovo objašnjava zašto fizika od Einsteina počiva na alternativnoj logici kao što je trivalentna logika koja odbacuje načelo isključenja trećeg." Pionirski (i nepravedno zaboravljeni) rad tog usmjerenja, također nadahnut kvantnom mehanikom, piše Lupasco (1951). V. također Plumwood (1993b, 453-459) za specifično feminističku perspektivu neklasične logike. Za kritičku analizu jedne neklasične logike ("granične logike") i njenog odnosa prema ideologiji kiberprostora vidi Markley (1994)

TEORIJA MNOGOSTRUKOSTI: CJELINE I GRANICE

Luce Irigaray u svojem čuvenom članku "Is the Subject of Science Sexed?" ističe da matematička znanost u teoriji skupova istražuje otvorene i zatvorene prostore... Vrlo malo se bavi pitanjem parcijalne otvorenosti, skupovima koje nisu jasno određeni linijom, analizama problema razgraničenja...⁶⁷

1982., kad se Irigarayin članak prvi put pojavio, predstavljao je prodornu kritiku: diferencijalna topologija tradicionalno je pretpostavljala proučavanje onoga što se zvalo "kontinuumom bez ograničenja". Ipak, u proteklom su desetljeću neki matematičari pod utjecajem feminističke kritike obnovili pokušaje oko teorije ograničenog kontinuuma.⁶⁸ Možda nije slučaj što upravo ti kontinuumi izniču iz nove fizike teorija polja, teorija superstruna i kvantne gravitacije. Kod teorije struna kvantnomehanička amplituda za interakciju n otvorenih ili zatvorenih struna predstavljena je funkcionalnim integralom (u osnovi, zbrojem) nad poljima koja postoje u dvodimenzionalnom ograničenom kontinuumu⁶⁹. Kod kvantne gravitacije možemo očekivati slično prikazivanje, osim što će dvodimenzionalni kontinuum biti zamijenjen višedimenzionalnim. Nažalost, višedimenzionalnost se protivi uobičajenim shvaćanjima konvencionalne linearne matematike i unatoč novijem otvaranju prema tom problemu (pogotovo kod proučavanja višedimenzionalnih fenomena u teoriji kaosa) teorija višedimenzionalnih kontinuuma ostaje donekle zapostavljena. Ipak, rad fizičara na funkcionalno - integralnom pristupu kvantnoj gravitaciji znatno napreduje⁷⁰ pa možemo očekivati da će to izazvati pažnju matematičara.⁷¹

Kao što je Irigaray anticipirala, važna pitanja svih ovih teorija su: Mogu li se granice nadići (prijeći) i ako da, što se tada događa? Tehnički, to je poznato kao problem "uvjeta granice". Na čisto matematičkom nivou, najuočljiviji aspekt uvjeta granica: na primjer, "slobodni" (bez prepreka), "reflektirajući" (refleksija kao u ogledalu), "periodički" (ponovni ulaz na nekom drugom dijelu kontinuuma) i "antiperiodički" (ponovni ulaz, ali sa zaokretom od 180°). Pitanje koje postavljaju fizičari glasi: "Koји se od svih ovih uvjeta granica zapravo pojavljuju u prikazivanju kvantne gravitacije? Ili se možda svi oni pojavljuju istovremeno i ravnopravno, kao što tvrdi princip komplementarnosti?"⁷² Ovdje bih okončao svoj sažetak razvoja fizike iz jednostavnog razloga što odgovori na ova pitanja - ukoliko uopće i postoje jednoznačni odgovori - još uvijek nisu poznati. U ostatku članka uzet ću kao polazište one dijelove teorije kvantne gravitacije koji su relativno dobro utvrđeni (barem prema standardima konvencionalne znanosti) i pokušati izvesti njihove filozofske i političke implikacije.

NADILAŽENJE GRANICA: PREMA OSLOBAĐAJUĆOJ ZNANOSTI

U zadnja dva desetljeća razvila se među kulturalnim teoretičarima opširna rasprava o naravi modernističke naspram postmodernističke kulture; u zadnjih nekoliko godina ovaj

⁶⁷ Irigaray (1987, 76-77), članak izvorno objavljen na francuskom 1982.

⁶⁸ V. npr. Hamza (1990), McAvity and Osborn (1991), Alexander, Berg and Bishop (1993) i popis literature u tim djelima

⁶⁹ Green, Schwarz and Witten (1987)

⁷⁰ Hamber (1992), Nabutošky and Ben-Av (1993), Kontsevich (1994)

⁷¹ U povijesti matematike postoji dugotrajna dijalektika između razvoja "čistih" i "primijenjenih" grana (Struik 1987). Naravno, "primjene" koje su se poticale često su bile povezane s onim što je profitabilno kapitalistima ili korisno vojnim snagama.

⁷² Ravnopravno predstavljanje svih uvjeta granica sugerira također i Chewova teorija "subatomske demokracije": v. Chew (1977) za uvod te Morris (1988) i Markley (1992) za filozofsku analizu

dijalog posebnu pažnju posvećuje posebnim problemima koje nameću prirodne znanosti,⁷³ a Madsen i Madsen su dali vrlo jasan sažetak tih karakteristika. Oni ističu dva kriterija postmoderne znanosti:

Jednostavan kriterij da bi se znanost smatrala postmodernom je neovisnost o konceptu objektivne istine. Prema tom kriteriju bi se, primjerice, komplementarna interpretacija kvantne fizike koju je iznio Niels Bohr i Kopenhagenska škola smatrala postmodernom.⁷⁴

Očito je da se kvantna gravitacija pokazuje kao arhitektonska postmoderna znanost.

Drugo:

Drugi koncept koji se može smatrati temeljnim za postmodernu znanost je esencijalnost. Postmoderne znanstvene teorije konstruirane su od onih teorijskih elemenata koji su esencijalni za konzistenciju i korisnost te teorije.⁷⁵

Prema tome, količine ili predmeti koji su u načelu neopazivi - kao prostornovremenske točke, točni položaji čestica, ili kvarki i gluoni - ne bi se trebali uvrštati u teorije.⁷⁶ I dok je moderna fizika isključena tim kriterijem, kvantna gravitacija se opet kvalificira: u prijelazu od klasične opće relativnosti prema kvantnoj teoriji prostornovremenske točke su nestale iz teorije.

⁷³ Unutar velikog korpusa djela s politički progresivnom perspektivom posebno su utjecajni bili Merchant (1980), Keller (1985), Harding (1986), Aronowitz (1988b), Haraway (1991) i Ross (1991)

⁷⁴ Madsen i Madsen (1990, 471). Glavno ograničenje njihove analize je u tome što je ona u biti apolitična; teško da uopće treba isticati kako rasprava o tome što je *istina* može bitno utjecati, i zauzvrat biti pod utjecajem, na rasprave o *političkim projektima*. S druge strane, Markleyev (1992, 270) stav sličan je onom koji iznose Madsen i Madsen, ali je ispravno smješten u politički kontekst:

“Radikalne kritike znanosti koje nastoje izbjeći sputanost determinističkom dijalektikom moraju također raspraviti i pitanja realizma i istine kako bi istražili koje vrste stvarnosti - političkih stvarnosti - se mogu začeti kroz dijalog. Unutar dijalogom pokretane okoline rasprave o realnosti postaju, zapravo, irelevantne. “Stvarnost” je, na kraju, historijski konstrukt.”

Vidi Markley (1992, 266-272) i Hobsbawn (1993, 63-64) za daljnju diskusiju o političkim implikacijama.

⁷⁵ Madsen i Madsen (1990, 471-472)

⁷⁶ Aronowitz (1988b, 292-293) iznosi ponešto drugačiju, ali jednako uvjerljivu kritiku kvantne kromodinamike (trenutno hedemonizirajuću teoriju koja predstavlja nukleone kao trajno ograničena stanja kvarka i gluona): sagledavajući Pickeringov (1984) rad, primjećuje kako:

“su u njegovom (Pickeringovom) proračunu kvarki imena dodijeljena (odsutnim) fenomenima koji se podudaraju s česticama prije nego teorijama polja i koji u svakom slučaju nude različita, iako jednako prihvatljiva, objašnjenja za ista opažanja. To što većina znanstvene zajednice bira jedno od njih je posljedica preferiranja tradicije umjesto validnosti objašnjenja. Međutim, Pickering ne poseže dovoljno daleko u povijest fizike kako bi pronašao temelj istraživačke tradicije iz koje izvore objašnjenje kvarkova. Ono se ne može naći unutar tradicije nego u ideologiji znanosti, u razlikama između teorija polja i čestica, jednostavnih i kompleksnih objašnjenja, pristranosti prema sigurnosti radije nego neodređenosti.”

Vodeći se vrlo sličnim argumentima Markley (1992, 269) zapaža kako je preferiranje kvantne kromodinamike umjesto Chewove smione teorije “subatomske demokracije” (Chew, 1977) rezultat ideologije prije nego podataka:

“Ne začuđuje u tom smislu kako je Chewova teorija pala u nemilost fizičara koji tragaju za VUT (Velikom Ujedinjenom Teorijom) ili TS (Teorijom Svega) kako bi objasnili strukturu univerzuma. Sveobuhvatne teorije koje objašnjavaju “sve” su proizvodi isticanja koherencije i poretka od strane zapadne znanosti. Izbor između Chewove teorije i teorija svega s kojim se fizičari suočavaju nije primarno određen istinitim vrijednostima koje nude zaključci iz dostupnih podataka, nego narativnim strukturama - determinističkim ili ne - unutar kojih se ti podaci smještaju i pomoću kojih se interpretiraju.”

Nažalost, velika većina fizičara još uvijek nije svjesna ovih žestokih kritika jedne od najčvršće utemeljenih dogmi.

Za još jednu kritiku skrivenih ideologija u suvremenoj fizici čestica vidi Kroker et al. (1989, 158-162, 204-207). Stil ove kritike je za moj ukus isuviše pod utjecajem Baudrillarda, ali sadržaj (osim nekoliko manjih nepreciznosti) precizno pogada metu.

Ipak, ovi su kriteriji, ma koliko značajni bili, nedovoljni za *oslobađajuću* postmodernu znanost: oni oslobađaju ljudska bića od tiranije “apsolutne istine” i “objektivne stvarnosti”, ali ne nužno i od tiranije drugih ljudskih bića. Riječima Andrewa Rossa, potrebna nam je znanost “koja će biti javno odgovorna i od neke koristi progresivnim interesima”⁷⁷. S feminističkog stajališta Kelly Oliver iznosi sličnu tvrdnju:

...ako želi biti revolucionarna, feministička teorija ne može opisivati što postoji ili “prirodne činjenice”. Ona prije treba biti političko oružje, strategija za nadilaženje opresije u specifičnoj konkretnoj situaciji. Cilj feminističke teorije trebao bi stoga biti razvijanje strateških teorija - dakle, ne istinitih ni lažnih, nego strateških.⁷⁸

Kako to treba činiti?

U onome što slijedi pokušat ću iznijeti skicu postmoderne znanosti na dva nivoa: prvo, s obzirom na opće teme i stavove; i drugo, s obzirom na političke ciljeve i strategije.

Jedna od karakteristika nadiruće postmoderne znanosti je i naglasak na nelinearnosti i diskontinuitetu; ovo je, primjerice, očito kod teorija kaosa i fazne tranzicije, baš kao i kod kvantne gravitacije.⁷⁹ U isto vrijeme feminističke misliteljice ističu važnost odgovarajućih analiza fluidnosti, pogotovo turbulentne fluidnosti.⁸⁰ Ova dva problema nisu tako proturječna kao što se na prvi pogled čini: turbulencija je povezana sa snažnom nelinearnošću, a fluidnost se ponekad povezuje uz diskontinuitet (npr. kod teorije katastrofe⁸¹); sinteza, dakle, ni u kojem slučaju nije isključena.

Drugo, postmoderna znanost dekonstruira i nadilazi kartezijansku metafizičku distinkciju između čovjeka i Prirode, promatrača i promatranog, Subjekta i Objekta. Već je kvantna fizika uzdrmala njutnovsku vjeru u objektivni svijet materijalnih predmeta koji se nalazi “tamo negdje”; ne možemo se više pitati, kao što je to činio Heisenberg, postoje li objektivno čestice u prostoru i vremenu. Heisenbergova formulacija još uvijek pretpostavlja objektivno postojanje prostora i vremena kao neutralne, neproblematične arene u kojoj čestice - valovi međudjeluju (iako nedeterministički); upravo je ta navodna arena ono što kvantna gravitacija dovodi u pitanje. Baš kao što nas kvantna mehanika obavještava da su položaji i momenti čestice ostvareni tek činom promatranja, kvantna gravitacija govori nam da su vrijeme i prostor kontekstualni, a njihovo značenje ovisi jedino o načinu promatranja.⁸²

⁷⁷ Ross (1991, 29) Za začuđujuć primjer kako ovaj skroman zahtjev može razbjesniti desno orijentirane znanstvenike (epitet koji su upotrijebili bio je “zastrašujući staljinist”) vidi Gross and Levitt (1994, 91)

⁷⁸ Oliver (1989, 146)

⁷⁹ I dok su teoriju kaosa često proučavali kulturalni analitičari- vidi među mnogima npr. Hayles (1990, 1991), Argyros (1991), Best (1991), Young (1991, 1992), Assad (1993) - teorija fazne tranzicije uglavnom je prošla nezapaženo. (Jedna od iznimki je rasprava o renormalizacijskoj grupi kod Haylesa (1990, 154-158)) To je stvarno šteta jer su diskontinuitet i pojava višedimenzionalnih skala središnja svojstva ove teorije; bilo bi zanimljivo saznati na koji je način razvoj ovih tema u sedamdesetima i kasnije povezan sa širim kulturalnim trendovima. Zbog toga predlažem ovu teoriju kao vrlo plodno polje budućih istraživanja kulturalnih analitičara. Neki od teorema o diskontinuitetu koji bi mogli biti relevantni za tu analizu mogu se naći kod van Entera, Fernandesa i Sokala (1993)

⁸⁰ Irigaray (1985), Hayles (1992). Ipak, vidi i Schor (1989) za kritiku Irigarayine neprikladne sklonosti prema konvencionalnoj (muškoj) znanosti.

⁸¹ Thom (1975, 1990), Arnold (1992)

⁸² Robert Markley (1991, 6) o kartezijansko/baconovskoj metafiziци primjećuje kako

“Narativi znanstvenog napretka počivaju na nametanju binarnih opozicija - istinito/lažno, točno/pogrešno - teoretskoj i eksperimentalnoj spoznaji, privilegiranju značenja nad višeznačnim, metonimije nad metaforom, monološkog autoriteta nad dijaloškim nadmetanjem... Ovi pokušaji ispravljanja prirode su ideološki opterećeni i deskriptivno ograničeni - usredotočuju se samo na mali opseg pojava - nazovimo to linearnošću - za koje se čini da nude lake, često idealizirane načine modeliranja i interpretiranja odnosa ljudske vrste prema univerzumu.”

Iako je ovo opažanje pod utjecajem prvenstveno teorije kaosa, a onda i nerelativističke kvantne mehanike, ono zapravo prekrasno sažima radikalni izazov koji modernističkoj metafiziци nameće kvantna gravitacija.

Treće, postmoderna znanost odbacuje statične ontološke kategorije i hijerarhijske karakteristike modernističke znanosti. Umjesto atomizma i redukcionizma nove znanosti ističu dinamičnu mrežu odnosa između cjeline i dijelova; umjesto čvrsto određenih jezgri (npr. Newtonovih čestica) dolazi interakcija i protok (npr. kvantno polje). Zanimljivo je što se ova homologijska svojstva pojavljuju u mnogim naoko odvojenim područjima znanosti, od kvantne gravitacije i teorije kaosa do biofizike samoorganizirajućih sustava. Čini se da postmoderne znanosti konvergiraju u novu epistemološku paradigmu, koju bismo mogli nazvati *ekološkom* perspektivom, široko shvaćenom kao “prepoznavanje fundamentalnih međuovisnosti svih fenomena i ugrađenosti pojedinaca i društava u cikličke obrasce prirode.”⁸³

Četvrti aspekt postmoderne znanosti samosvjesni je naglasak na simbolizmu i predodžbi. Kao što ističe Robert Markley, postmoderne znanosti sve više nadilaze disciplinarne granice, preuzimajući svojstva koja su do tada bila specifičnost društvenih znanosti:

Kvantna fizika, hadronska teorija, teorija kompleksnih brojeva i teorija kaosa dijele istu pretpostavku da se realnost ne može opisati pojmovima linearnosti te da su linearne (nerješive) jedino moguće sredstvo opisivanja složene, kaotične i nedeterminističke stvarnosti. Ove postmoderne teorije su metakritičke u smislu da se utemeljuju kao metafore prije nego “točni” opisi stvarnosti. Pojmovima koji su bliži književnim teoretičarima nego teorijskim fizičarima, mogli bismo reći kako ovi pokušaji znanstvenika usmjereni prema razvijanju novih strategija predstavljaju težnju prema teoriji teorija, i pokazuju kako je prikazivanje -matematičko, eksperimentalno i verbalno - inherentno složeno i nije rješenje nego dio semiotike istraživanja univerzuma.^{84, 85}

Krećući od drugačijeg polazišta, Aronowitz sugerira sličnu tezu kako oslobađajuća znanost može proizaći iz interdisciplinarne diobe epistemologija:

...prirodni objekti su također društveno konstruirani. Nije pitanje postoje li ovi prirodni objekti (ili, da budem precizniji, objekti spoznaje prirodnih znanosti) neovisno o činu spoznavanja. Na ovo pitanje odgovoreno nam je predodžbom o “realnom” vremenu kao suprotstavljenom pretpostavci, uobičajenom među novokantovcima, kako je vrijeme uvijek bilo referentno, a temporalnost stoga relativna, a ne bezuvjetna, kategorija. Naravno, Zemlja se okretala puno prije života na njoj. Pitanje je jesu li objekti spoznaje prirodnih znanosti konstituirani izvan društvenog polja. Ako je to moguće, možemo pretpostaviti kako bi znanost ili umjetnost mogle razviti postupke koji bi učinkovito neutralizirali učinke koji proizlaze iz načina na koji proizvodimo znanje / umjetnost. Performativna umjetnost bi mogla biti jedan takav pokušaj.⁸⁶

Napokon, postmoderna znanost pruža snažno odbacivanje autoritarnosti i elitizma inherentnih tradicionalnoj znanosti, baš kao i empirijski temelj za demokratski pristup znanstvenom radu. Kao što je rekao Bohr, “potpuno rasvjetljavanje jednog te istog predmeta može zahtijevati različita gledišta koja se opiru jedinstvenom opisu” i to je jednostavno činjenica o svijetu ma koliko je samopozvani empiricisti u modernoj znanosti željeli negirati.

⁸³ Capra (1988, 145). Primjedba: Poprilično se ograđujem od Caprine upotrebe pojma “cikličkog”, koji bi, ukoliko se uzme previše doslovno, mogao promicati politički nazadni kvijetizam. Za daljnju analizu ovog problema, v. Bohm (1980), Merchant (1980, 1992), Berman (1981), Prigogine and Stengers (1984), Bowen (1985), Griffin (1988), Kitchener (1988), Callicott (1989, poglavlja 6 i 9), Shiva (1990), Best (1991), Haraway (1991, 1994), Mathews (1991), Morin (1992), Santos (1992) i Wright (1992)

⁸⁴ Markley (1992, 264) Jedna manja opaska: Nije mi jasno zašto bi teoriji kompleksnih brojeva, još uvijek nova i prilično spekulativna grana matematičke fizike, trebalo dodijeliti isti epistemološki status kao i trima vrlo čvrsto ustanovljenim znanostima koje spominje Markley.

⁸⁵ V. Wallerstein (1993, 17-20) za pronicljiv prikaz načina na koji postmoderna fizika počinje posuđivati ideje iz historijskih društvenih znanosti; a za detaljniju razradu v. Santos (1989, 1992)

⁸⁶ Aronowitz (1988b, 344)

Kako u takvoj situaciji može samoodržavajuće sekularno svećenstvo službeno potvrđenih “znanstvenika” kao cilj postaviti održavanje monopola na proizvodnju znanstvene spoznaje? (Dopustite mi da naglasim kako se ni u kojem slučaju ne protivim specijaliziranoj znanstvenoj obuci; moj prigovor se odnosi jedino na težnju elitne kaste ka nametanju kanona “visoke znanosti”, kojoj je cilj apriorno isključivanje alternativnih pristupa znanstvenoj produkciji.⁸⁷)

Sadržaj i metodologija postmoderne znanosti pružaju nam, dakle, snažnu intelektualnu podršku progresivnome političkom projektu, shvaćenom u najširem smislu: nadilaženju granica, rušenju barijera, radikalnoj demokratizaciji svih aspekata društvenog, ekonomskog, političkog i kulturnog života.⁸⁸ Jedan dio ovog projekta mora uključivati i stvaranje nove i uistinu progresivne znanosti koja bi služila takvom potencijalnom demokratiziranom društvu. Kao što Markley primjećuje, čini se da postoje dva više manje međusobno isključiva izbora raspoloživa progresivnoj zajednici:

S jedne strane, politički progresivni znanstvenici mogu pokušati osnažiti postojeće prakse moralnim vrijednostima koje podupiru, dokazujući kako njegovi desničarski protivnici zakrivaju prirodu dok oni, kao protupokret, imaju pristup istini. Ali stanje biosfere - zagađenje zraka i vode, nestanak prašuma, tisuće životinjskih vrsta na rubu izumiranja, velike površine zemljišta iskorištene znatno iznad održivog kapaciteta, nuklearne elektrane, nuklearno oružje, glad, loša prehrana, nestašice vode, nepostojanje travnjaka i povećan broj bolesti povezanih sa stanjem okoliša - sugeriraju kako je san o znanstvenom napretku i ponovnom zadobijanju postojećih metodologija i tehnologija irelevantan za političku borbu koja traži ponovno uvođenje državnog socijalizma.⁸⁹

Alternativa je suštinska rekonceptualizacija kako znanosti, tako i politike:

Dijaloški pomak prema redefiniranju sustava, viđenju svijeta ne samo kao ekolozijske cjeline nego i skupa međusobno suprotstavljenih sustava - svijeta kojeg na okupu drže napetosti između raznih prirodnih i ljudskih interesa - nudi mogućnost redefiniranja onoga što znanost jest i što čini, restrukturiranja determinističkih shema znanstvenog obrazovanja u korist tekućih dijaloga o tome kako utječemo na naš okoliš.⁹⁰

⁸⁷ Na ovome mjestu odgovor tradicionalnih znanstvenika bio bi kako je rad koji se ne ravna potvrđenim standardima konvencionalne znanosti suštinski *irracionalan*, tj. logički manjkav i zbog toga nevjerodostojan. Ovo je pobijanje, međutim, nedostatno: jer, kao što je Porush (1993) sjajno uočio, moderna matematika i fizika su sebi priznale snažan “prodor iracionalnosti” kod kvantne mehanike i Gödelovog teorema - iako, razumljivo, baš kao što su to činili pitagorejci pred 24 stoljeća danas moderni znanstvenici pokušavaju istjerati neželjeni irracionalni element najbolje što mogu. Porush postavlja izvrsno utemeljen zahtjev za “postracionalnom epistemologijom” koja bi zadržala najbolje od konvencionalne zapadnjačke znanosti dok bi u isto vrijeme uzimala u obzir i alternativne načine spoznaje. Primijetite i da je Jacques Lacan, s potpuno različitog polazišta, davno došao do sličnog zaključka o neizbježnoj ulozi iracionalnosti u modernoj matematici:

“Ako mi dopustite da upotrijebim jednu od ovih formula koje mi se nalaze u bilješkama, ljudski život mogli bismo definirati kao izračun u kojem je nula irracionalno. Ta formula je samo slika, matematička metafora. Kad kažem “irracionalno”, ne mislim na nekakvo nedokučivo emocionalno stanje, nego upravo na ono što zovu imaginarnim brojem. Korijen iz minus jedan ne odgovara ničemu što bi bilo subjekt naše intuicije, ničemu stvarnome - u matematičkome smislu riječi - a ipak, mora ostati sačuvan, zajedno sa svojom funkcijom.” [Lacan (1977, 28-29), seminar izvorno predstavljen 1959.]

Za daljnji uvid u irracionalnost u modernoj matematici v. Solomon (1988, 76) i Bloor (1991, 123-125)

⁸⁸ Vidi npr. Aronowitz (1994) i rasprave koje su uslijedile

⁸⁹ Markley (1992, 271)

⁹⁰ Markley (1992, 271). Na istom se tragu Donna Harraway (1991, 191-192) elokventno zalaže za demokratsku znanost koja obuhvaća “parcijalne, lokalne, kritičke spoznaje koje sadrže mogućnost mreža i povezanosti koje se u politici zovu solidarnost, a u epistemologiji zajednički razgovor”, a temelji se na “doktrini i praksi objektivnosti koja prihvaća natjecanje, dekonstrukciju, strastvenu konstrukciju, umrežene veze i nadu u transformaciju sistema spoznaje i načina gledanja”. Ove ideje dalje se razrađuju u Harraway (1994) i Doyle (1994)

Ne treba ni reći da postmoderna znanost svakako pretpostavlja drugi, dubinski pristup.

Uz redefiniranje sadržaja znanosti obavezno treba restrukturirati i institucije u kojima se odvija znanstveni rad - sveučilišta, vladine laboratorije i korporacije - i preoblikovati sustav nagrada koji nagoni znanstvenike da postanu, često protiv njihovih želja i instikata, plaćenici kapitalista i vojske. Kao što ističe Aronowitz, "Trećina od 11 000 diplomaca fizike u Sjedinjenim Državama usmjereno je na jedno jedino usko polje fizike čvrstih stanja i svi oni će se moći zaposliti u tom podpolju."⁹¹ Suprotno tome, dostupno je svega nekoliko radnih mjesta na području kvantne gravitacije ili environmentalne fizike.

Ali sve to je tek prvi korak: temeljni cilj emancipacijskog pokreta mora biti demistifikacija i demokratizacija proizvodnje znanstvenog znanja, rušenje umjetnih barijera koje odvajaju "znanstvenike" od "javnosti". Realno, ovaj zadatak moraju započeti mlade generacije, kroz suštinsku reformu obrazovnog sustava.⁹² Poučavanje znanosti i matematike treba očistiti od autoritarnih i elitističkih karakteristika⁹³, a sadržaj ovih predmeta trebalo bi obogatiti uključivanjem uvida feminističke⁹⁴, queer⁹⁵, multikulturalističke⁹⁶ i ekološke⁹⁷ kritike.

Napokon, sadržaj bilo koje znanosti suštinski je sputan jezikom unutar kojeg se formuliraju diskursi; zapadnom prirodnom znanošću još od Galilea dominira jezik matematike.^{98, 99} Ali čije

⁹¹ Aronowitz (1988b, 351) Iako ovo zapažanje potječe iz 1988. danas je još aktualnije.

⁹² Freire (1970), Aronowitz and Giroux (1991, 1993)

⁹³ Za primjer u kontekstu sandinističke revolucije v. Sokal (1987)

⁹⁴ Merchant (1980), Easley (1981), Keller (1985, 1992), Harding (1986, 1991), Haraway (1989, 1991), Plumwood (1993a). V. Wylie et al. Za opširnu bibliografiju. Feministička kritika znanosti postala je, nimalo začuđujuće, metom snažnom protunapada s desnice. Za primjere v. Levin (1988), Haack (1992, 1993), Sommers (1994), Gross ND Levitt (1994, poglavlje 5) i Patal and Koertge (1994)

⁹⁵ Trebilcot (1988), Hamill (1994)

⁹⁶ Ezeabasi (1977), van Sertima (1983), Frye (1987), Sardar (1988), Adams (1990), nandy (1990), Alvares (1992), Harding (1994). Baš kao i feministička kritika, multikulturalistička perspektiva doživjela je ismijavanje od strane desnice, čija je razina rasprave ponekad graničila s rasizmom. Vidi na primjer Ortis de Montellano (1991), Martel (1991/92), Hughes (1993, poglavlje 2) i Gross and Levitt (1994, 203-214)

⁹⁷ Merchant (1980, 1992), Berman (1981), Callicott (1980. Poglavlja 6 i 9), Mathews (1991), Wright (1992), Plumwood (1993a), Ross (1994)

⁹⁸ V. Wojchiehowski (1991) za dekonstrukciju Galilejeve retorike, a posebno njegove tvrdnje da matematičko znanstvena metoda može dovesti do izravne i pouzdane spoznaje "stvarnosti"

⁹⁹ Suvremen i vrlo važan doprinos filozofiji matematike može se naći u djelu Deleuzea i Guattarija (1994, poglavlje 5). Ovdje uvode filozofski plodan pojam "fonctif", koji nije ni funkcija, niti funkcionalni, nego ipak temeljniji konceptualni entitet:

Objekt znanosti nisu koncepti nego funkcije koje su predstavljene kao propizicije u diskurzivnim sistemima. Elementi funkcija zovu se "fonctifs". (p. 117)

Ova naoko jednostavna ideja ima iznenađujuće značajne i dalekosežne posljedice; njihovo rasvjetljavanje zahtijeva osvrt na teoriju kaosa (vidi također Rosenberg 1993 i canning 1994):

...prva razlika između znanosti i filozofije je njihov stav prema kaosu. Kaos se ne definira toliko kao nered koliko kao neograničena brzina u kojoj svaki oblik koji u njemu sudjeluje nestaje. To je praznina koja nije ništavilo, nego je *virtualna*, i sadrži sve moguće čestice i izvlači sve moguće oblike, koji se pojavljuju samo da bi odmah nestali, bez konsistencije ili referencijalnosti, bez posljedica. Kaos je beskonačna brzina rađanja i nestajanja (str 117-118)

Znanost se, međutim, za razliku od filozofije, ne može nositi s beskonačnim brzinama:

...funkcija je *slow-motion*. Naravno, znanost stalno napreduje, a ubrzavanjem, ne samo katalizom, nego i akceleratorima čestica i širenjem koje razmiče galaksije. Međutim, primordijalno usporevanje za ove fenomene nije nulti položaj koji trebaju probiti, nego stanje povezano s cjelokupnim razvojem. Usporiti znači postaviti ograničenje u kaos u kojem su podvrgnute sve brzine, tako da čine varijablu određenu apscisom, dok u isto vrijeme ograničenje tvori univerzalnu konstantu koju se ne može nadići (na primjer, najveći stupanj kontrakcije). *Prvi fonctifs su stoga ograničenje i varijabla*, a referenca je odnos između vrijednosti varijable ili, još dublje, odnos varijabli, kao aspcisa brzine, prema ograničenju (str. 118-119, kurziv autorov).

matematike? Ovo pitanje je fundamentalno, jer niti logika niti matematika ne mogu izbjeći “kontaminaciju” društvenim.”¹⁰⁰

A, kako su feminističke misliteljice često isticale, u sadašnjoj kulturi ta kontaminacija je prvenstveno kapitalistička, patrijarhalna i militaristička: “matematiku se slika kao ženu kojoj je u prirodi želja za bivanjem osvojenim Drugim.”^{101,102}

Dakle, oslobađajuća znanost ne može se oformiti bez suštinske revizije matematičkog kanona.¹⁰³ Kako takva emancipatorska matematika još ne postoji možemo samo nagađati o njenom eventualnom sadržaju. Možemo vidjeti neke njene naznake u višedimenzionalnosti i nelinearnoj logici teorije zbrkanih sistema¹⁰⁴, ali ovaj pristup je još uvijek teško opterećen svojim porijeklom iz krize kasnokapitalističkih proizvodnih odnosa¹⁰⁵. Teorija katastrofe¹⁰⁶ će,

...Prilično složena daljnja analiza (preduga da bismo je ovdje citirali) vodi zaključku od šire metodološke važnosti za znanosti koje se temelje na matematičkim modelima:

Odnosnu međuzavisnost varijabli nalazimo u matematici kada je jedna veće potencije od druge. Zato Hegel pokazuje da varijabilnost kod funkcije nije ograničena vrijednostima koje se mogu mijenjati ($2/3$ i $4/6$) ili su ostavljene neodređene ($a = 2b$), nego zahtijeva da jedna od varijabli bude na višoj potenciji ($y^2/x = P$) (p.122) (Uočite da u engleskom prijevodu neprecizno stoji $y^{2/x} = P$, čudna greška koja potpuno mijenja logiku argumenta) Vrlo čudno za jednu ovakvu tehničku filozofsku knjigu, ovo je djelo (*Qu'est-ce que la philosophie?*) 1991. u Francuskoj postalo bestseller. Nedavno se pojavilo i u engleskom prijevodu, ali, nažalost, teško da će se probiti na liste najprodavanijih knjiga pokraj imena kao što su Rush Limbaugh i Howard Stern.

¹⁰⁰ Aronowitz (1988b, 346). Za žestok desničarski napad na ovu pretpostavku v. Gross and Levitt (1994, 52-54). V. Ginzberg (1989), Cope-Kasten (1989), Nye (1990) i Plumwood (1993b) za lucidnu feminističku kritiku konvencionalne (maskuline) matematičke logike, posebno *modus ponens* i silogizma. Za *modus ponens* v. također Woolgar (1988, 45-46) i Bloor (1991, 182), a za silogizam Woolgar (1988), 45-46) i Bloor (1991, 131-135). Za analizu društvenih pojava u podlozi matematičkih koncepcija beskonačnosti, v. Harding (1986, 50). Za prikaz društvenog konteksta matematičkih tvrdnji, v. Woolgar (1988, 43) i Bloor (1991, 107-130).

¹⁰¹ Campbell and Campbell - Wright (1993, 11). V. Merchant (1980) za detaljnu analizu tema kontrole i dominacije u zapadnjačkoj matematici i znanosti.

¹⁰² Ovdje bih usput spomenuo još dva primjera seksizma i militarizma u matematici koje, koliko znam, još nitko nije primijetio: Prvi se odnosi na teriju procesa grananja, koja se pojavila u viktorskoj Engleskoj povodom “problema izumiranja obitelji”, a koja danas igra važnu ulogu, inter alia, u analizi nuklearnih lančanih reakcija (Harris, 1963). U svom začetničkom (uočite koliko seksistička riječ) radu na tu temu Francis Galton i H.W. Watson napisali su: (1874)

“Propadanje obitelji muškaraca koji su u prošlosti zauzimali istaknute položaje postalo je predmetom učestalih istraživanja i potaklo je razna nagađanja. ... Brojni su primjeri u kojima su nekoć uobičajena prezimena postala rijetka ili potpuno nestala. Ta tendencija je univerzalna, a kao objašnjenje se brzo nameće zaključak kako je porast fizičke udobnosti i intelektualnog kapaciteta nužno popraćen padom “fertiliteta”.

Uzmimo da su p_0, p_1, p_2, \dots vjerojatnosti da će muškarac imati 0, 1, 2, ... sina, uzmimo da svaki sin ima istu vjerojatnost broja vlastitih sinova i tako dalje. Koja je vjerojatnost da će se muška loza ugasiti nakon r generacija, i, općenitije, koja je vjerojatnost određenog broja potomaka u muškoj liniji za svaku generaciju?”

Upravo je šarmantna staromodna implikacija da se muškarci reproduciraju aseksualno: ipak, klasizam, socijalni darvinizam i seksizam u ovome odlomku očiti su.

Drugi primjer je iz knjige Laurenta Schwartza *Radon measures* iz 1973. Rad je tehnički prilično zanimljiv, ali prožet je, što je jasno i iz samog naslova, stavom koji zagovara nuklearnu energiju i koji je bio karakterističan za francusku znanost još od ranih šezdesetih. Nažalost, francuska ljevica - posebno, ali nikako ne i jedino, KPF - tradicionalno je bila blagonaklona prema nuklearnoj energiji koliko i desnica (v. Tourraine et al. 1980)

¹⁰³ Baš kao što su liberalne feministkinje često zadovoljne minimalnom agendom pravnih i društvenih jednakosti za žene i “pro-choice”, tako su liberalni (pa čak i neki socijalistički) matematičari zadovoljni radom unutar hegemonijskog Zermelo-Fraenkelovog okvira (koji, u skladu sa svojim devetnaestostoljetnim liberalnim porijeklom, uključuje i aksiom jednakosti) kojem je dodan još samo aksiom izbora. Ipak, ovaj okvir je uvelike nedostatan za oslobađajuću matematiku, što je već odavno pokazao Cohen (1966).

¹⁰⁴ Kosko (1993)

¹⁰⁵ Teoriju zbrkanih sustava uvelike su razvile transnacionalne korporacije - prvo u Japanu, a kasnije i šire - kako bi riješile praktične probleme učinkovitosti rasporeda radne snage.

s dijalektičkim naglaskom na diskontinuitet i metamorfozu, nesumnjivo igrati glavnu ulogu u budućnosti matematike; ali potrebno je još mnogo teorijskog rada prije nego što postane pristup koji će postati konkretno oruđe progresivne političke prakse¹⁰⁷. I konačno, teorija kaosa - koja pruža najdublje uvide u sveprisutan, ali zagonetan fenomen nelinearnosti - bit će središte svoj budućoj matematici. Pa ipak, ove slike matematike budućnosti moraju ostati samo obrisi u magli: uz ove tri grane triju znanosti, nastat će novi pravci i grane - cijeli novi teorijski okvir - o kojem uz naša trenutna ideološka zasljepljenja ne možemo još ništa zaključiti.

* * *

Želio bi zahvaliti Giacomu Caracciolu, Lucii Fernandez - Santoro, Lii Gutierrez i Elizabeth Meiklejohn zbog ugodnih rasprava kojima su značajno doprinijeli ovome članku. Nije nužno isticati da ne treba pretpostavljati kako se oni slažu sa svim znanstvenim i političkim pogledima ovdje iznesenim, niti su odgovorni za bilo kakve greške ili nepravilnosti koje će se sigurno pronaći.

¹⁰⁶ Thom (1975, 1990), Arnold (1992)

¹⁰⁷ Schubert (1989) iznosi jedan zanimljiv početak.

Literatura:

- Adams, Hunter Havelin III. 1990. African and African-American contributions to science and technology. In *African-American Baseline Essays*. Portland, Ore.: Multnomah School District 1J, Portland Public Schools.
- Albert, David Z. 1992. *Quantum Mechanics and Experience*. Cambridge: Harvard University Press.
- Alexander, Stephanie B., I. David Berg and Richard L. Bishop. 1993. Geometric curvature bounds in Riemannian manifolds with boundary. *Transactions of the American Mathematical Society* 339: 703-716.
- Althusser, Louis. 1993. *Écrits sur la Psychanalyse: Freud et Lacan*. Paris: Stock/IMEC.
- Alvares, Claude. 1992. *Science, Development and Violence: The Revolt against Modernity*. Delhi: Oxford University Press.
- Alvarez-Gaumé, Luís. 1985. Topology and anomalies. In *Mathematics and Physics: Lectures on Recent Results*, vol. 2, pp. 50-83, edited by L. Streit. Singapore: World Scientific.
- Argyros, Alexander J. 1991. *A Blessed Rage for Order: Deconstruction, Evolution, and Chaos*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Arnol'd, Vladimir I. 1992. *Catastrophe Theory*. 2nd ed. Translated by G.S. Wassermann and R.K. Thomas. Berlin: Springer.
- Aronowitz, Stanley. 1981. *The Crisis in Historical Materialism: Class, Politics and Culture in Marxist Theory*. New York: Praeger.
- Aronowitz, Stanley. 1988a. The production of scientific knowledge: Science, ideology, and Marxism. In *Marxism and the Interpretation of Culture*, pp. 519-541, edited by Cary Nelson and Lawrence Grossberg. Urbana and Chicago: University of Illinois Press.
- Aronowitz, Stanley. 1988b. *Science as Power: Discourse and Ideology in Modern Society*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Aronowitz, Stanley. 1994. The situation of the left in the United States. *Socialist Review* 23(3): 5-79.
- Aronowitz, Stanley and Henry A. Giroux. 1991. *Postmodern Education: Politics, Culture, and Social Criticism*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Aronowitz, Stanley and Henry A. Giroux. 1993. *Education Still Under Siege*. Westport, Conn.: Bergin & Garvey.
- Ashtekar, Abhay, Carlo Rovelli and Lee Smolin. 1992. Weaving a classical metric with quantum threads. *Physical Review Letters* 69: 237-240.
- Aspect, Alain, Jean Dalibard and Gérard Roger. 1982. Experimental test of Bell's inequalities using time-varying analyzers. *Physical Review Letters* 49: 1804-1807.
- Assad, Maria L. 1993. Portrait of a nonlinear dynamical system: The discourse of Michel Serres. *SubStance* 71/72: 141-152.
- Back, Kurt W. 1992. This business of topology. *Journal of Social Issues* 48(2): 51-66.
- Bell, John S. 1987. *Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics: Collected Papers on Quantum Philosophy*. New York: Cambridge University Press.
- Berman, Morris. 1981. *The Reenchantment of the World*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Best, Steven. 1991. Chaos and entropy: Metaphors in postmodern science and social theory. *Science as Culture* 2(2) (no. 11): 188-226.
- Bloor, David. 1991. *Knowledge and Social Imagery*. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press.
- Bohm, David. 1980. *Wholeness and the Implicate Order*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Bohr, Niels. 1958. Natural philosophy and human cultures. In *Essays 1932-1957 on Atomic Physics and Human Knowledge* (The Philosophical Writings of Niels Bohr, Volume II), pp. 23-31. New York: Wiley.
- Bohr, Niels. 1963. Quantum physics and philosophy — causality and complementarity. In *Essays 1958-1962 on Atomic Physics and Human Knowledge* (The Philosophical Writings of Niels Bohr, Volume III), pp. 1-7. New York: Wiley.
- Booker, M. Keith. 1990. Joyce, Planck, Einstein, and Heisenberg: A relativistic quantum mechanical discussion of *Ulysses*. *James Joyce Quarterly* 27: 577-586.
- Boulware, David G. and S. Deser. 1975. Classical general relativity derived from quantum gravity. *Annals of Physics* 89: 193-240.
- Bourbaki, Nicolas. 1970. *Théorie des Ensembles*. Paris: Hermann.

- Bowen, Margarita. 1985. The ecology of knowledge: Linking the natural and social sciences. *Geoforum* 16: 213-225.
- Bricmont, Jean. 1994. Contre la philosophie de la mécanique quantique. Texte d'une communication faite au colloque "Faut-il promouvoir les échanges entre les sciences et la philosophie?", Louvain-la-Neuve (Belgium), 24-25 mars 1994.
- Briggs, John and F. David Peat. 1984. *Looking Glass Universe: The Emerging Science of Wholeness*. New York: Cornerstone Library.
- Brooks, Roger and David Castor. 1990. Morphisms between supersymmetric and topological quantum field theories. *Physics Letters B* 246: 99-104.
- Callicott, J. Baird. 1989. *In Defense of the Land Ethic: Essays in Environmental Philosophy*. Albany, N.Y.: State University of New York Press.
- Campbell, Mary Anne and Randall K. Campbell-Wright. 1993. Toward a feminist algebra. Paper presented at a meeting of the Mathematical Association of America (San Antonio, Texas). To appear in *Teaching the Majority: Science, Mathematics, and Engineering That Attracts Women*, edited by Sue V. Rosser. New York: Teachers College Press, 1995.
- Canning, Peter. 1994. The crack of time and the ideal game. In *Gilles Deleuze and the Theater of Philosophy*, pp. 73-98, edited by Constantin V. Boundas and Dorothea Olkowski. New York: Routledge.
- Capra, Fritjof. 1975. *The Tao of Physics: An Exploration of the Parallels Between Modern Physics and Eastern Mysticism*. Berkeley, Calif.: Shambhala.
- Capra, Fritjof. 1988. The role of physics in the current change of paradigms. In *The World View of Contemporary Physics: Does It Need a New Metaphysics?*, pp. 144-155, edited by Richard F. Kitchener. Albany, N.Y.: State University of New York Press.
- Caracciolo, Sergio, Robert G. Edwards, Andrea Pelissetto and Alan D. Sokal. 1993. Wolff-type embedding algorithms for general nonlinear -models. *Nuclear Physics B* 403: 475-541.
- Chew, Geoffrey. 1977. Impasse for the elementary-particle concept. In *The Sciences Today*, pp. 366-399, edited by Robert M. Hutchins and Mortimer Adler. New York: Arno Press.
- Chomsky, Noam. 1979. *Language and Responsibility*. Translated by John Viertel. New York: Pantheon.
- Cohen, Paul J. 1966. *Set Theory and the Continuum Hypothesis*. New York: Benjamin.
- Coleman, Sidney. 1993. Quantum mechanics in your face. Lecture at New York University, November 12, 1993.
- Cope-Kasten, Vance. 1989. A portrait of dominating rationality. *Newsletters on Computer Use, Feminism, Law, Medicine, Teaching (American Philosophical Association)* 88(2) (March): 29-34.
- Corner, M.A. 1966. Morphogenetic field properties of the forebrain area of the neural plate in an anuran. *Experientia* 22: 188-189.
- Craige, Betty Jean. 1982. *Literary Relativity: An Essay on Twentieth-Century Narrative*. Lewisburg: Bucknell University Press.
- Culler, Jonathan. 1982. *On Deconstruction: Theory and Criticism after Structuralism*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Dean, Tim. 1993. The psychoanalysis of AIDS. *October* 63: 83-116.
- Deleuze, Gilles and Félix Guattari. 1994. *What is Philosophy?* Translated by Hugh Tomlinson and Graham Burchell. New York: Columbia University Press.
- Derrida, Jacques. 1970. Structure, sign and play in the discourse of the human sciences. In *The Languages of Criticism and the Sciences of Man: The Structuralist Controversy*, pp. 247-272, edited by Richard Macksey and Eugenio Donato. Baltimore: Johns Hopkins Press.
- Doyle, Richard. 1994. Dislocating knowledge, thinking out of joint: Rhizomatics, *Caenorhabditis elegans* and the importance of being multiple. *Configurations: A Journal of Literature, Science, and Technology* 2: 47-58.
- Dürr, Detlef, Sheldon Goldstein and Nino Zanghí. 1992. Quantum equilibrium and the origin of absolute uncertainty. *Journal of Statistical Physics* 67: 843-907.
- Easlea, Brian. 1981. *Science and Sexual Oppression: Patriarchy's Confrontation with Women and Nature*. London: Weidenfeld and Nicolson.
- Eilenberg, Samuel and John C. Moore. 1965. *Foundations of Relative Homological Algebra*. Providence, R.I.: American Mathematical Society.
- Eilenberg, Samuel and Norman E. Steenrod. 1952. *Foundations of Algebraic Topology*. Princeton, N.J.:

- Princeton University Press.
- Einstein, Albert and Leopold Infeld. 1961. *The Evolution of Physics*. New York: Simon and Schuster.
- Ezeabasi, Nwankwo. 1977. *African Science: Myth or Reality?* New York: Vantage Press.
- Feyerabend, Paul K. 1975. *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*. London: New Left Books.
- Freire, Paulo. 1970. *Pedagogy of the Oppressed*. Translated by Myra Bergman Ramos. New York: Continuum.
- Froula, Christine. 1985. Quantum physics/postmodern metaphysics: The nature of Jacques Derrida. *Western Humanities Review* 39: 287-313.
- Frye, Charles A. 1987. Einstein and African religion and philosophy: The hermetic parallel. In *Einstein and the Humanities*, pp. 59-70, edited by Dennis P. Ryan. New York: Greenwood Press.
- Galton, Francis and H.W. Watson. 1874. On the probability of the extinction of families. *Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland* 4: 138-144.
- Gierer, A., R.C. Leif, T. Maden and J.D. Watson. 1978. Physical aspects of generation of morphogenetic fields and tissue forms. In *Differentiation and Development*, edited by F. Ahmad, J. Schultz, T.R. Russell and R. Werner. New York: Academic Press.
- Ginzberg, Ruth. 1989. Feminism, rationality, and logic. *Newsletters on Computer Use, Feminism, Law, Medicine, Teaching (American Philosophical Association)* 88(2) (March): 34-39.
- Gleick, James. 1987. *Chaos: Making a New Science*. New York: Viking.
- Gödel, Kurt. 1949. An example of a new type of cosmological solutions of Einstein's field equations of gravitation. *Reviews of Modern Physics* 21: 447-450.
- Goldstein, Rebecca. 1983. *The Mind-Body Problem*. New York: Random House.
- Granero-Porati, M.I. and A. Porati. 1984. Temporal organization in a morphogenetic field. *Journal of Mathematical Biology* 20: 153-157.
- Granon-Lafont, Jeanne. 1985. *La Topologie Ordinaire de Jacques Lacan*. Paris: Point Hors Ligne.
- Granon-Lafont, Jeanne. 1990. *Topologie Lacanienne et Clinique Analytique*. Paris: Point Hors Ligne.
- Green, Michael B., John H. Schwarz and Edward Witten. 1987. *Superstring Theory*. 2 vols. New York: Cambridge University Press.
- Greenberg, Valerie D. 1990. *Transgressive Readings: The Texts of Franz Kafka and Max Planck*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Greenberger, D.M., M.A. Horne and Z. Zeilinger. 1989. Going beyond Bell's theorem. In *Bell's Theorem, Quantum Theory and Conceptions of the Universe*, pp. 73-76, edited by M. Kafatos. Dordrecht: Kluwer.
- Greenberger, D.M., M.A. Horne, A. Shimony and Z. Zeilinger. 1990. Bell's theorem without inequalities. *American Journal of Physics* 58: 1131-1143.
- Griffin, David Ray, ed. 1988. *The Reenchantment of Science: Postmodern Proposals*. Albany, N.Y.: State University of New York Press.
- Gross, Paul R. and Norman Levitt. 1994. *Higher Superstition: The Academic Left and its Quarrels with Science*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Haack, Susan. 1992. Science 'from a feminist perspective'. *Philosophy* 67: 5-18.
- Haack, Susan. 1993. Epistemological reflections of an old feminist. *Reason Papers* 18 (fall): 31-43.
- Hamber, Herbert W. 1992. Phases of four-dimensional simplicial quantum gravity. *Physical Review D* 45: 507-512.
- Hamill, Graham. 1994. The epistemology of expurgation: Bacon and *The Masculine Birth of Time*. In *Queering the Renaissance*, pp. 236-252, edited by Jonathan Goldberg. Durham, N.C.: Duke University Press.
- Hamza, Hichem. 1990. Sur les transformations conformes des variétés riemanniennes bord. *Journal of Functional Analysis* 92: 403-447.
- Haraway, Donna J. 1989. *Primate Visions: Gender, Race, and Nature in the World of Modern Science*. New York: Routledge.
- Haraway, Donna J. 1991. *Simians, Cyborgs, and Women: The Reinvention of Nature*. New York: Routledge.
- Haraway, Donna J. 1994. A game of cat's cradle: Science studies, feminist theory, cultural studies. *Configurations: A Journal of Literature, Science, and Technology* 2: 59-71.
- Harding, Sandra. 1986. *The Science Question in Feminism*. Ithaca: Cornell University Press.
- Harding, Sandra. 1991. *Whose Science? Whose Knowledge? Thinking from Women's Lives*. Ithaca: Cornell University Press.
- Harding, Sandra. 1994. Is science multicultural? Challenges, resources, opportunities, uncertainties.

- Configurations: A Journal of Literature, Science, and Technology* 2: 301-330.
- Hardy, G.H. 1967. *A Mathematician's Apology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Harris, Theodore E. 1963. *The Theory of Branching Processes*. Berlin: Springer.
- Hayles, N. Katherine. 1984. *The Cosmic Web: Scientific Field Models and Literary Strategies in the Twentieth Century*. Ithaca: Cornell University Press.
- Hayles, N. Katherine. 1990. *Chaos Bound: Orderly Disorder in Contemporary Literature and Science*. Ithaca: Cornell University Press.
- Hayles, N. Katherine, ed. 1991. *Chaos and Order: Complex Dynamics in Literature and Science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hayles, N. Katherine. 1992. Gender encoding in fluid mechanics: Masculine channels and feminine flows. *Differences: A Journal of Feminist Cultural Studies* 4(2): 16-44.
- Heinonen, J., T. Kilpeläinen and O. Martio. 1992. Harmonic morphisms in nonlinear potential theory. *Nagoya Mathematical Journal* 125: 115-140.
- Heisenberg, Werner. 1958. *The Physicist's Conception of Nature*. Translated by Arnold J. Pomerans. New York: Harcourt, Brace.
- Hirsch, Morris W. 1976. *Differential Topology*. New York: Springer.
- Hobsbawm, Eric. 1993. The new threat to history. *New York Review of Books* (16 December): 62-64.
- Hochroth, Lysa. 1995. The scientific imperative: Unproductive expenditure and energeticism. *Configurations: A Journal of Literature, Science, and Technology* 3: 47-77.
- Honner, John. 1994. Description and deconstruction: Niels Bohr and modern philosophy. In *Niels Bohr and Contemporary Philosophy* (Boston Studies in the Philosophy of Science #153), pp. 141-153, edited by Jan Faye and Henry J. Folse. Dordrecht: Kluwer.
- Hughes, Robert. 1993. *Culture of Complaint: The Fraying of America*. New York: Oxford University Press.
- Irigaray, Luce. 1985. The 'mechanics' of fluids. In *This Sex Which Is Not One*. Translated by Catherine Porter with Carolyn Burke. Ithaca: Cornell University Press.
- Irigaray, Luce. 1987. Le sujet de la science est-il sexué? / Is the subject of science sexed? Translated by Carol Mastrangelo Bové. *Hypatia* 2(3): 65-87.
- Isham, C.J. 1991. Conceptual and geometrical problems in quantum gravity. In *Recent Aspects of Quantum Fields* (Lecture Notes in Physics #396), edited by H. Mitter and H. Gausterer. Berlin: Springer.
- Itzykson, Claude and Jean-Bernard Zuber. 1980. *Quantum Field Theory*. New York: McGraw-Hill International.
- James, I.M. 1971. Euclidean models of projective spaces. *Bulletin of the London Mathematical Society* 3: 257-276.
- Jameson, Fredric. 1982. Reading Hitchcock. *October* 23: 15-42.
- Jammer, Max. 1974. *The Philosophy of Quantum Mechanics*. New York: Wiley.
- Johnson, Barbara. 1977. The frame of reference: Poe, Lacan, Derrida. *Yale French Studies* 55/56: 457-505.
- Johnson, Barbara. 1989. *A World of Difference*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Jones, V.F.R. 1985. A polynomial invariant for links via Von Neumann algebras. *Bulletin of the American Mathematical Society* 12: 103-112.
- Juranville, Alain. 1984. *Lacan et la Philosophie*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Kaufmann, Arnold. 1973. *Introduction à la Théorie des Sous-Ensembles Flous l'Usage des Ingénieurs*. Paris: Masson.
- Kazarinoff, N.D. 1985. Pattern formation and morphogenetic fields. In *Mathematical Essays on Growth and the Emergence of Form*, pp. 207-220, edited by Peter L. Antonelli. Edmonton: University of Alberta Press.
- Keller, Evelyn Fox. 1985. *Reflections on Gender and Science*. New Haven: Yale University Press.
- Keller, Evelyn Fox. 1992. *Secrets of Life, Secrets of Death: Essays on Language, Gender, and Science*. New York: Routledge.
- Kitchener, Richard F., ed. 1988. *The World View of Contemporary Physics: Does It Need a New Metaphysics?* Albany, N.Y.: State University of New York Press.
- Kontsevich, M. 1994. Résultats rigoureux pour modèles sigma topologiques. Conférence au XI^{ème} Congrès International de Physique Mathématique, Paris, 18-23 juillet 1994. Edité par Daniel Iagolnitzer et Jacques Toubon.
- Kosko, Bart. 1993. *Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic*. New York: Hyperion.
- Kosterlitz, J.M. and D.J. Thouless. 1973. Ordering, metastability and phase transitions in two-dimensional systems. *Journal of Physics C* 6: 1181-1203.

- Kroker, Arthur, Marilouise Kroker and David Cook. 1989. *Panic Encyclopedia: The Definitive Guide to the Postmodern Scene*. New York: St. Martin's Press.
- Kuhn, Thomas S. 1970. *The Structure of Scientific Revolutions*. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press.
- Lacan, Jacques. 1970. Of structure as an inmixing of an otherness prerequisite to any subject whatever. In *The Languages of Criticism and the Sciences of Man*, pp. 186-200, edited by Richard Macksey and Eugenio Donato. Baltimore: Johns Hopkins Press.
- Lacan, Jacques. 1977. Desire and the interpretation of desire in *Hamlet*. Translated by James Hulbert. *Yale French Studies* 55/56: 11-52.
- Latour, Bruno. 1987. *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers Through Society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Latour, Bruno. 1988. A relativistic account of Einstein's relativity. *Social Studies of Science* 18: 3-44.
- Leupin, Alexandre. 1991. Introduction: Voids and knots in knowledge and truth. In *Lacan and the Human Sciences*, pp. 1-23, edited by Alexandre Leupin. Lincoln, Neb.: University of Nebraska Press.
- Levin, Margarita. 1988. Caring new world: Feminism and science. *American Scholar* 57: 100-106.
- Lorentz, H.A., A. Einstein, H. Minkowski and H. Weyl. 1952. *The Principle of Relativity*. Translated by W. Perrett and G.B. Jeffery. New York: Dover.
- Loxton, J.H., ed. 1990. *Number Theory and Cryptography*. Cambridge-New York: Cambridge University Press.
- Lupasco, Stéphane. 1951. *Le Principe d'Antagonisme et la Logique de l'Énergie*. Actualités Scientifiques et Industrielles #1133. Paris: Hermann.
- Lyotard, Jean-François. 1989. Time today. Translated by Geoffrey Bennington and Rachel Bowlby. *Oxford Literary Review* 11: 3-20.
- Madsen, Mark and Deborah Madsen. 1990. Structuring postmodern science. *Science and Culture* 56: 467-472.
- Markley, Robert. 1991. What now? An introduction to interphysics. *New Orleans Review* 18(1): 5-8.
- Markley, Robert. 1992. The irrelevance of reality: Science, ideology and the postmodern universe. *Genre* 25: 249-276.
- Markley, Robert. 1994. Boundaries: Mathematics, alienation, and the metaphysics of cyberspace. *Configurations: A Journal of Literature, Science, and Technology* 2: 485-507.
- Martel, Erich. 1991/92. How valid are the Portland baseline essays? *Educational Leadership* 49(4): 20-23.
- Massey, William S. 1978. *Homology and Cohomology Theory*. New York: Marcel Dekker.
- Mathews, Freya. 1991. *The Ecological Self*. London: Routledge.
- Maudlin, Tim. 1994. *Quantum Non-Locality and Relativity: Metaphysical Intimations of Modern Physics*. Aristotelian Society Series, vol. 13. Oxford: Blackwell.
- McAvity, D.M. and H. Osborn. 1991. A DeWitt expansion of the heat kernel for manifolds with a boundary. *Classical and Quantum Gravity* 8: 603-638.
- McCarthy, Paul. 1992. Postmodern pleasure and perversity: Scientism and sadism. *Postmodern Culture* 2, no. 3. Available as mccarthy.592 from listserv@listserv.ncsu.edu or <http://jefferson.village.virginia.edu/pmc> (Internet). Also reprinted in *Essays in Postmodern Culture*, pp. 99-132, edited by Eyal Amiran and John Unsworth. New York: Oxford University Press, 1993.
- Merchant, Carolyn. 1980. *The Death of Nature: Women, Ecology, and the Scientific Revolution*. New York: Harper & Row.
- Merchant, Carolyn. 1992. *Radical Ecology: The Search for a Livable World*. New York: Routledge.
- Mermin, N. David. 1990. Quantum mysteries revisited. *American Journal of Physics* 58: 731-734.
- Mermin, N. David. 1993. Hidden variables and the two theorems of John Bell. *Reviews of Modern Physics* 65: 803-815.
- Merz, Martina and Karin Knorr Cetina. 1994. Deconstruction in a 'thinking' science: Theoretical physicists at work. Geneva: European Laboratory for Particle Physics (CERN), preprint CERN-TH.7152/94.
- Miller, Jacques-Alain. 1977/78. Suture (elements of the logic of the signifier). *Screen* 18(4): 24-34.
- Morin, Edgar. 1992. *The Nature of Nature* (Method: Towards a Study of Humankind, vol. 1). Translated by J.L. Roland Bélanger. New York: Peter Lang.
- Morris, David B. 1988. Bootstrap theory: Pope, physics, and interpretation. *The Eighteenth Century: Theory and Interpretation* 29: 101-121.
- Munkres, James R. 1984. *Elements of Algebraic Topology*. Menlo Park, Calif.: Addison-Wesley.

- Nabutosky, A. and R. Ben-Av. 1993. Noncomputability arising in dynamical triangulation model of four-dimensional quantum gravity. *Communications in Mathematical Physics* 157: 93-98.
- Nandy, Ashis, ed. 1990. *Science, Hegemony and Violence: A Requiem for Modernity*. Delhi: Oxford University Press.
- Nash, Charles and Siddhartha Sen. 1983. *Topology and Geometry for Physicists*. London: Academic Press.
- Nasio, Juan-David. 1987. *Les Yeux de Laure: Le Concept d'Objet a dans la Théorie de J. Lacan. Suivi d'une Introduction la Topologie Psychanalytique*. Paris: Aubier.
- Nasio, Juan-David. 1992. Le concept de sujet de l'inconscient. Texte d'une intervention réalisée dans le cadre du séminaire de Jacques Lacan "La topologie et le temps", le mardi 15 mai 1979. In *Cinq Leçons sur la Théorie de Jacques Lacan*. Paris: Éditions Rivages.
- Nye, Andrea. 1990. *Words of Power: A Feminist Reading of the History of Logic*. New York: Routledge.
- Oliver, Kelly. 1989. Keller's gender/science system: Is the philosophy of science to science as science is to nature? *Hypatia* 3(3): 137-148.
- Ortiz de Montellano, Bernard. 1991. Multicultural pseudoscience: Spreading scientific illiteracy among minorities: Part I. *Skeptical Inquirer* 16(2): 46-50.
- Overstreet, David. 1980. Oxymoronic language and logic in quantum mechanics and James Joyce. *SubStance* 28: 37-59.
- Pais, Abraham. 1991. *Niels Bohr's Times: In Physics, Philosophy, and Polity*. New York: Oxford University Press.
- Patai, Daphne and Noretta Koertge. 1994. *Professing Feminism: Cautionary Tales from the Strange World of Women's Studies*. New York: Basic Books.
- Pickering, Andrew. 1984. *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*. Chicago: University of Chicago Press.
- Plotnitsky, Arkady. 1994. *Complementarity: Anti-Epistemology after Bohr and Derrida*. Durham, N.C.: Duke University Press.
- Plumwood, Val. 1993a. *Feminism and the Mastery of Nature*. London: Routledge.
- Plumwood, Val. 1993b. The politics of reason: Towards a feminist logic. *Australasian Journal of Philosophy* 71: 436-462.
- Porter, Jeffrey. 1990. "Three quarks for Muster Mark": Quantum wordplay and nuclear discourse in Russell Hoban's *Riddley Walker*. *Contemporary Literature* 21: 448-469.
- Porush, David. 1989. Cybernetic fiction and postmodern science. *New Literary History* 20: 373-396.
- Porush, David. 1993. Voyage to Eudoxia: The emergence of a post-rational epistemology in literature and science. *SubStance* 71/72: 38-49.
- Prigogine, Ilya and Isabelle Stengers. 1984. *Order out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*. New York: Bantam.
- Primack, Joel R. and Nancy Ellen Abrams. 1995. "In a beginning ...": Quantum cosmology and Kabbalah. *Tikkun* 10(1) (January/February): 66-73.
- Psarev, V.I. 1990. Morphogenesis of distributions of microparticles by dimensions in the coarsening of dispersed systems. *Soviet Physics Journal* 33: 1028-1033.
- Ragland-Sullivan, Ellie. 1990. Counting from 0 to 6: Lacan, "suture", and the imaginary order. In *Criticism and Lacan: Essays and Dialogue on Language, Structure, and the Unconscious*, pp. 31-63, edited by Patrick Colm Hogan and Lalita Pandit. Athens, Ga.: University of Georgia Press.
- Rensing, Ludger, ed. 1993. Oscillatory signals in morphogenetic fields. Part II of *Oscillations and Morphogenesis*, pp. 133-209. New York: Marcel Dekker.
- Rosenberg, Martin E. 1993. Dynamic and thermodynamic tropes of the subject in Freud and in Deleuze and Guattari. *Postmodern Culture* 4, no. 1. Available as rosenber.993 from listserv@listserv.ncsu.edu or http://jefferson.village.virginia.edu/pmc (Internet).
- Ross, Andrew. 1991. *Strange Weather: Culture, Science, and Technology in the Age of Limits*. London: Verso.
- Ross, Andrew. 1994. *The Chicago Gangster Theory of Life: Nature's Debt to Society*. London: Verso.
- Saludes i Closa, Jordi. 1984. Un programa per a calcular l'homologia simplicial. *Butlletí de la Societat Catalana de Ciències (segona època)* 3: 127-146.
- Santos, Boaventura de Sousa. 1989. *Introdução a uma Ciência Pós-Moderna*. Porto: Edições Afrontamento.
- Santos, Boaventura de Sousa. 1992. A discourse on the sciences. *Review (Fernand Braudel Center)* 15(1): 9-47.

- Sardar, Ziauddin, ed. 1988. *The Revenge of Athena: Science, Exploitation and the Third World*. London: Mansell.
- Schiffmann, Yoram. 1989. The second messenger system as the morphogenetic field. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 165: 1267-1271.
- Schor, Naomi. 1989. This essentialism which is not one: Coming to grips with Irigaray. *Differences: A Journal of Feminist Cultural Studies* 1(2): 38-58.
- Schubert, G. 1989. Catastrophe theory, evolutionary extinction, and revolutionary politics. *Journal of Social and Biological Structures* 12: 259-279.
- Schwartz, Laurent. 1973. *Radon Measures on Arbitrary Topological Spaces and Cylindrical Measures*. London: Oxford University Press.
- Sequin, Eve. 1994. A modest reason. *Theory, Culture & Society* 11(3): 55-75.
- Serres, Michel. 1992. *Éclaircissements: Cinq Entretiens avec Bruno Latour*. Paris: François Bourin.
- Sheldrake, Rupert. 1981. *A New Science of Life: The Hypothesis of Formative Causation*. Los Angeles: J.P. Tarcher.
- Sheldrake, Rupert. 1991. *The Rebirth of Nature*. New York: Bantam.
- Shiva, Vandana. 1990. Reductionist science as epistemological violence. In *Science, Hegemony and Violence: A Requiem for Modernity*, pp. 232-256, edited by Ashis Nandy. Delhi: Oxford University Press.
- Smolin, Lee. 1992. Recent developments in nonperturbative quantum gravity. In *Quantum Gravity and Cosmology* (Proceedings 1991, Sant Feliu de Guixols, Estat Lliure de Catalunya), pp. 3-84, edited by J. Pérez-Mercader, J. Sola and E. Verdaguer. Singapore: World Scientific.
- Sokal, Alan D. 1982. An alternate constructive approach to the quantum field theory, and a possible destructive approach to . *Annales de l'Institut Henri Poincaré A* 37: 317-398.
- Sokal, Alan. 1987. Informe sobre el plan de estudios de las carreras de Matemática, Estadística y Computación. Report to the Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, unpublished.
- Solomon, J. Fisher. 1988. *Discourse and Reference in the Nuclear Age*. Oklahoma Project for Discourse and Theory, vol. 2. Norman: University of Oklahoma Press.
- Sommers, Christina Hoff. 1994. *Who Stole Feminism?: How Women Have Betrayed Women*. New York: Simon & Schuster.
- Stauffer, Dietrich. 1985. *Introduction to Percolation Theory*. London: Taylor & Francis.
- Strathausen, Carsten. 1994. Althusser's mirror. *Studies in 20th Century Literature* 18: 61-73.
- Struik, Dirk Jan. 1987. *A Concise History of Mathematics*. 4th rev. ed. New York: Dover.
- Thom, René. 1975. *Structural Stability and Morphogenesis*. Translated by D.H. Fowler. Reading, Mass.: Benjamin.
- Thom, René. 1990. *Semio Physics: A Sketch*. Translated by Vendla Meyer. Redwood City, Calif.: Addison-Wesley.
- 't Hooft, G. 1993. Cosmology in 2+1 dimensions. *Nuclear Physics B (Proceedings Supplement)* 30: 200-203.
- Touraine, Alain, Zsuzsa Hegedus, François Dubet and Michel Wievorka. 1980. *La Prophétie Anti-Nucléaire*. Paris: Éditions du Seuil.
- Trebilcot, Joyce. 1988. Dyke methods, or Principles for the discovery/creation of the withstanding. *Hypatia* 3(2): 1-13.
- Van Enter, Aernout C.D., Roberto Fernández and Alan D. Sokal. 1993. Regularity properties and pathologies of position-space renormalization-group transformations: Scope and limitations of Gibbsian theory. *Journal of Statistical Physics* 72: 879-1167.
- Van Sertima, Ivan, ed. 1983. *Blacks in Science: Ancient and Modern*. New Brunswick, N.J.: Transaction Books.
- Vappereau, Jean Michel. 1985. *Essaim: Le Groupe Fondamental du Noeud*. Psychanalyse et Topologie du Sujet. Paris: Point Hors Ligne. ILL)
- Virilio, Paul. 1991. *The Lost Dimension*. Translation of *L'espace critique*. Translated by Daniel Moshenberg. New York: Semiotext(e). 1984
- Waddington, C.H. 1965. Autogenous cellular periodicities as (a) temporal templates and (b) basis of 'morphogenetic fields'. *Journal of Theoretical Biology* 8: 367-369.
- Wallerstein, Immanuel. 1993. The TimeSpace of world-systems analysis: A philosophical essay. *Historical Geography* 23(1/2): 5-22.
- Weil, Simone. 1968. *On Science, Necessity, and the Love of God*. Translated and edited by Richard Rees. London: Oxford University Press.
- Weinberg, Steven. 1992. *Dreams of a Final Theory*. New York: Pantheon.

- Wheeler, John A. 1964. Geometrodynamics and the issue of the final state. In *Relativity, Groups and Topology*, edited by Cécile M. DeWitt and Bryce S. DeWitt. New York: Gordon and Breach.
- Witten, Edward. 1989. Quantum field theory and the Jones polynomial. *Communications in Mathematical Physics* 121: 351-399.
- Wojciehowski, Dolora Ann. 1991. Galileo's two chief word systems. *Stanford Italian Review* 10: 61-80.
- Woolgar, Steve. 1988. *Science: The Very Idea*. Chichester, England: Ellis Horwood.
- Wright, Will. 1992. *Wild Knowledge: Science, Language, and Social Life in a Fragile Environment*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Wylie, Alison, Kathleen Okruhlik, Sandra Morton and Leslie Thielen-Wilson. 1990. Philosophical feminism: A bibliographic guide to critiques of science. *Resources for Feminist Research/Documentation sur la Recherche Féministe* 19(2) (June): 2-36.
- Young, T.R. 1991. Chaos theory and symbolic interaction theory: Poetics for the postmodern sociologist. *Symbolic Interaction* 14: 321-334.
- Young, T.R. 1992. Chaos theory and human agency: Humanist sociology in a postmodern era. *Humanity & Society* 16: 441-460.
- Zizek, Slavoj. 1991. *Looking Awry: An Introduction to Jacques Lacan through Popular Culture*. Cambridge, Mass.: MIT Press.