
*Kritika
temelja
klasične i
kvantne fizike*

(prvi dio)

Petar Pavlović

Kritika temelja klasične i kvantne fizike - prvi dio

————— *Petar Pavlović* —————

Institut za kozmologiju i filozofiju prirode

petar.pavlovic@icpn.hr

1 Uvod

Radikalna promjena znanstvene paradigme u vidu zamjenjivanja klasične kvantnom fizikom, donekle usporediva jedino s napuštanjem aristotelovske fizike i prelaskom na fiziku Newtona i Galilea, u potpunosti je promijenila krajolik znanosti. S tom promjenom su nastali i do sada neriješeni prijepori o značenju i dosegu kvantne fizike iz perspektive spoznaje prirode, njezinom odnosu prema klasičnoj fizici, te njezinim posljedicama na shvaćanje temeljnih pojmova i principa koje koristimo prilikom pokušaja opisivanja materijalnog svijeta. Pri tome potreba za jasnom interpretacijom matematičke strukture i formalizma na kojemu je izgrađena kvantna fizika uvelike premašuje intenzitet koji je odgovarao potrebi za interpretacijom klasične mehanike. To je u prvom redu prouzrokovano time što je kvantna fizika izgrađena na temeljima koji predstavljaju visoku razinu matematičke apstrakcije, te što su njezini principi često suprotstavljeni onome što se često naziva „zdravi ljudski razum“ i „prirodna intuicija“. Iz tog razloga se pitanje odnosa između kvantne fizike, kao teorije koja počiva na formalnom matematičkom aparatu, te Prirode koja se njome nastoji opisati, nameće u otvorenijem i snažnijem vidu nego što je bio slučaj kod klasične fizike (kod koje je veća bliskost njezinih metoda i rezultata iskustvu svijesti vođenom principima razuma, barem se tako činilo, uspavljivala kritičku refleksiju o značenju njezinih temelja). Težnja za interpretacijom nipošto se ne bi smjela zapostavljati ili smatrati manje važnom – znati kako s nekom teorijom matematički raditi, a ne htjeti znati što ona u osnovi jeste, zapravo znači biti samo tehničar, no ne i znanstvenik. Fizičar koji se zadovoljava samo rješavanjem diferencijalnih jednadžbi i konstruiranjem matematičkih modela, a ne razmatra pretpostavke modela i jednadžbi, njihovu interpretaciju, kao i njihove implikacije na naše spoznavanje svijeta, teško se može nazivati istraživačem prirode, ma koliko da suvremena fizika nažalost teži ići upravo u tom

smjeru. Štoviše, odnos između interpretacije i čisto matematičkog aspekta fizikalne teorije nije nipošto zanemariv, te između njih postoji složena povezanost u vidu dubokog međusobnog prožimanja i utjecaja, uslijed koje je nemoguće potpuno razumijevanje jednog bez razumijevanja drugog. Čini se da upravo takav razvoj stvari otvara perspektive i ukazuje na nužnost buduće sinteze fizike i filozofije, što je zadatak koji je otežan ne toliko potrebom za sve većom specijalizacijom – jer se specijalizacija i sinteza znanja trebaju komplementarno nadopunjavati, čineći dijelove jedinstvenog procesa – koliko komercijalizacijom znanosti i ograničavanjem slobode istraživanja diktatom logike neposredne „korisnosti“.

Zbog ranije spomenutih razloga uobičajeno je prilikom prikaza kvantne fizike inzistirati na momentima diskontinuiteta između nje i klasične fizike, te pri tome polaziti od njezine neusklađenosti sa „zdravim ljudskim razumom“ i njezine „nejasnoće“, suprotstavljajući joj pritom „jasnoću“, „intuitivnost“ i „logičnost“ klasične fizike. Kao i u mnogim sličnim pitanjima, problem se ovakvoga uobičajenog pristupa sastoji u posve nekritičkom korištenju pojmova, koji se upotrebljavaju bez jasne definicije, te zanemarujući historijski i logički slijed stupnjeva razvoja znanja. Umjesto da se preko jednog otvorenog pitanja ubrzano prelazi prizivanjem takvih nekritičkih kvalifikacija, u prvom je redu potrebno promisliti u čemu se točno sastoje temelji klasične fizike, a u čemu kvantne; što je zapravo “zdravi ljudski razum”, što su njegove pretpostavke i kako se formira u iskustvu svijesti (u vidu individualne psihologije ili promjena paradigmi u vidu historijskog slijeda) – i tek se nakon toga, nakon što su polazišni pojmovi kritički ispitani, pitanje može postaviti u svom ozbiljnom obliku. Nasuprot tome, uobičajeni prikaz zapravo zamagljuje suštinu samog problema, te odbija istinski promisliti temeljne pojmove klasične fizike, onemogućujući da se shvati njezin prijelaz u kvantnu fiziku. Zbog toga smatramo kako je nužno krenuti sasvim suprotnim putem. Nastojat ćemo ukazati na poteškoće i proturječnosti u temeljnim koncepcijama od kojih polazi klasična fizika, te naglasiti neke dodirne točke između kvantnog načina sagledavanja svijeta i neposrednog ljudskog odnosa prema stvarnosti. Pod „zdravim ljudskim razumom“ podrazumijevat ćemo onaj način mišljenja koji svoj formalni izraz dobiva u temeljnim principima aristotelovske logike – načelu identiteta ($a = a$) i načelu neproturječja (neka stvar ne može istovremeno biti i a i $\neg a$) za koje je sam Aristotel držao da je najpostojanije od svih načela, čiju je navodno samorazumljivost i univerzalnost poznati matematičar Poincare istaknuo svojom konstatacijom da postojati naprosto znači biti lišen proturječja¹, a drugi slavni matematičar, Hilbert, postavio kao nužni temelj svakog mišljenja – ističući kako je ideja o

¹“What does the word exist mean in mathematics? It means, I say, to be free from contradiction.” [1]

moćnosti kontradikcije u svijetu zapravo paradigma bezumnosti [2]. Ovdje će se nastojati pokazati da principi aristotelovske logike ne samo da nisu primjereni zadatku interpretacije kvantne fizike, već niti objašnjavanju geneze i međusobnih odnosa temelja klasične fizike prema kvantnoj, kao ni razmatranju odnosa kvantne fizike prema svijetu kojega nastojimo spoznati. Temeljna pouka razvoja fizike, odnosa između pojedinih znanstvenih paradigmi u toku tog razvoja znanja o svijetu, te onoga što se filozofskom kritikom suvremenih znanstvenih teorija može iščitati o obilježjima Prirode, sastoji se u potpunoj nemogućnosti shvaćanja ovih pitanja na osnovi formalno-logičkih struktura izgrađenih od pasivnih, u sebe zatvorenih i prividno neproturječnih pojmova; od redukcije čitave stvarnosti na niz takvih objekata koji se uspoređuju jedan u odnosu na drugoga u čisto strukturnoj, vanjskoj i kvantitativnoj vezi. Nasuprot tome, život Prirode, a time i ljudske svijesti koja kao njezin poseban dio postoji samo kroz odnos prema vanjskome svijetu, se uvijek potvrđuje kao totalitet, što se kao neraskidivo i dinamičko jedinstvo ostvaruje kroz manifestaciju raznolikih i proturječnih momenata – od kojih se svaki nalazi u nezadrživoj promjeni i opreci prema samom sebi i svim ostalim momentima, razrješavajući to proturječje kroz svoj vlastiti razvoj. Takvu perspektivu, koju nastojimo dokazati kroz ovaj rad, nazivat ćemo dijalektičkim gledištem. Na tom tragu, formalistu Poincareu se mora odgovoriti kako postojati znači naprosto biti pun proturječja, jer izostanak proturječja znači prestanak svake promjene, a time upravo nepostojanje – iz tog razloga su već i pojmovi matematike u sebi proturječni, a jedino nedostatak spekulacije o njima onemogućava da se te proturječnosti pojme. Međutim, dok su se proturječnosti skrivale u dubinama matematički modeliranih pojmova klasične fizike kao što su prostor, brzina, sila itd. one su se mogle naprosto ignorirati, te se klasična fizika mogla proglasiti “intuitivnom” i “razumljivom”, no kako je potreba samog razvoja tih istih pojmova dovela do otvorenog pojavljivanja proturječnosti u rezultatima eksperimenata te samom formalizmu i sadržaju nove kvantne teorije – kao primjerice dualnost val/čestica, statistička distribucija elemenata materije i izostanak determinizma, kvantna sprega itd. – pitanje interpretacije kvantne fizike se naprosto nameće kao nužno čak i onima koji nisu skloni filozofskom promišljanju. Međutim, pitanje interpretacije se ne može započeti rješavati sve dok se ne pristupi filozofskom i kritičkom promišljanju temelja klasične fizike i revolucije koja se u njezinom okviru dogodila rađajući kvantnu fiziku i opću teoriju relativnosti. Zbog toga što je većina pokušaja interpretacije kvantne fizike ignorirala ovu potrebu – o pojmovima klasične fizike imajući u najboljem slučaju tek za napomenuti da su “jasni” i “poznati iz iskustva” – ti pokušaji u pravilu ni nisu mogli dovesti do dubljeg razumijevanja značenja kvantne fizike.

2 Odnos ljudskog neposrednog iskustva, klasičnih fizikalnih pojmova i pojmova kvantne fizike

Prema Nielsu Bohru [3] naše predznanstveno iskustvo formira pojmove koji postaju dio našega svakodnevnog jezika, kao što su položaj, promjena položaja, vrijeme, brzina, kauzalni odnos itd. Ti pojmovi postaju preduvjeti objektivnog znanja svijeta, te neizostavan dio svakog opisa Prirode. Temeljni koncepti klasične fizike su, nastavlja Bohr, naprosto točne specifikacije navedenih pojmova, te oni, no ne i sama klasična fizika, predstavljaju nužne uvjete svakog opisa fizikalne stvarnosti. Stoga kvantna fizika ne dovodi do njihovog odbacivanja, već do revidiranja načina njihove upotrebe – prvenstveno u smislu nemogućnosti njihovog korištenja u isto vrijeme (tu Bohr implicira tzv. princip komplementarnosti u kojima klasično nevezani pojmovi – kao npr. položaj i brzina ili val i čestica – u kvantnoj fizici postaju komplementarni, kao što ćemo diskutirati kasnije). Ovakvom bi se shvaćanju stvari moglo mnogo toga prigovoriti: ono čvrsto razdvaja „znanstveno“ od „predznanstvenog“ iskustva, propuštajući pritom odrediti njihove oštre granice – što nije posljedica slučajnosti, već neizvedivosti istog. Također, ti predznanstveni pojmovi se više ili manje shvaćaju kao nepromjenjive, nedjeljive, izolirane i samodovoljne cjeline – gotovo kao neki komadi pojmova koji se mogu nabacati u vreću bilo “predznanstvenog” ili “znanstvenog iskustva” – pri čemu se zanemaruje njihova međusobna veza i uvjetovanost, a propušta se uzeti u obzir njihova neprestana promjena i razvoj koji se pojavljuje i u okviru onoga što bi Bohr nazvao znanstvenim iskustvom. Ne možemo reći da znanstveno iskustvo naprosto preuzima gotove predznanstvene pojmove i da oni nakon toga ostaju jednaki samima sebi – zasigurno dolazi ne samo do promjene unutar istog pojma, već i do prelaska jednog pojma u drugi pojam. U kojem smislu onda možemo konstatirati da naši polazišni pojmovi, oni koje Bohr naziva predznanstvenima, ostaju nepromijenjivi temelj našeg spoznavanja prirode? Teško bi se mogli složiti i s time da kvantna fizika dovodi naprosto do revidiranja upotrebe klasičnih koncepata – ona u određenom broju slučajeva dovodi i do njihovog ukidanja. Za bolju ilustraciju rečenoga upotrijebit ćemo jedan primjer kojemu ćemo se kasnije iz drugoga ugla vratiti поближе. Klasična fizika počiva na pretpostavci kontinuiranosti fizikalnih procesa – za svaki proces može se, s po volji velikom točnošću, u načelu predvidjeti njegova vremenska evolucija, te se svaki proces može podijeliti na proizvoljno velik broj sukcesivnih sastavnih dijelova. Međutim, kvantna fizika dovodi

do opovrgavanja ovoga principa – izmjena kvanta između sistema predstavlja nedjeljivi, diskontinuirani proces. Klasični princip kontinuiranosti procesa usko je povezan s klasičnim konceptom brzine kao vremenske derivacije prijednog puta: teorem iz matematičke analize neumoljivo zahtijeva da diferencijabilna funkcija (da bi imali matematički definirani pojam brzine, funkcija trajektorije mora biti diferencijabilna) bude neprekinuta. Međutim, strogo gledano, u kvantnoj fizici koncept neprekidne trajektorije gubi svoj smisao, čime se zahtijeva novo poimanje mjere gibanja u odnosu na ono definirano na klasičan način. Klasična brzina, definirana kao derivacija puta po vremenu, te kvantni pojam količine gibanja, definiran kao operator povezan s derivacijom po prostornim koordinatama – zapravo predstavljaju dva različita matematička pojma. Također, vrijedi naglasiti da ne postoji očit razlog zašto se – slijedeći Bohra – ne samo pojam brzine, već i princip kontinuiranosti fizikalnih procesa, ne bi probao podvesti pod klasične koncepte koji predstavljaju “točnu specifikaciju predznanstvenih pojmova”. Isto vrijedi i za princip o proizvoljnoj predvidljivosti ishoda svih procesa u Prirodi, odnosno determinizam. Pouka ovih problema bi se mogla sastojati u tome da se odnos između pojmova iskustva, te onih klasične i kvantne fizike nikako ne može pokušati objasniti u vidu jednostavne i jednostrane formule. Kao što ćemo analizom primjera pokušati diskutirati kasnije, pojmovi nisu jednom za svagda formirane gromade misli, već misaoni momenti koji se nalaze stalnoj promjeni, a uz to su i relativno-kontekstualni: u smislu da su određeni ne sami po sebi, već relacijama prema svim povezanim pojmovima, odnosno da su određeni čitavom strukturom mišljenja koja se nalazi u nekom aktivnom odnosu prema vanjskoj stvarnosti. Već i sam razvoj iskustva znači ništa drugo nego stalnu promjenu pojmova – ponekad u vidu njihove unutarnje promjene u kojoj se zbiva njihovo rafiniranje ili ogrubnjivanje, dok se u drugim slučajevima pak radi o promjeni njihove same suštine, u njihovom potpunom ukidanju i prelasku u drugi pojam. Razvijanje klasične fizike, jednako kao i njezino zamjenjivanje kvantnom paradigmom, umjesto da predstavlja mirnu evoluciju istih pojmova, označava upravo dominaciju ovakvih diskontinuiteta u njihovom razvoju. Upravo ovdje nastupa jedan od temeljnih i do sada neriješenih subjektivnih problema razvoja fizike i filozofije znanosti – točnije bi bilo reći problem većine fizičara i filozofa znanosti – što se novi rezultati i novi uvidi u logiku materije uporno nastoje iskazati preko starih neadekvatnih pojmova i starih načina mišljenja (koji se uzimaju za gotovo pod jednostavnim izgovorom da su “intuitivni”). S druge strane, u odnosima između klasične i kvantne fizike, kao i odnosu obje prema svakodnevnom iskustvu, ne radi se niti o jednostranom diskontinuitetu koji bi odsijecao pojmove obje paradigme jednih o

drugih – već o odnosu koji se može razumjeti jedino u vidu jedinstva kontinuiteta i diskontinuiteta.

Usprkos svim navedenim poteškoćama značaj navedenog Bohrovog stava proizlazi iz naglašavanja važnosti razumijevanja odnosa između našeg svakodnevnog iskustva i pojmova koji se putem njega formiraju, klasičnih koncepata, te načela kvantne fizike. Već i ova jednostavna činjenica, bez koje uopće nije moguće smisljeno govoriti o značenju kvantne fizike, suviše se često ignorira – posebno u slijeđenju neopravdane prečice koncentriranja na čisti matematički formalizam i naivne nade da je iz njega moguće shvatiti samu suštinu fizikalnih pojmova. Iz razumijevanja navedenog odnosa trebalo bi biti moguće pobliže shvatiti značenje kvantne fizike prema našem neposrednom iskustvu, klasičnoj fizici, te Prirodi koju nastoji opisati. Zbog toga smatramo da put prema razmatranju odnosa klasične i kvantne fizike treba započeti upravo kritičkom analizom formiranja pojmova dobivenih čovjekovim neposrednim odnosom prema svijetu, te odatle izvedenih pretpostavki klasične fizike. Nakon toga, razmatranjem daljnje evolucije klasičnih pojmova i njihovih kontradikcija, čiji se pokušaj razrješenja nastojao postići uvođenjem novih kvantnih principa, pokušat ćemo se približiti potpunijem uvidu u odnos između temelja klasičnog i kvantnog.

3 Problemi ispitivanja temeljnih pojmova iskustva i fizike

Jedna od neobičnijih odlika kako dominantnog pristupa u fizici samoj, a tako i u filozofiji znanosti, je neumoljiva i tvrdoglava odlučnost da se o temeljnim pitanjima raspravlja koristeći bez refleksije one pojmove koji se pretpostavljaju kao zadani, koji se nekritički preuzimaju iz trenutne kolekcije empirijskih znanja uz koje su u interpretaciji trenutno dominantne paradigme vezani, te da se čitava diskusija vrši samo po takvoj umjetnoj i konzervativnoj definiranoj površini. Temeljna jalovost takvog pristupa sastoji se u tome što apstrahira od historije i razvojnog kretanja pojmova, što ih se ne promatra uslijed slijeda stupnjeva njihovog vlastitog formiranja i u kontekstu ljudskog iskustva, nego samo u formalnom vakuumu. Primjerice, pitanje koje se često postavlja je ono o značenju prostora i vremena. U dominantnom pristupu započet će se uglavnom kratkom konstatacijom kako su nam “ti pojmovi poznati iz iskustva” – čime će priča o analizi iskustva biti u pravilu okončana i prije svog početka, dok će se onda prijeći na pokušaje objašnjenja u okvirima potpuno izoliranog mišljenja – je li primjerice prostor samo izraz relacije objekata ili postoji po sebi, je li vrijeme realno ili samo privid itd. – uz navođenje neiscrpnog niza ograničenih argumenata za jednu ili drugu tezu i

konstruiranje novih varijanti odgovora na to pitanje u beskrajnom nizu varijacija (u npr. varijanti jakog, slabog, umjereno slabog realizma itd. itd.). Stihijska igra razuma će se zatim u pravilu nastaviti postavljanjem pitanja “što nam suvremene fizikalne teorije mogu reći o ovom pitanju?” te će se prionuti na selektivnu i parcijalnu interpretaciju raznovrsnih rezultata fizikalnih teorija i njihovo korištenje u ovoj ili onoj od varijantni beskrajnog broja konstruiranih odgovora na pitanje o npr. prirodi prostora i vremena. Pri tome se uglavnom olako prelazi preko problema da fizikalne teorije – čak i u slučaju da trenutno pokazuju relativnu empirijsku konzistentnost po nizu pitanja – mogu naprosto po svojim pretpostavkama i pojmovima biti suštinski neutemeljene ili neadekvatne. Štoviše, po svojoj strukturi fizikalne teorije su samo ograničeni matematički modeli koji u svojoj podlozi odražavaju skrivene metafizičke pretpostavke svojih utemeljitelja i vremena u kojemu su formirane – a ne nužno i direktni izraz nekakvog prirodnog zakona samog po sebi. U najboljem slučaju, moglo bi se samo reći da djelomično odražavaju izvjesne prirodne principe u mediju našeg trenutnog poimanja svijeta i naših trenutnih ograničenih pojmova.

U opreci spram takvog pristupa, metoda davanja odgovora na slična pitanja mora krenuti od temeljne činjenice da pojmovi kao što su npr. prostor i vrijeme postoje jedino kroz proces svog formiranja u svijesti, dakle kroz ljudsku historiju i individualnu psihologiju. To ne znači da oni ujedno i ne izražavaju aspekte realnosti koji postoje u Prirodi nezavisno od svijesti, već samo to da oni u svakom slučaju predstavljaju ograničene ljudski kreirane instrumente za spoznavanje te realnosti od strane čovjeka. Temeljno pitanje o odnosu između tih pojmova i realnosti nipošto nije jednostavno i ne može biti u potpunosti odgovoreno drugačije osim kroz sam proces razvoja ljudskog znanja koje će se izraziti i na budućnosti samih pojmova. Velika važnost Kantovog doprinosa filozofiji sastoji se u prvom redu u tome što je kod njega na ovome mjestu odlučno raskinuta dogmatska pretpostavka o doživljaju svijeta od strane subjekta kao nekoj vrsti pasivnog odraza vanjske stvarnosti, te je istaknuta uloga subjekta u formiranju opažajnog iskustva i postavljanja granica mogućnosti spoznaje uopće. Međutim, ta kritička strana ostala je vezana samo za uslovljenost i zadanost načina funkcioniranja spoznajnih organa, a ne i za punu aktivnu djelatnost subjekta, koji bi u vidu razvijajuće svijesti čiji tok uključuje međusobno sukobljene faze, stvarao percepciju svijeta koji se već sam po sebi nalazi u kretanju (dok se istovremeno razvijajuća svijest nalazi u kompleksnom odnosu prema vanjskoj zbilji koja se putem nje nastoji spoznati). Jedan od razloga za to je dan time što potpuni prijelaz od Kantovog baziranja kritike spoznajnih mogućnosti čovjeka na temelju zadanih svojstava spoznajnih or-

gana, pa do ostvarivanja spoznajne kritike utemeljene na postepenom formiranju kategorija djelatnošću samog subjekta u njegovom praktičnom odnosu prema Prirodi, zahtijeva dijalektiku kao mišljenje jedinstva i kretanja proturječnosti – čiji je početak zapravo i kraj doseg Kantove filozofije (jer antinomije se umjesto dijalektičkom sintezom rješavaju kod Kanta postuliranjem noumenalne razine stvarnosti).² Iz tog je razloga Kantova kritika ostala nužno ograničena.

U svakom slučaju, treba dakle na samome početku odbaciti – i dalje nažalost veoma ukorijenjenu pretpostavku – da su pojmovi konstruirani kroz predznansveno iskustvo, kao i pojmovi same znanosti, nužno u nekom direktnom i jednostavnom odnosu prema životu Prirode, da je štoviše “opisuju” ili “odražavaju”. Moglo bi se prije reći sasvim suprotno: kako oni predstavljaju pokušaj da se ono kompleksnije i bogatije – Priroda – izrazi putem neadekvatnih i još uvijek veoma primitivnih pojmovnih konstrukcija, koje nisu u stanju da je obuhvate u njezinoj bitnosti. Jedino odbacujući opravdanost arogantne pretpostavke o adekvatnosti trenutnih pojmova empirijskih znanosti za opis Prirode, metoda istraživanja može biti kritička i otvorena po svojoj naravi. Kada je usvojena takva polazišna osnova o saznavanju karaktera pojmova u odnosu na proces njihovog formiranja u svijesti, onda se pitanje postavlja od one točke kada pojmovi još nisu niti uspostavljeni, te se slijedi proces njihovog oblikovanja – uzimajući u obzir sve njegove aspekte te raznolike i proturječne strane, nastojeći dokučiti temeljne principe njihovog razvoja. Pri tome se za potpunu obradu ove zadaće filozofska analiza mora nužno služiti i rezultatima psihologije, pedagogije, antropologije itd. Konkretno, na primjeru spomenutog pitanja prostora i vremena, umjesto sučeljavanja beskrajnog niza ograničenih alternativa o naravi prostora i vremena u areni formalističkog vakuuma – što ne vodi nigdje, potrebno je promotriti kako se u fenomenologiji svijesti na osnovu samoga iskustva ti pojmovi postepeno uobličuju u različitim razvojnim stupnjevima i kako se ti stupnjevi odnose jedni prema drugima – bez ikakvog formalnog pretpostavljanja i ograničavanja materijala i opisa procesa. Razumijevanje odlika tog procesa oblikovanja pojmova kroz iskustvo svijesti

² „Da sve naše saznanje počinje sa iskustvom, u to se ne može sumnjati; jer šta bi inače moglo da pobudi moć saznanja na upražnjavanje svoje funkcije, ako to ne bi činili predmeti koji draže naša čula, te djelimice sami sobom proizvode predstave, djelimice pak pokreću funkciju našega razuma da ove predstave upoređuje, da ih spaja ili razdvaja, te da tako sirovi materijal čulnih utisaka preradi u takvo saznanje predmeta koje se zove iskustvo? Dakle, u pogledu vremena nijedno saznanje u nama ne prethodi iskustvu, i sa iskustvom počinje svako saznanje. Ali, premda cjelokupno naše saznanje počinje sa iskustvom, ipak zbog toga ne proističe sve saznanje iz iskustva. Jer moguće je da se, štaviše, naše iskustveno saznanje sastoji iz onoga što mi primamo preko utisaka i iz onoga što naša sopstvena moć saznanja (pobuđena samo čulnim utiscima) dodaje iz same sebe, a koji dodatak mi ne možemo razlikovati od one osnovne sadržine prije nego što smo dugim vježbanjem obratili na nju pažnju i osposobili se za njegovo izdavanje. Dakle, postoji bar jedno pitanje koje je potrebno još bliže proučiti i koje se ne smije odmah prema prvom izgledu odgurnuti kao svršeno, naime: da li postoji takvo saznanje koje je nezavisno od iskustva, pa čak i od svih čulnih utisaka? Takva saznanja zovu se saznanja a priori i razlikuju se od empiričkih saznanja koja imaju svoje izvore a posteriori, to jest u iskustvu.“ [4]

mora biti potpomognuto istraživanjima o pojmovima prostora i vremena kod plemenskog društva i ranijih civilizacijskih stupnjeva, zatim kroz uvide o formiranju percepcije djece, te kroz ostale povezane primjere. Jedino se na taj način može razumjeti kakvo je značenje tih pojmova u "predznanstvenom iskustvu", a jedino se nakon toga može postaviti pitanje o njihovom odnosu prema pojmovima fizike – pri čemu metoda i dalje nužno mora biti usmjerena upravo na tok kroz koji se sami pojmovi mijenjaju. Značenje pojmova u opisu Prirode može biti shvaćeno samo ako se kao prvi korak sami pojmovi promotre kritički unutar svojeg procesa nastanka i svojih ograničenja. Odgovarajuća i potpuna primjena takve dijalektičke i razvojne metode u potpunosti prelazi mogućnosti i opseg ovoga rada, te ćemo se na ovom mjestu ograničiti samo na glavne crte i osnovne momente takvog pristupa u kontekstu razumijevanja odnosa između klasične i kvantne fizike.

Velika je zasluga Hegela što je, naročito u svojoj Fenomenologiji duha, razrađeno prikazao takvu metodu koja polazi od opažanja same fenomenologije svijesti i onoga što se u njoj zatiče kao neposredno, te prikazuje kako se pojmovi razvijaju kroz svoje vlastite kontradikcije. Nažalost, takav pristup problematici ostao je – naročito u dominantno pozitivistički orijentiranoj filozofiji znanosti – uglavnom ignoriran, te ma koliko da su se pojedini filozofski pravci gordo prozivali kritičkima (kao npr. Popperov redukcionistički "kritički racionalizam"), oni su ostajali dogmatični u odnosu prema samim temeljnim pojmovima koje koriste, kao i prema tradicionalnoj logici koja im je služila kao metoda. Historijski gledano, teškoća analize samih temeljnih pojmova, koja zahtijeva mogućnost da se proturječnosti ujedine i promotre u svome jedinstvu u mišljenju, a ne odvajaju jedne od drugih, da se štoviše promotre u svome toku, a ne kao fiksne – vidljiva je i u činjenici što je otac moderne kritičke filozofije, Kant, upravo kod njih ostao kod stava da su oni dani u umu a priori (kao što je slučaj kod pojma prostora), što je zapravo stav koji označava kapitulaciju u pogledu njihovog ispitivanja, problema njihovog formiranja, kao i njihove prave kritike. S druge strane, veoma važan i relevantan aspekt Kantove misli, posebno u metodološkom smislu, sastoji se u inzistiranju na nezavisnom statusu empirijskog materijala u spoznajnom procesu. Zanemarujući dalekosežnu kritiku koju je iz ove perspektive stari Kant uputio predstavnicima klasičnog njemačkog idealizma - o nemogućnosti razvijanja filozofije na temelju nastojanja za apsorpiranjem svega empirijskog u pojmu duha, čime se razum samo zavarava u praznim obrascima koje si je sam stvorio, brkajući ih s realnom spoznajom svijeta - Hegelova filozofija, usprkos svojoj dubini, pokazuje stalna nastojanja da ono empirijsko na silu uklopi i razgradi u ranije postavljenim misaonim obrascima – čime ispitivanje gubi svoj otvoreni i kritički karakter.

Međutim, ne bi se smjelo ispustiti iz vida da je ovaj nedostatak zapravo nastao iz potpuno opravdane, štoviše nužne, potrebe da se prevlada razdvojenost empirije i svijesti (što bi mogli iskazati općenitije i kao razdvojenost onog prirodnog i onog psihičkog) te omogućiti njihova prava sinteza. Nedostatnost dosadašnjih pokušaja u ostvarivanju ovog cilja nikako ne može služiti kao argument za njegovu nemogućnost; štoviše, polazeći od shvaćanja Prirode ili Kozmosa kao totaliteta postojećega koji se razvija kroz svoje samo-odnošenje i Čovjeka kao njegovog posebnog dijela, kroz čiji se razvoj ona manifestira i samo-spoznaje - njegovom vlastitom praktičnom djelatnošću, dosezanje tog jedinstva pokazuje se kao cilj ispitivanja kojemu se postepeno i kritički teži, a ne kao apriorna pretpostavka koja se ostvaruje pod neprihvatljivu cijenu ukidanja relativne autonomije bilo onog psihičkog ili prirodnog, misaonog ili empirijskog, teorijskog ili eksperimentalnog.

4 Formiranje logičkih i metafizičkih pretpostavki fizike

Nasuprot najneposrednijem odnosu ljudske svijesti prema stvarnosti u kojoj se realitet poima kao jednostavno jedinstvo čiji dijelovi još nisu izdiferencirani (npr. svijest djece u ranim fazama razvoja ili plemena na niskom stupnju civilizacijskog razvitka), metoda klasične fizike se zasniva na pretpostavci da se iz cjeline opaženog svijeta raznoliki momenti mogu izdvojiti i promatrati zasebno, apstrahirati od toka zbilje, fiksirati, te tada konačno izvana postaviti u određene međusobne odnose.³ Tada se pretpostavlja da se ti međusobni odnosi mogu izraziti jezikom matematike, strukturom koja počiva na određenom broju aksioma nad čijim se temeljem provodi formalno – logičko kretanje apstraktnih izoliranih odredbi. Tako se npr. na jednu stranu stavlja pojam prostora, a na drugu pojam vremena; na jednu predmet, a na drugu kretanje predmeta; na jednu stranu jedan određeni predmet sa svojim vlastitim svojstvima, na drugu svi ostali predmeti itd. Svaki se od ovih momenata smatra zasebnim, nezavisnim i razdvojenim od drugih momenata: predmet postoji i ima jednaka svojstva nezavisno od toga postoje li ili ne

³Ovakav tip dijalektičke perspektive, koja ljudsku percepciju promatra kao dinamičnu te kao proces koji započinje iz jedinstvenog neizdiferenciranog stanja svijesti obilježenog neposrednim tokom čulnog materijala – a koju zauzimamo u našoj kritici temelja fizike – u skladu je sa brojnim rezultatima razvojne psihologije, od kojih su vjerojatno najznačajniji i najpoznatiji teorijski i eksperimentalni doprinosi J. Piageta. Tako se prema Piagetu prostor koji percipira novorođenče od njega ne shvaća kao objektivna, nije ispunjen predmetima konstantne veličine i oblika i nije trodimenzionalan. Između ostaloga, novorođenče ne može odrediti izvor promjene objekta te utvrditi je li promjena nastupila zbog promjene položaja objekta, gibanja njegovog vlastitog tijela ili pak promjene na samom objektu. Nadalje, prema Piagetu, novorođenče nije u stanju razlikovati promjenu percepcije objekta od promjene samog objekta [5],[6]. Sve navedene hipoteze u potpunosti potvrđuju spomenutu karakterizaciju ranog perioda razvoja svijesti kao određenog izostankom pojmovne i perceptivne diferencijacije kao dominantnog principa.

postoje ostali predmeti; vrijeme protječe nezavisno od predmeta, prostora ili događaja; predmet postoji nezavisno od promjene kroz koju prolazi i od toga postoji li uopće ikakva promjena ili ne, na prostor ne utječu predmeti, promjene, ili tok vremena itd. Posljedično rečenome, svijet možemo podijeliti na proizvoljan broj dijelova, te proučavajući svaki od tih dijelova možemo zanemariti djelovanje ostalih. Prešutno se pretpostavlja da prikazani proces može dovesti do potpunog opisa i spoznaje Prirode, što se gledano s kritičke distance čini kao veoma neopravdana pretpostavka.

Proces pripreme navedene logičke, epistemološke i metafizičke podloge klasične fizike nije nešto što se dogodilo u jednom potezu, pa niti u toku jedne epohe, već obuhvaća takve različite vremenske skale kao što su ona svakog individualnog psihičkog iskustva, pa do historije razvoja čovječanstva sve do perioda prosvjetiteljstva – pri čemu su socio-ekonomske, te zavisne religijske i ideološke tendencije pojedinih društvenih formacija vršile snažan utjecaj na dinamiku njezinog razvoja. S druge strane, navedena podloga klasične fizike je nešto što – u vidu još uvijek dominantnih shvaćanja problema filozofije prirode – nastavlja aktivno živjeti i nakon silaska klasične fizike s trona. Razvoj fizike, koji je započeo upravo na navedenoj podlozi, ukazao je na nužnost njezinog ukidanja – opća teorija relativnosti primjerice zahtijeva da se odbaci ideja o razdvojenosti prostora i vremena, kao i njihove nezavisnosti od dinamike tijela, kvantna fizika zahtijeva da se odbaci koncepcija lokaliziranog tijela i inzistira na tome da je dinamičko stanje materije neodvojivo od njezine egzistencije. Međutim, čitava prikazana podloga utemeljena na diferenciranoj percepciji stvarnosti nastoji se u svojoj temeljnoj logici i metafizičkim pretpostavkama zadržati – uz parcijalnu izmjenu onih specifičnih komponenti koje su postale očigledno nepomirljive u odnosu na cilj opisa Prirode (npr. klasični determinizam ili apsolutni prostor i apsolutno vrijeme). Rezultat takvog odnošenja prema aktualnoj slici svijeta je otvorena nedosljednost, te se stoga ona sastoji od različitih nespojivih dijelova nasumce nabacanih na hrpu. To se izražava u vidu izjava o neočekivanom karakteru moderne fizike, o posljedicama kvantne fizike i opće teorije relativnosti koje “nisu intuitivne”, ili koje su pak “sasvim drugačije u odnosu na naše iskustvo”, o tome kako mikroskopski i makroskopski sustavi imaju sasvim drugačiju logiku itd. Radi se samo o tome da metafizička i logička podloga opisa svijeta – koja je u suštini i dalje ona klasične fizike – nije spojiva s razumijevanjem značenja teorija moderne fizike, te da zapravo ne postoji nešto neobično u suvremenim rezultatima fizike po sebi – oni su, umjesto da budu neočekivani, zapravo nužni iz perspektive samo-negirajućeg karaktera razvoja znanja, kao što ćemo diskutirati kasnije.

Početak formiranja metafizičko-logičkih temelja fizike dan je razvojem jezika i kompleksnijih oblika mišljenja, te uvođenjem razlikovanja svjesnih i izvanjskih sadržaja – u tom pogledu je on zapravo prvo razvojno iskustvo svake svijesti. Svijest se – u odnosu prema materijalnom svijetu, koji se kroz razvoj subjekta od nje postepeno počinje razlikovati – prvobitno pojavljuje samo kao jedinstveni tok bivajanja; u njemu još ne postoje razlike između subjekta i objekta, pojma i predmeta kojega označuje, prošlosti i budućnosti, smjerova u prostoru i ostalih kategorija koje se razvijaju tek kasnije. Postepeno se, u nizu međusobno oprečnih faza, iz jedinstvenog toka svijesti uobličuju pojmovi koji se pokušavaju pridijeliti razdvojenim fazama toka promjene u izvanjskoj zbilji. Daljnji razvoj na ovoj osnovi označen je postepenim zatvaranjem pojmova u sebe, te njihovim razdvajanjem jednih od drugih – naročito pojmova koji su oprečni, te isticanjem njihovog pasivnog i statičnog karaktera. Takvu funkciju svijesti koja se zasniva na razdvojenim i fiksiranim pojmovima nazivat ćemo razumom, a njezino formiranje kroz praktično iskustvo svijesti u njezinom odnošenju prema izvanjskoj realnosti označavat ćemo kao razumsku diferencijaciju zbilje. Nasuprot tome, u svojoj suštini – čak i onda kada to nije izraženo otvoreno na samim pojmovima – njihova egzistencija je moguća samo kroz njihove međusobno oprečne i uslovljavajuće odnose, samo kao moment u kretanju psihe koja se neprestano kao jedinstvo nalazi u njihovoj podlozi – stoga se po prirodi samih pojmova i prirodi svijesti taj proces razumske diferencijacije iskustva nikada ne može provesti u potpunosti. Nasuprot razumskom mišljenju, takvo mišljenje koje se zasniva na ukidanju odredbi razuma i ostvarivanju jedinstva proturječnosti nazivat ćemo, slijedeći Hegela, umskim. U svojoj suštini pojmovi uvijek ostaju u stalnom kretanju i samo-opovrgavanju, uvijek postoje kroz među-odnošenje, kao jedinstvo identiteta i razlike te kao općenitost – samo djelomična obrada njihove površine u pravcu razumskog oblikovanja nastoji da se pokaže kao od toga drugačija, no nju neprestano opovrgava ono što se nalazi u suštini pojma. Sve navedeno dobiva svoj puni izraz u formiranju jezika i njegovoj gramatičkoj strukturi, koja počiva na nizu dihotomija kao što su one između subjekta i objekta, imenica i predikata, riječi i rečenice itd. Jezik se prvo doima kao takav izvanjski odnos dihotomiziranih elemenata, no pri pažljivijoj refleksiji o njegovom značenju uočava se da se sve takve strane, prvotno pojmljene kao razdvojene, u svojoj suštini slijevaju u jedinstvo i zajedničku dinamičku strukturu kroz koju se tek može pojmiti značenje pojedinog momenta: pojedinačno se iskazuje kao opće (npr. „ova sova je ptica“), subjekt se ostvaruje samo kroz predikat i objekt, negacija pojma se pretvara u odredbu novog pojma i time u njegovu afirmaciju (npr. „nisam mrtav“), konačno – smisao se ostvaruje tek kroz cjelinu,

prelazeći okvire rečenice, odlomka i pojedinog teksta, te se odražavajući tek u jeziku kao totalitetu. Takav jezik zatim postaje osnovni instrument odnosa između Prirode i čovjeka s jedne strane, te pojedinca i društva s druge strane.

Ovom naknadnom diferencijacijom zbilje – koja se prvo i neposredno pokazuje kao jednostavno jedinstvo – ostvaruje se nužna pretpostavka za početak spoznavanja svijeta: jer jedino je na taj način moguće razviti poimanje mnogovrsnosti postojećega, dok je ujedno i prvi korak u kontroliranom odnošenju samosvjesnog mišljenja prema vanjskom svijetu upravo stalna usporedba pojmova i opaženih fenomena.⁴ Ta usporedba i traženje podudaranja (odnosno pretpostavljene jednakosti) između pojmova i momenata zbilje (koji se počinju shvaćati kao objekti) je na prvom i početnom stupnju razvoja moguća samo ako se pojmovi i fenomeni učine u značajnoj mjeri fiksnima i relativno dobro definiranima u svojoj posebitosti, uz nastojanje da iz sebe isključe sve ostale. Kontradikcija ovog razvoja sastoji se u tome da je diferencirano shvaćanje zbilje – koje je pretpostavka daljnjeg razvoja spoznaje – u potpunoj i nepomirljivoj opreci s temeljnim i uvijek iznova potvrđenim obilježjem stvarnosti kao jedinstva koje se nalazi u neprekidnom kretanju i u sebi obuhvaća sve oprečne strane. Zbog toga je ovaj napredak u spoznaji Prirode – koji dovodi do sve boljih mogućnosti njezinog opisa, zahvaćanja sve većeg bogatstva njezinih slojeva, te otvaranja mogućnosti simboličkog modeliranja njezinih tendencija – ujedno i relativno nazadovanje jer predstavlja udaljavanje od prvobitnog jedinstva (koje međutim prije početka diferencijacije iskustva nije shvaćeno u svojoj suštini, nego jedino u prvotnoj konfuziji, upravo u izostanku svakog znanja), no na način da je to relativno nazadovanje zapravo nužni uvjet njegovom približavanju u obogaćenom smislu u budućnosti. Upravo iz tog razloga, napredak znanja koji se sastoji u prikazanom procesu razumske diferencijacije, nužno dovodi do spoznaje o svojim vlastitim ograničenjima, o proturječnostima u svojim pretpostavkama koje moraju biti prevladane, drugim riječima – do svoje vlastite kritike. Upravo se u navedenome može tražiti opći razlog i pokretač promjena paradigmi u znanosti, te pokušati razumjeti glavne tendencije promjena shvaćanja Prirode od pred-aristotelovskog, Aristotelovog, klasičnog, pa do kvantnog i relativističkog perioda fizike.

O historijskoj dugotrajnosti procesa diferenciranja stvarnosti – koji uključuje

⁴Ta je tendencija diferenciranog oblikovanja zbilje, odnosno “analize”, u svrhu njezinog razumijevanja veoma jasno prikazana kod Aristotela: “Now what is to us plain and clear at first is rather confused masses, the elements and principles of which become known to us later by analysis. Thus we must advance from universals to particulars; for it is a whole that is more knowable to sense-perception, and a universal is a kind of whole, comprehending many things within it, like parts. Much the same thing happens in the relation of the name to the formula. A name, e.g. ‘circle’, means vaguely a sort of whole: its definition analyses this into particulars. Similarly a child begins by calling all men father, and all women mother, but later on distinguishes each of them.” [7]

formiranje zatvorenih pojmova te logike koja izražava njihove relacije – svjedoči činjenica da su se njegovi rezultati konačno uspostavili u vidu izgrađenog sustava tek u relativno kasnom periodu Aristotela u Zapadnoj filozofiji, te u toku razvoja škola nyaya i vaišešika u Indiji. Jedan od razloga za to je vjerojatno i pojavljivane oprečnih tendencija svijesti, putem kojih se izražavala težnja da se raznovrsnost empirijskog i pojmovnog materijala ujedini i vrati u jedinstvo, što je u povijesnom razvoju mišljenja dobivalo izraza u animističkim i mističkim tendencijama, koje su već veoma rano uvidjele neadekvatnost formalno-logičkog mišljenja za razmatranje tog jedinstva, te su stoga svoje stavove izražavale kroz paradokse i simboličko-intuitivne veze među pojmovima. Odnos između logike, epistemologije i fizike-kozmozologije kod Aristotela i škola nyaya-vaišešika zapravo pokazuje iste crte koje označavaju specifičnost određene faze u razvoju mišljenja. U odnosu prema iskustvu separacija i fiksiranje momenata svijesti, te izražavanje odnosa između elemenata diferencirane percepcije, dobivaju svoj izraz u principima razumske logike koji se izražava kroz sustave Aristotelove logike i logike škole nyaya.

Na osnovi tih logičkih sustava, čije se pretpostavke u osnovi zadržavaju i u podlozi empirijskih znanosti danas, razvijaju se kako Aristotelova fizika, tako i – u indijskom kontekstu – epistemologija, te kozmozologija škole vaišešika.⁵ Izražavajući tako prvenstveno princip razlike i samo-identiteta svakog pojma, opis procesa promjene u svijetu se sada uobličuje kroz razdvojene kategorije subjekta i objekta, supstancije i atributa, akcije i njezinog nosioca – gdje je svaki od navedenih pojmova postavljen za sebe, te je njihova veza samo vanjska i slučajna.⁶ Ona je izražena u formi suda u kojoj su ovi raznoliki elementi sakupljeni u cjelinu, koja međutim ne predstavlja njihovo ostvareno jedinstvo, nego samo njihovu izvanjsku relaciju – u kojoj se međusobno ne zadire u suštinu samih pojmova. Tako u sudu “zid je bijel”, zid je dan kao pojam po sebi, jednak sa sobom, te nezavisan od određenja njegove egzistencije izražene u “je”, koja opet ostvaruje odnos s atribu-

⁵“The Vaishesika system takes its name from vishesa or particularity. It insists that it is in the particulars of the world, pre-eminently in the particular imperceptible souls and atoms that the true individuality is to be found... The Vaishesika is essentially a philosophy of distinctions, since it does not tolerate any attempt at dissipating the independence of selves and objects in a supposed more perfect individuality...“ [8] Takva epistemologija škole vaišešika se zasniva na logici nyaya, koja je u svojoj suštini identična pretpostavkama aristotelove logike. Klasifikacija realnosti po principu diferencijacije razumski konstruiranih kategorija u ovoj školi se izražava kroz šest kategorija: „The Vaishesika adopts a sixfold classification of padarthas into substance (dravya), quality (guna), activity (karma), generality (samanya), particularity (vishesa), and inherence (samavaya), to which a seventh non-existence (abhava) was added by the later Vaishesikas“. [8]

⁶To je u veoma jasnom obliku prikazano primjerice u Aristotelovom Organonu prilikom nabranjanja kategorija: “Of things incomplex enunciated each signifies either Substance, or Quantity, or Quality, or Relation, or Where, or When, or Position, or Possession, or Action, or Passion... Now each of the above, considered by itself, is predicated neither affirmatively nor negatively, but from the connexion of these with each other, affirmation or negation arises. For every affirmation or negation appears to be either true or false, but of things enunciated without any connexion, none is either true or false...“ [9].

tom bjeline koji pak stoji kao potpuno izvanjski i pasivan u odnosu na prvu i drugu komponentu suda. Temeljna odlika diferencijacije mišljenja, putem konstruiranja izoliranih pojmova na temelju pokušaja njihovog postavljanja u identitet sa sobom i razliku prema drugome, u sustavima takve logike proglašava se općim i temeljnim zakonima mišljenja: zakonom identiteta ($a=a$) i zakonom neproturječja (nešto ne može istovremeno biti i a i $ne-a$).⁷ Ti principi zasigurno jesu temeljni zakoni, ali samo unutar okvira pretpostavki razumske logike, dok ih život čovjekove svijesti i Prirode neprestano nadilazi u svom kretanju.⁸ Međutim, kada je ovakav okvir odnošenja prema zbilji zadan onda se pitanje istine nužno svodi na podudaranje između konstruiranih fiksnih pojmova na sličan način na koji se očekuje od ispravnog ključa da će se podudarati s bravom. Stoga se diferencirani pojmovi – kretanjem svijesti koja ih, po sebi ravnodušne, izvana dovodi do usporedbe – izražavaju kroz jednakost ili nejednakost, te istina postaje korespondencija između tzv. “svijesti i stvarnosti”.⁹ Kako elementi takvog mišljenja nemaju nikakvog kre-

⁷ „...the firmest belief is that opposite assertions are not true at the same time“ [10]

⁸ Nerazumijevanje navedenoga česti je uzrok pokušaja kritike usmjerene protiv dijalektičkog mišljenja, pri čemu se dijalektiku optužuje za proizvoljnost, iracionalnost i neodređenost, pri čemu se nadalje ističe da napuštanje ovih temeljnih „zakona logike“ onemogućuje dolaženje do zaključaka i mogućnost bilo kakve argumentacije (jer bi se tada svaka proturječnost u iskazima mogla dopustiti i stoga bi svaka tvrdnja postala jednako istinita odnosno neistinita). Takve kritike zapravo ukazuju na posljedice nedosljednog korištenja dijalektičkog pristupa na materijalu pojmova i odnosa koji odgovaraju razumskom mišljenju – dakle gdje se, po naravi samih pojmova i njihovih ograničenja, mora primijenjivati razumska logika. Primjerice, kada se formiraju diferencirane i statične predstave kao što su „čovjek je živ“ i „čovjek je mrtav“, koji su kao pojmovi shvaćeni kao međusobno isključujuće opreke, tada reći da je „čovjek istovremeno i živ i mrtav“ unutar tih okvira ne predstavlja dijalektičko jedinstvo proturječnosti, već samo formalno-logičku tj. nedijalektičku kontradikciju, koja označava besmislicu. Slično je i sa iskazima da je nešto istovremeno i crno i bijelo ili da se nešto istovremeno dogodilo i nije dogodilo. Dijalektičko jedinstvo proturječnosti se, nasuprot tome, sastoji u nadilaženju ograničenosti ovih predstava, ukidanju fiksnih i razdvojenih pojmova, npr. živoga i mrtvoga, te proučavanja kretanja stvarnosti koje omogućuje prijelaz u kojemu se ranije razdvojena stanja sada shvaćaju kao povezana u svojoj razlici – tako je svako življenje ujedno umiranje jer vodi k njemu kao svome cilju, te jer u svakome momentu podrazumijeva iščeznuće svojih mnogovrsnih dijelova, kao npr. raznih stanica ili disocijacije raznih molekula itd. Navedeno proturječe sada ima smisla jer se pojavljuje na adekvatnom materijalu, razmatrajući dinamičke relacije, a ne kao ranije na fiksnim razumskim pojmovima – gdje mora ostati besmisleno. Ako se pak diferencirani pojmovi shvate npr. kao zadani izvjesnim skupom bioloških funkcija koji bi zadavali razliku živoga i mrtvog, onda se dijalektičko jedinstvo suprotnosti koje predstavlja nadilaženje tih okvira ostvaruje u oblicima kao što su virusi, koji istovremeno sadržavaju u sebi mogućnost i jednih i drugih funkcija. Takva razlika između nedijalektičke i dijalektičke proturječnosti, čije razumijevanje u pravilu uvijek izmiče protivnicima dijalektike, je ono što je Ernst Bloch humoristično iskazao u tvrdnji da onaj koji neprestano u iskazima proturječi sam sebi nije dijalektičar već budala.

⁹ Kako je ono što se shvaća kao realnost, za koju se pretpostavlja da je dana opažanjem, i dalje nešto što se pojavljuje u svijesti i oblikuje se na ovom stupnju spoznavanja također u skladu s diferenciranom percepcijom i uobličanim nizom pasivnih i zatvorenih pojmova, to se naprosto radi o podudaranju različitih struktura same svijesti, a ništa se ne može opravdano govoriti o podudaranju svijesti i “stvarnosti”. Primjerice može se reći da je tvrdnja “Zemlja uzrokuje ubravanje tijela koja padaju” nešto što se može utvrditi kroz čisto opažanje i pokazati da se u ovom slučaju “svijest podudara sa stvarnošću”. Međutim, navedeno zahtijeva da se već imaju konstruirani pojmovi gibanja, prostora, vremena, brzine, puta, akceleracije itd. i da se onda oni međusobno povežu kroz određene logičke i aritmetičke relacije. Ti pojmovi se ne nalaze nigdje u samoj percepciji i nigdje na fenomenu koji se neposredno

tanja u sebi, pokušaj ostvarivanja takvih korespondencija, odnosno mišljenja na takvim pretpostavkama, moguć je samo kao također vanjsko sabiranje sudova u premise i zaključak koji ne dovodi do nikakve nove spoznaje u odnosu na premise već samo povezuje njihove parcijalne tvrdnje u jedinstvenu tvrdnju, te stoga ima izraženo tautološki karakter. Takvi odnosi predstavljaju jezgru silogizma, te ostalih oblika formalne (nedijalektičke) logike. Budući da su pojmovi po samoj konstrukciji takve logike međusobno izolirani, pokušaj iznalaženja njihove veze koja nije naprosto slučajna može se ostvariti samo razmatranjem njihovih relativnih preklapanja i razlike, dakle klasifikacijom na klase nadređenih pojmova i podređenih pojmova – čime se analiza stvarnosti zapravo svodi samo na administraciju pojmova. To je ujedno i prirodni početak razvoja empirijske znanosti – koja u pravilu počinje kao primjena principa formalne logike na neki raznovrsni empirijski materijal, koji se u izostanku razumijevanja njegove evolucije i odnosa između njegovih različitih momenata nastoji zahvatiti pasivnim nabranjem i vanjskom klasifikacijom. U svom daljnjem razvoju empirijska znanost teži da prevlada ovu razinu, te da se ostvari kao unutarnja i dinamička veza između različitih strana tog materijala, razumijevajući sada taj materijal kao logičko ostvarenje tih veza, a ne naprosto kao nasumičnost.

5 Utemeljivanje klasične fizike kroz odnos prema Aristotelovoj fizici

U pogledu značenja Aristotelove fizike uglavnom se ignorira intenzitet njezinog utjecaja na klasičnu i modernu fiziku, te izrazito visok stupanj njezine unutarnje konzistentnosti – posebno u pogledu odnosa njezinih metafizičkih temelja, logike i pretpostavljenih principa funkcioniranja Prirode. Ove dvije strane koje se uglavnom previđaju usko su povezane, te je navedeno ignoriranje prvenstveno posljedica nekritičnog stava prema naraciji o tome kako je Aristotelova fizika naprosto odbačena jer se pokazala neispravnom, te je zamijenjena fizikom Newtona i Galilea – što je simplificirana perspektiva koja onemogućuje da se istaknu važni momenti kontinuiteta koji povezuju obje paradigme, posebno u pogledu odnosa fizike prema njezinim pretpostavljenim filozofskim i logičkim temeljima. Štoviše, može se sigurno ustvrditi – ma koliko to paradoksalno moglo zvučati na prvi pogled – kako Aristotelova fizika u odnosu na klasičnu i suvremenu fiziku (pri čemu pod fizikom ovdje podrazumijevamo cjelinu opisa Prirodnog svijeta) predstavlja

promatra (u protivnom bi djeca već paralelno s usvajanjem jezika usvojila i znanje klasične kinematike). Zbog tog razloga se ovdje radi samo o usporedbi različitih struktura svijesti, u čijem okviru se interpretiraju opaženi fenomeni.

upravo najkonzistentniju paradigmu do sada. Najviša razina konzistentnosti pri tome naravno ne podrazumijeva i najvišu razinu ispravnosti ili adekvatnosti za precizno modeliranje Prirode, već samo najmanju razinu nekompatibilnih razlika između elemenata neke ukupne slike Prirode. Razlog za navedeno, kao što ćemo nastojati pokazati, treba tražiti u tome što je u razvoju fizike odbačen sloj svih onih pretpostavki Aristotelove fizike koji se nije mogao ujediniti s razvojem empirijskog materijala, no sama osnova i okvir Aristotelove fizike nikada nije bila u potpunosti kritički promišljena i prevladana – zbog čega se u velikoj mjeri, ma koliko to uglavnom nije bilo osviješteno, razvoj klasične i moderne fizike pokazuje kao umetanje novih, nekompatibilnih tendencija i principa, u stare aristotelovske temelje.

Visok stupanj unutarnje dosljednosti Aristotelove fizike proizlazi iz toga što je ona u velikoj mjeri zapravo samo direktna primjena Aristotelove logike na mnogovrsnost čulnog materijala povezanog s temeljnim odlikama materijalnog svijeta. U tom pogledu je ona jednako teorijska u smislu izvođenja svojih zaključaka iz principa prikazanih u prethodnom odjeljku, kao i zasnovana na iskustvu dobivenim jednostavnim promatranjem – te se logika ovih dvaju njezinih komponenata u velikoj mjeri dosljedno prožima. Nakon što je stvarnost reducirana na temeljne kategorije supstancije, kvaliteta, kvantiteta, prostora itd. – kako smo govorili u prethodnom odjeljku, sada se fizika nastoji izgraditi preko prikaza kretanja – koje predstavlja modifikacije na nekoj od tih deset kategorija, u smislu prelaska iz potencijalnog u aktualno. Kao što je logika i epistemologija Aristotela utemeljena na principu identiteta sa sobom i razlike prema drugom, tako se fizika utemeljuje na realizaciji tog principa u odnosu na kategorije prostora, vremena i kvaliteta – svako tijelo naprosto nastoji po sebi ostati u danom stanju određenom tim kategorijama. Time je prirodno stanje svakog tijela nužno mirovanje – jer ono je upravo ostvarenje samo-identiteta u svakoj kategoriji kojom se opisuje tijelo.¹⁰ Kretanje stoga ne nastaje spontano iz prirode samog tijela, ne nastaje iz njegove vlastite dinamike, jer priroda tijela teži samo potpunom samo-identitetu odnosno mirovanju, već nastaje jedino na temelju razlike u odnosu na nešto drugo, dakle u odnosu na neko drugo tijelo. Samo prisutnost i utjecaj drugog tijela razlogom je što tijelo ne miruje – i za taj stav, koji je dosljedna realizacija principa Aristotelove logike, izgleda kao da se u potpunosti podudara s općim iskustvom, jer doima se kao da se tijela gibaju samo kada se npr. guraju ili privlače – kao kod magnetna, dok se

¹⁰ “As for movement, it would be strange if we failed to notice the downward motion of a stone; nor do we fail to notice that it is at rest on the earth. Besides, the earth and everything else is bound to be at rest when it is in its proper place, and to move away from its proper place only when forced to do so... everything that changes is changed by something.” [7]

inače nalaze u stanju mirovanja. Na taj način ostvaruje se jedna formalna fizika, izvanjska u odnosu na svoju vlastitu materiju, kod koje se – na isti način na koji se u silogizmu pasivni pojmovi povezuju vanjskom radnjom svijesti, koja ih zativorene u sebe uspoređuje, po svojoj prirodi statični objekti stavljaju u promjenu gonjeni nekim od sebe različitim uzrokom.

Aristotelova se dubina iskazuje u tome što, dosljedno razvijajući fiziku kao opću nauku o Prirodi, polazeći pritom od metafizike i logike utemeljene na principu samo-identiteta i razlike prema drugome, ne zapada u potpuni fetišizam vlastitog formalizma, već priznaje upravo promjenu kao temeljnu odliku svijeta.¹¹ Ta promjena, u Aristotelovom razumijevanju, svakako nije izazvana intrinzičnim svojstvima materije, već je rezultat vanjskog utjecaja na samo tijelo, ali već i kao takva predstavlja vid promišljanja drugačiji od formalnih temelja Aristotelovog pristupa – te se i takvo promišljanje pokazuje kao znatno superiornije u odnosu na neke tendencije u suvremenoj fizici koje Prirodu nastoje shvatiti ne preko promjene, već preko elemenata umjetno konstruiranog matematičkog formalizma i njegovih simetrija. Jednako tako, premda smo vidjeli da je osnova čitavog Aristotelovog programa dana u razvijanju principa diferenciranog razumijevanja stvarnosti, on je sam spreman priznati realne teškoće u njezinoj primjeni, primjerice kod pojmova prostora, vremena i promjene.¹²

Upravo u teškoćama vezanim za prikaz Prirode putem razumskog procesa razdvajanja njezinih momenata treba tražiti razlog za to što je Aristotelova fizika u potpunosti zasnovana samo na logici, bez upotrebe matematičkih struktura – odnosno, razlog zbog kojega je Aristotelova fizika u osnovi kvalitativna. Logičke relacije, ma koliko god izražavale samo vanjski odnos pojmova i dalje imaju za svoj predmet pojam, koji nikada ne može biti postavljen kao u potpunosti apstrahiran od kretanja i relacija koje su mu svojstvene. Nasuprot tome, matematičke relacije se ne temelje na razvoju pojma, nego na principu kvantiteta, koji je upravo po svojoj odredbi apstrakcija od svega kvalitativnog, dinamičnog i kontekstualnog. Izgleda da je Aristotel, koji je upravo na toj liniji uputio kritiku Platonovim apstraktnim formama – kako nisu u stanju da izraze promjenu i nastajanje novih

¹¹“Nature is a principle of motion and change, and it is the subject of our inquiry. We must therefore see that we understand what motion is; for if it were unknown, nature too would be unknown.” [7]

¹²“But neither does time exist without change; for when the state of our minds does not change at all, or we have not noticed its changing, we do not think that time has elapsed, any more than those who are fabled to sleep among the heroes in Sardinia do when they are awakened; for they connect the earlier ‘now’ with the later and make them one, cutting out the interval because of their failure to notice it. So, just as, if the ‘now’ were not different but one and the same, there would not have been time, so too when its difference escapes our notice the interval does not seem to be time. If, then, the non-realization of the existence of time happens to us when we do not distinguish any change, but the mind seems to stay in one indivisible state, and when we perceive and distinguish we say time has elapsed, evidently time is not independent of movement and change. It is evident, then, that time is neither movement nor independent of movement.” [7]

oblika u Prirodi, bio itekako svjestan ograničenja matematičkih objekta u prikazu zbilje, te je zanimljivo kako je u tom pogledu njegova kritika – koja naravno ne opravdava automatski i njegovu pretpostavku mogućnosti opisa stvarnosti metodom formalne logike – i danas veoma aktualna. U tom pogledu su veoma zanimljiva dva Aristotelova paragrafa, jedan iz *Fizike* i drugi iz *Nikomahove etike*, u kojima Aristotel jasno daje do znanja kako smatra da je matematika utemeljena na apstrakcijama dok se fizika i filozofija temelje na iskustvu dobivenom kroz odnos sa zbiljom, odnosno – još preciznije – matematika u apstrakciji razdvaja dijelove prirodnih procesa jedne od drugih, kao što su linije i plohe od gibanja tijela, dok su predmeti fizike manje separabilni od predmeta matematike.¹³ Navedeno podrazumijeva da se fizika ne može adekvatno utemeljiti na matematici, koja je proizvod takvog potpunijeg razdvajanja aspekata stvarnosti – te je stoga nematematički karakter Aristotelove fizike prirodna i konzistentna posljedica tih razmatranja, koja su usko povezana s temeljima Aristotelove filozofije.

Upravo na ovom mjestu raskida u odnosu na Aristotelovu fiziku nastupa posrepeni razvoj klasične fizike Galilea i Newtona – postavljanjem fizike na temelje matematičkih relacija, nasuprot kvalitativnoj fizici utemeljenoj na logici. Kroz opis Prirode putem matematike, u operativnom smislu nova fizika odbacuje pozivanje na Aristotelove kategorije uzroka i naravi stvari kao nepotrebno i zapravo strano njezinim novim temeljima. Treba primijetiti da navedeno nije bilo proizvod nekakve spekulacije ili kritičkog promišljanja, već samo iskustva da se neki aspekti prirodnih fenomena mogu izraziti u vidu univerzalnih tendencija iskazanih kroz kvantitativni odnos razumski diferenciranih veličina (npr. udaljenosti, brzine, temperature itd.), kao što je Galileo pokazao na pitanju kvantitativnog opisa slobodnog pada. Zanimljivo je da se ova temeljna razlika Aristotelove i kas-

¹³ “So too, if it be asked, why a boy can become a mathematician but not a philosopher or a natural scientist, the answer doubtless is that mathematics is concerned with abstractions, whereas the first principles of philosophy and natural science are built from experience” [11]

I dalje: “The next point to consider is how the mathematician differs from the physicist. Obviously physical bodies contain surfaces and volumes, lines and points, and these are the subject-matter of mathematics. Further, is astronomy different from physics or a department of it? It seems absurd that the physicist should be supposed to know the nature of sun or moon, but not to know any of their essential attributes, particularly as the writers on physics obviously do discuss their shape also and whether the earth and the world are spherical or not. Now the mathematician, though he too treats of these things, nevertheless does not treat of them as the limits of a physical body; nor does he consider the attributes indicated as the attributes of such bodies. That is why he separates them; for in thought they are separable from motion, and it makes no difference, nor does any falsity result, if they are separated. The holders of the theory of forms do the same, though they are not aware of it; for they separate the objects of physics, which are less separable than those of mathematics. This becomes plain if one tries to state in each of the two cases the definitions of the things and of their attributes. “Odd” and “even,” “straight” and “curved,” and likewise “number,” “line,” and “figure,” do not involve motion; not so “flesh” and “bone” and “man” – these are defined like “snub nose,” not like “curved.” Similar evidence is supplied by the more physical of the branches of mathematics, such as optics, harmonics, and astronomy. These are in a way the converse of geometry. While geometry investigates physical lines but not *qua* physical, optics investigates mathematical lines, but *qua* physical, not *qua* mathematical.” [7]

njih oblika fizike u povijesnim prikazima rijetko dovoljno naglašava, pogotovo u smislu toga koliko ona u znatnom pogledu pretpostavlja jednu nedokazanu pretpostavku. Pitanja o tome može li se stvarnost u svojoj bitnosti prikazati matematički i stoga može li fizika opravdano biti utemeljena na njoj, te u kojoj mjeri matematički prikaz zbilje zanemaruje temeljne odlike Prirode i daje zapravo samo njezinu pojednostavljenu karikaturu, jednako su aktualna danas kao i u trenutku postavljanja tada nove fizike utemeljene na matematici.

Kao što je u osnovi uvidio već Aristotel, stvaranje jedne kvantitativne fizike sa sobom nužno dovodi do gubljenja pojmovne dubine i bogatstva predstava fizike, jer se njezina kvalitativna osnova – koja se ranije zasnivala na relacijama pojmova konstruiranih sintezom iskustva i razvoja svijesti – sada nadomješta osnovom izgrađenom na relacijama između potpuno apstraktnih kvantiteta. Konstrukcija pojma broja, odnosno kvantiteta, predstavlja potpunu apstrakciju u odnosu na sve odlike stvari, čime se kompleksnost neke egzistencije pretvara samo u izraz činjenice njezinog postojanja, identiteta sa sobom i isključenja drugoga iz sebe – što je upravo osnova pojma jedinice. Polazeći od pojma jedinice, matematika razvija različite oblike kretanja nad kvantitetom, od kojih su najjednostavnije zbrajanje i izvedene aritmetičke operacije, a što se kasnije proširuje do pojma funkcije. Upravo kretanje matematičke funkcije, koje se ostvaruje kao kvantitativni odnos zavisne od nezavisne varijable, omogućuje da se fizika utemeljena na matematici primijeni na opisivanje materijalne stvarnosti, koja se pokazuje kao stalna promjena. No takvo kretanje kvantiteta, za razliku od kretanja u Prirodi, pokazuje se ne kao kretanje u samim predmetima matematike – koji zapravo ostaju cijelo vrijeme u potpunosti fiksni, dakle ne kao npr. promjena pojma jedinice kao takve, već samo kao kretanje koje je u odnosu na kvantitet izvanjsko i koje ga ostavlja u potpunosti indiferentnim, dakle jednakim svome vlastitom pojmu. Takvo kretanje se zato primjerice iskazuje samo kao sabiranje ili oduzimanje, rast ili pad, dakle pasivno grupiranje kvantiteta s drugim kvantitetima ili njihovo preslikavanje pri čemu se na njima ne zbiva bilo kakva promjena (i stoga često ima izrazito isprazno-tautološki karakter, kao kod $1+1+1= (1+1)+1=2+1=3$). Istovremeno, postavljanje prirodnih tendencija – ili kako se zna kazati „zakona” – na kvantitativni temelj, omogućuje da se razumski diferencirani pojmovi definiraju znatno preciznije i da se njihove relacije izraze u sasvim određenom vidu, u formi konkretnog kvantiteta. Tako dok, primjerice, kvalitativna fizika na problem gibanja nekog tijela odgovara da će se ono u nekoj situaciji gibati ili mirovati, kretati „više” ili „manje”, dotle kvantitativna fizika odgovara predviđanjem njegove putanje, te stoga i konkretne lokacije eventualnog zaustavljanja tijela. Sve to naravno zah-

tijeva i da se, sada u kvantitativnom vidu, izgrade pojmovi prostora, vremena, brzine, putanje itd. – navedena matematička reprezentacija odnosa tih pojmova (npr. „srednja brzina je omjer prijeđenog puta i proteklog vremena”), koji su sada postali upravo „veličinama”, je zapravo vezana uz način na koji su oni formirani, a nikako ne neovisna od njega. U svakom slučaju, nikako nije tako da su ti pojmovi i njihovi kvantitativni odnosi naprosto preuzeti iz iskustva ili dobiveni opažanjem, jer ono što se opaža čulima jest prirodni fenomen kao jednostavna cjelina, a ne nekakav „prostor”, „vrijeme” „brzina” itd. – utoliko manje ako su oni postavljeni kao kvantitativno definirani. Ovakva konkretnost moderne kvantitativne fizike, u odnosu na njezinu odsutnost u opisu zbilje kod fizike Aristotela, stvara dojam o aristotelovskoj fizici kao jednom primitivnom i nerazvijenom razvojnom stupnju moderne fizike. Svakako je točno da klasična fizika predstavlja veoma intenzivan daljnji razvoj u pravcu daljnje diferencijacije razumskih pojmova konstruiranih u cilju opisa Prirode, slijedeći pravac razvoja koji je jasno zacrtan od strane Aristotela. Međutim, od temeljnog je značaja naglasiti da se u tom razvoju – uvođenjem kvantitativnog opisa zbilje – učinio jedan radikalni skok, čije smo glavne aspekte nastojali prikazati u ovom poglavlju. Zbog toga je Aristotelova fizika ne samo jedan raniji razvojni stadij klasične i suvremene fizike, već bitno drugačiji pokušaj opisa Prirode, bez obzira na to što dijele u osnovi iste metafizičke i logičke pretpostavke – te upravo iz tog razloga ne treba previdjeti aktualnost kritike matematike u pogledu opisa zbilje koja je dana od strane Aristotela.

Program klasične fizike od razdoblja Galilea sastojao se stoga u svođenju pojmova, u najvećoj mjeri preuzetih iz Aristotelove fizike, na (realne) brojeve - uz pronalaženje takvih odnosa (tj. funkcija) među njima koje mogu osigurati suglasnost takve čisto matematičke veze s utvrđenim kvantitativnim odnosima koji su dobiveni prilikom eksperimenata (u kojima se, s druge strane, pojave interpretiraju isključivo iz perspektive takvih teorijski postavljenih fizikalnih pojmova). Time se stvarnost shvaća kao mnoštvo različitih tijela koja se opisuju različitim i nezavisnim fizikalnim veličinama, odnosno kvantificiranim pojmovima fizike. Svaka se takva fizikalna veličina – dakle položaj, energija, temperatura, masa itd. - shvaća kao izražena nekim realnim brojem, te stoga ima svoju dobro definiranu, diskretnu i pasivnu egzistenciju u jednostavnom identitetu sa sobom. Kao direktna posljedica takvog shvaćanja proizlazi da vrijednost svake fizikalne veličine može biti po volji dobro određena i u potpunosti nezavisno postavljena u odnosu na svaku drugu fizikalnu veličinu. Tako bi se, primjerice, temperatura nekog tijela u perspektivi klasične fizike u načelu mogla odrediti savršeno precizno. Pri tome se naravno priznaje da mjerenje, odnosno interakcija s danim tijelom, nužno uzro-

kuje promjenu početne temperature – na što se pak odgovara da je u načelu moguće smanjivati utjecaj takvih promjena do prizvoljno malene vrijednosti. Drugim riječima, predstavlja se kao da je svaka fizikalna veličina sama po sebi u savršenom identitetu sa sobom, te stoga savršeno određena – jedino izvanjski utjecaji dovode do potencijalnih neodređenosti, koji stoga nisu nužnog, već slučajnog karaktera. Ovakve su predstave očigledno utemeljene na neopravdanim i umjetnim apstrakcijama koje u potpunosti razdvajaju tijelo od okoline, no već i na ovoj razini razumske diferencijacije razvoj kvantne fizike je, kao što ćemo pokazati u drugom dijelu ovog rada, u potpunosti odbacio takvo shvaćanje, te ukazao na nužnu unutarnju neodređenost i inherentnu dinamičnost materije, kao i nerakidivu vezu između parova komplementarni fizikalnih veličina, kao što su primjerice položaj i impuls. Pri tome je ironično što trenutno vladajući formalizam kvantne fizike, usprkos ovakvim radikalnim uvidima u prirodu materije, i dalje pokušava inzistirati na konstrukciji u kojoj se fizikalne veličine svode na diskretnost određenog broja, što, kako ćemo vidjeti, otvara brojne paradokse i poteškoće.

Pretpostavljeni kvalitativni karakter fizike kod Aristotela ima za posljedicu da se prirodne pojave nastoje shvatiti na temelju logičkih relacije uzroka i posljedice, naravi stvari i njihove pozicije u klasama pojmova, te je stoga opis prethodnih i budućih stanja u osnovi tendencijski i neodređen, premda okvirno zadan općim načelima. Problem gibanja tijela je u fizici Aristotela stoga sličan primjerice pitanjima razvoja stabla iz sjemena – gdje je nužno da se iz sjemena hrasta razvije hrast, a ne lipa – no koliko li će stablo biti visoko i dugo živjeti ne može biti odgovoreno. Nasuprot tome, klasična fizika po svojoj naravi kao rezultate ima određene kvantitete i kako oni odgovaraju opisu prethodnih i budućih stanja zbilje, a njihova veza je dana nekom zadanom matematičkom funkcijom, to ih se može odrediti i predvidjeti. Pretpostavka o mogućnosti potpunog opisa zbilje matematikom stoga direktno vodi na determinizam klasične fizike, koji pretpostavlja da je poznavanjem odgovarajućih funkcija i opisa Prirode u danom trenutku moguće opisati njezin puni razvoj po volji ranije ili kasnije. Kao pretpostavka ovaj princip determinizma ne stoji na nikakvoj čvrstoj osnovi, već zapravo pretpostavlja generalizaciju jednog parcijalnog iskustva – koje je potvrdilo da se dio aspekata zbivanja u Prirodi može do neke razine, čije granice ostaju nepoznate, iskazati kvantitativno i potvrditi u svojim predviđanjima. Jednom kada su ove temeljne specifične pretpostavke klasične fizike usvojene, posao njezine izgradnje se u osnovi pojavljuje kao preuzimanje pojmova koji su razvijeni u Aristotelovoj fizici i njihovo formuliranje u jeziku matematike.

Upravo u tome što fizika Newtona i Galileja nije izvršila reviziju i kritiku pri-

kazanih metafizičkih i logičkih temelja ranije fizike, već se usmjerila samo na njihovo izražavanje kroz kvantitativnu formu, treba tražiti uzrok – u filozofiji i povijesti znanosti toliko neopravdano ignoriranog – dubokog kontinuiteta u njihovim temeljnim pretpostavkama. Njihova suština, o kojoj smo diskutirali u prethodnom poglavlju, se sastoji u izgradnji fiksnih i diferenciranih pojmova, koji se nakon separacije iz cjeline iskustva nastoje dovesti u izvanjsku vezu medijom formalnih – prvo čisto logičkih, a zatim – nakon razdoblja Galileja i Newtona – matematičkih relacija. Tako se postavlja pojam tijela, pa od njega nezavisnog stanja mirovanja ili gibanja i njegove mase kao nepovezanog atributa u odnosu na ostala svojstva – primjerice energije ili lokacije, zatim pojmovi prostora i vremena potpuno nezavisnih kako jedno od drugoga, kao i sasvim nezavisnih od tijela i njihove dinamike, dok su pak na sasvim drugu stranu postavljene interakcije koje su za danu dinamiku odgovorne. Razlika koja se ovdje pojavljuje u odnosu između klasične i ranije fizike – i koja je u standardnim raspravama u povijesti znanosti maskirala njihov duboki kontinuitet u zajedničkim temeljima – osim u matematičkom nasuprot logičkom jeziku pokazuje se i u praktičnim rezultatima i predviđanjima oba pristupa, prvenstveno u pogledu opisa gibanja.

Važna metodološka novost klasične fizike je inzistiranje na eksperimentu, nasuprot čisto spekulativnom karakteru ranije fizike – čime se znanje o Prirodi sada pokušava dosegnuti kao sinteza razumskog i praktičnog odnosa prema njoj. Upravo je eksperiment, ostavljajući filozofske temelje Aristotelove fizike gotovo netaknutima, istovremeno doveo do bitne revizije konkretnih predstava o odnosima konstruiranih razumskih kategorija prostora, vremena, lokacije i gibanja. Naime, izražavajući sada pojmove udaljenosti, proteklog vremena, te njihove kvantitativno izvedene relacije – kao što su brzina i akceleracija – te ih uspoređujući s mjerenjima izvedenima u opažanjima fenomena (npr. u slobodnom padu), uvidjelo se da se oni ne mogu pomiriti s predviđanjima Aristotelove kvalitativne fizike. Vidjeli smo da Aristotelova fizika, polazeći od principa razlike i odvojenosti među konkretnim stvarima, te isključivog identiteta sa sobom svake stvari, kao stanje tijela ostavljenog samog za sebe, bez vanjskih utjecaja, konzistentno predviđa kinematičko stanje koje je izostanak svake promjene: mirovanje, koje predstavlja potpuno ostvarenje principa samo-identiteta. Samo utjecaj drugih tijela na neko tijelo, koji označava prisutnost razlike i odnos između različitih suština tijela, stoga u takvoj slici vodi na prisutnost promjene. Iz perspektive kinematičkih pojmova, promjena se ostvaruje kao gibanje i stoga slijedi da je ono, matematički opisano pojmom brzine kao odnosom između kvantificiranih pojmova prostora i vremena, prisutno samo uslijed utjecaja drugih tijela. U toj perspektivi se stoga postojanje

konstantne brzine nužno povezuje s uzajamnim utjecajima tijela, dok je u njihovom izostanku stanje kojem tijelo teži dano mirovanjem. Ono što je mjerenjima Galileja međutim pokazano je da takva slika nikako nije u skladu s opažanjima. Klasična fizika je ovaj problem „riješila” tako da je u matematičkoj formulaciji odnosa svojih kvantificiranih pojmova postulirala suprotno: da je gibanje s jednolikom brzinom općenito stanje tijela ostavljenog samog za sebe, a da se prisutnost interakcija s drugim tijelima pokazuje kao promjena u toj brzini, a ne uzrok konstantne brzine kao kod Aristotela. Za razliku od Aristotela, tijela se u fizici Galileja i Newtona dakle ne nalaze prirodno u stanju mirovanja, nego u stanju gibanja (a mirovanje je samo posebni slučaj u kojem je iznos brzine jednak nuli). Ukoliko se radi samo o zadatku postavljanja matematičkog teorijskog modela koji ne vodi na kontradikcije u odnosu prema eksperimentu, takva pretpostavka se pokazala dovoljnom da ih izbjegne na razini spoznaja klasične fizike. Međutim, ukoliko je cilj fizike spoznaja Prirode, koja ujedno uključuje i kritičko promišljanje ranijih pretpostavki i temelja fizike, onda takva pretpostavka predstavlja zapravo samo dio problema, a ne i njegovo rješenje. Pitanje koje se postavlja, a koje ostaje sasvim neriješeno glasi: Zašto bi se tijela ostavljena sama za sebe gibala jednolikom brzinom, kada gibanje kao ostvarenje promjene ne odgovara temeljnom stanju stvari u metafizičkoj slici svijeta koja se temelji na postojanju zasebnih, diferenciranih entiteta koji su u sebe zatvoreni principom identiteta sa sobom, a od drugih otrgnuti principom razlike ili isključenja trećeg? Temeljno stanje nekog entiteta u takvoj perspektivi može biti samo potpuna potvrda principa jednakosti sa sobom, a to je mirovanje – kako je to dosljedno iskazano kod Aristotela. Jednostavno je demonstracijama i pokusima utvrditi da se primjerice tijela u slobodnom padu ne ravnaju po principima Aristotelove fizike i trijumfalno pokazati da njegova fizika nije ispravna, no pravi problem se nalazi drugdje : Aristotelova fizika u pogledu gibanja predstavlja dosljednu posljednicu logike i metafizike na kojoj se temelji, dok klasična fizika u osnovi i dalje nastavlja tradiciju iste logike i metafizike – no sada joj proturječeći u svojim daljnjim koracima. Razvoj fizike se temeljio u ignoriranju ove temeljne kontradikcije i sve većem zatvaranju fizike u matematičko modeliranje stvarnosti, uz izbjegavanje promišljanja svojih vlastitih pojmova i njihove logike. Time se dolazi do razvojnog slijeda u kojemu fizika prvo pretpostavlja izvjesne pojmove i njihove relacije, time pretpostavljajući i jednu određenu metafiziku i logiku, zatim te pojmove dodatno formalizira i lišava njihovog unutarnjeg kretanja matematičkim oblikovanjem, pokušavajući ih primijeniti na interpretaciju prirodnih fenomena – gdje oni nerijetko upadaju u otvoreno proturječje s polazišnim filozofskim temeljima. No, sada je već čitava struktura takve fizike toliko

formalizirana da su ti temelji postali skriveni iza matematičkog jezika i proturječja se sada mogu opaziti samo na temelju pažljive refleksije – koja će se štoviše zabranjivati pod izgovorom da takva refleksija ne pripada fizici, već filozofiji. U daljnjem toku razvoja fizike, takva unutarnja ograničenja neminovno postaju zapreka adekvatnom opisu Prirode i iziskuju promjene u paradigmi, kao što se dogodilo kod kvantne fizike i opće teorije relativnosti. No sve dok sami filozofski temelji klasične fizike nisu kritički promišljeni, pravo značenje takve promjene paradigmi i smisao novih teorija (npr. problem interpretacije kvantne fizike) moraju ostati misterijom.

Kako je u klasičnoj fizici gibanje s konstantnom brzinom osnovno stanje zasebnih tijela ostavljenih samih po sebi, pitanje njihovih međusobnih odnosa iskazuje se stoga na osnovi promjene brzine. Pri tome je logički pojam uzroka ili naravi Aristotelove fizike zamijenjen sada u potpunosti izvanjskim ili mehaničkim pojmom sile. Tijela, koja se zamišljaju kao u sebe zatvoreni entiteti ili njihove nakupine, djeluju jedna na drugo na daljinu (koja bi trebala biti ispunjena „praznim prostorom“ ili čistim ništavilom) nepoznatim i misterioznim mehanizmima u čiju se prirodu ne ulazi, već čiji se specifični oblici u svojim posljedicama na gibanje nastoje matematički modelirati – pri čemu se različiti oblici matematičkih odnosa pridruženih različitim prirodnim fenomenima nazivaju različitim „silama“, pa se tako govori o električnoj, magnetskoj, gravitacijskoj, elastičnoj itd. sili. Tako se formira pojam sile, kao izraz pretpostavljenih misterioznih utjecaja koji ne postoje bez tijela ili pak za tijelo po sebi, nego samo u odnosu dvaju tijela. Pojam sile je dakle metafizički i spekulativni pojam koji je u osnovi proizvod s jedne strane neznanja o stvarnim fizikalnim uzrocima raznih oblika gibanja povezanih s prirodnim fenomenima, a s druge strane pretpostavke o diferenciranoj i atomiziranoj naravi svijeta. Takav pojam sile klasične fizike je uvijek predstavljao veliki uzrok potpune konfuzije u razlikovanju između onoga što je samo pojmovna konstrukcija i onoga što se zapravo opaža u Prirodi, jer se njegovo korištenje zbivalo uglavnom u potpunosti nekritički. Primjerice, redovno se govorilo i govori o „silama koje su opažene ili izmjerene“ ili o silama koje „postoje u Prirodi“, dok je ono što je izmjereno ili opaženo uvijek samo specifični oblik promjene materije ili razlika u kretanjima njezinih dijelova – pri čemu je pojam sile samo naknadni pokušaj, u osnovi tautološke, interpretacije fenomena na osnovu jedne metafizičke paradigme, tj. nešto što se po svojoj definiciji upravo nikada ne može opaziti.

Sve navedene pretpostavke i prikazani postupak matematičkog formuliranja fizikalnih pojmova, čija je osnova metafizička a nastaje u razumskom razdvajanju cjeline iskustva na zasebne i izolirane momente, dobivaju svoj puni izraz u

poznatom Newtonom drugom zakonu. U njemu je pojam sile opisan kao matematička funkcija pozicije i brzine tijela, dana produktom promjene brzine u vremenu (tj. akceleracije) i kvantitativne mjere materije u nekom izdvojenom prostoru, odnosno mase. Ovakva forma ovisnosti pojmova sile i mase ne može biti izvedena mišljenjem, već predstavlja naprosto konstrukciju koja je zadana zahtjevom za jednostavnom matematičkom formom koja je u stanju da reproducira odnose između tih veličina koji nisu u sukobu s opažanjima. Kako je pojam sile upravo uveden kao uzrok odstupanja od jednolikog gibanja po pravcu (odnosno gibanja s konstantnom brzinom), to se prirodno izostanak sile mora shvatiti upravo kao stanje jednolikog gibanja po pravcu – i na matematičkoj razini se to prikazuje kao direktno svodenje drugog Newtonovog zakona na prvi – po kojem se u izostanku sile svako tijelo giba s jednolikom brzinom. Međutim, upravo se u razvoju ovih pojmova eksplicitno razvija proturječje skriveno u njima. Mjerenjima se naime ubrzo pokazalo da se matematička forma koja opisuje promjenu brzine u odnosu od udaljenosti tijela u slučaju gravitacije i elektromagnetizma (odnosno forma koja zadaje ovisnost „sile” o udaljenosti) mora opisati tako da opada s kvadratom udaljenosti. Iz toga proizlazi da bi navedene sile imale beskonačan doseg, odnosno da se utjecaj jednog tijela u Svemiru mora širiti na sva tijela u Svemiru. Čak i ako bi se umjetnim putem pokušalo urediti da se na danjoj lokaciji sve sile međusobno poništavaju, tako ostvarujući uvjet prvog Newtonovog zakona, on bi vrijedio samo lokalno – samo u apstrakciji jedne matematičke točke, te bi dakle bio narušen već jednostavnom, po volji malenom, promjenom položaja. To znači da je jednoliko gibanje po pravcu egzaktno gledano nemoguće, dakle da je prvi Newtonov zakon zapravo neprimjenjiv. „Argument” kako se za dovoljne velike udaljenosti sile mogu zanemariti, može eventualno biti opravdanje za tehničku primjenu ovih principa u svrhu grubog modeliranja elemenata stvarnosti, no ne i u nauci čiji bi cilj trebao biti spoznaja Prirode – jer u pitanjima spoznaje realnosti ne postoji „skoro” ili „približno”, već samo težnja za egzaktnim zahvaćanjem same suštine zbilje. Problem je utoliko teži što se pojam inercijalnog sustava, odnosno takvog referentnog sustava koji se giba jednoliko i po pravcu, nalazi u središtu razumijevanja odnosa između raznih promatrača i njihove ravnopravnosti, te posebno specijalne teorije relativnosti – dok istovremeno vidimo da se inercijalni sustav zapravo ne može ostvariti u Prirodi, kao niti sustav u odnosu na kojega bi se onda mogla univerzalno definirati akceleracija.

Ovakav tip problema neminovno će se nastavljati javljati u toku razvoja fizike, dobivajući štoviše sve radikalnije vidove, u dijelu svojih formulacija dovodeći konačno i do potrebe za otvorenim napuštanjem klasične fizike. U njegovoj se os-

novi nalazi uvijek iznova potvrđena nemogućnost prikaza Prirode – koja se pojavljuje kao dinamična cjelina u stalnoj promjeni i opreci sa sobom – na temelju opisa svijeta kao kolekcije nezavisnih i pasivnih objekata čiji su odnosi opisani formalnom logikom i ograničenim matematičkim konstrukcijama. Razvoj fizike se upravo javlja kao napredak koji nastoji opovrgnuti takve pretpostavljene temelje, te postepeno izraziti jedinstvo i unutarnje kretanje stvarnosti. Tako se primjerice razdvajanje na lokaciju objekta i njegovo dinamičko stanje pokazuje kao neadekvatno, te kvantna fizika pokazuje kako su ti momenti komplementarne komponente jednog jedinstva, kako se uz to materija bez vanjskih utjecaja ne održava u istom stanju gibanja s konstantnom brzinom, već u stalnim fluktuacijama i promjenama koje ne dolaze iz nekog vanjskog uzorka, već iz same sebe; nadalje – kako prirodni fenomeni istovremeno uključuju jednako aspekte kontinuiteta i diskontinuiteta, te kako razvoj materije nije deterministički određen; dok je istovremeno Einsteinova opća teorija relativnosti pokazala nemogućnost razdvajanja pojmova prostora, vremena, mase, efekta „sile” i gibanja. Nemogućnost da se ove posljedice razvoja fizike promisle i osvijeste, te da se na tragu takvih tendencija nastavi s pokušajima odgovaranja na otvorena pitanja fizike, uvelike je usporila razvoj fizike – koji je na nažalost uglavnom obilježen upornim pokušajima da se novi uvidi u strukturu stvarnosti na silu uguraju u okvire starih i prevladanih koncepata,¹⁴ te da se u njihovom okviru traže odgovori na aktualna pitanja. Stoga je borba za konačnim odbacivanjem ovakvih – u razvoju znanja već odavno objektivno prevladanih – logičkih i metafizičkih okvira fizike formuliranih još od strane Aristotela, preduvjet za njezin daljnji napredak i otvaranje prijeko potrebnih novih perspektiva.

Prije nastavljanja diskusije u ovom smjeru, te razmatranja temeljnih principa kvantne fizike u odnosu na klasičnu fiziku, u narednom poglavlju posvetiti ćemo se nešto detaljnije raspravi o formiranju pojmova prostora, vremena i gibanja iz iskustva svijesti, te njihovom pretvaranju u kvantitativne pojmove fizike – čime ćemo u veoma grubim crtama pokušati skicirati mogući pravac kritičkog ispitivanja formiranja fizikalnih pojmova.

¹⁴Tako se npr. i dalje govori i misli o “silama” i “česticama” – iako je jedan od glavnih rezultata kvantne fizike taj da elementi strukture materije egzistiraju ne-lokalizirano i da štoviše ne mogu biti odvojeni od neprekidnog prelaska u druge entiteta i fluktuacija svojih stanja, kao što se govori i o prostoru i vremenu nezavisnom od raspodjele mase i energije i njihove dinamike itd.

6 Prostor, vrijeme i gibanje

Sada ćemo se osvrnuti na neke aspekte odnosa ljudske svijesti prema svijetu, koji predstavljaju osnovu daljnjeg formiranja fizikalnih pojmova, od kojih su temeljni oni prostora i vremena. Važnost ovih pojmova proizlazi iz toga što predstavljaju jedne od prvih i temeljnih pojmova koji se konstruiraju u čovjekovom iskustvu, te jednom postavljeni zadaju okvir čovjekove svakodnevne percepcije zbilje. Njihov prvobitni kvalitativni oblik, koji proizlazi iz oblikovanja neposrednog iskustva na temelju razdvojenih i fiksiranih pojmova, koji se prvo razvija u mediju jezika, a zatim formalno-logičke diferencijacije, konačno u klasičnoj mehanici prelazi u kvantitativnu formu – te tako prostor i vrijeme u njenom okviru postaju samo izraz pasivnog odnosa između apstraktnih kvanata. Razvoj opće teorije relativnosti nam pokazuje da i u ovom slučaju daljnji razvoj znanja opovrgava svoje vlastite polazišne pretpostavke – trebalo je ukinuti razumski postavljenu razdvojenost pojmova prostora i vremena, te njihovu sintezu učiniti samo-odnosećim i dinamičim pojmom prostor-vremena u sebe zakrivljenoga raspodjelom materije koja se u njemu kreće. Kao što smo diskutirali u uvodnim poglavljima, da bi se pitanje prostora i vremena u fizici – u perspektivi kritike njezinih temelja – postavilo na suvisao način, prije svega je potrebno usmjeriti se na proces njihovog formiranja u pred-znanstvenoj svijesti i njihovu naknadnu matematičku obradu u okvirima fizike. Detaljan prikaz takve tvorbe pojmova iz fenomenologije svijesti, koja se razvija kroz svoj odnos prema samoj sebi i vanjskome svijetu, uvelike prelazi okvire ovoga rada i po svojoj suštini mora biti interdisciplinaran pothvat – posebno uzimajući u obzir rezultate razvojne psihologije. Na ovome mjestu zadovoljit ćemo se samo sažetim prikazom glavnih crta takve metode istraživanja, čija se detaljna razrada mora prepustiti budućnosti.

Početak Hegelove Fenomenologije duha od posebnog je interesa za našu diskusiju jer se bavi kontradikcijama u iskustvu prostora i vremena kod neposrednog, odnosno čulnog, odnošenja svijesti prema stvarnosti. Te kontradikcije koje predstavljaju upravo iskustvo svake svijesti, od kojih se u razumskom razvijanju pojmova nastoji apstrahirati – no koje ostaju u njima čitavo vrijeme implicitno sadržane, kasnije se zadržavaju i u pojmovima fizike, vodeći konačno u njihovo otvoreno manifestiranje u određenim etapama razvoja znanja o Prirodi i razvoj novih paradigmi kao odgovor na pokušaj ujedinjavanja i prevladavanja tih manifestiranih proturječja. Ovaj veoma kompleksni razvoj započinje veoma jednostavnim tipom neposrednog iskustva. Prvotno, materijal kojega pribavljaju naša čula u svijesti se prikazuje kao određeni sadržaj i činjenica uočavanja tog sadržaja, tj.

direktnog odnosa svijesti prema određenom predmetu putem čulnih organa, označava se izražavanjem aktualnosti neke pojedinačne egzistencije, što je sadržano u iskazu „ovdje je“. „To „ovdje“, na primjer, jeste drvo. Ja se okrenem nazad, i ta je istina iščezla, preobrnivši se u suprotnu istinu: to ovdje nije jedno drvo, već jedna kuća“[12]. Navedeno proturječje između prelaska jednog „ovdje“ u drugo, od njega nezavisno „ovdje“, drugim riječima između nestalnosti konkretnih pojavnih oblika koji se nalaze u svakome od tih „ovdje“ i stalnosti same forme iskaza „ovdje je“ zapravo proizlazi iz proturječnosti između spoznajnih organa (koji ostvaruju konkretan odnos spoznajnog subjekta prema materijalnoj stvarnosti) i same svijesti (koja formira svoje neposredno iskustvo polazeći od aktivnosti spoznajnih organa). Po svojem načinu funkcioniranja čula prema stvarnosti ostvaruju uvijek odnos koji je nužno parcijalan – primjerice jezik ili oko ostvaruju odnos prema stvarnosti samo putem određenog prostora ispunjenog odgovarajućim tipom živčanih završetaka i to samo u određenom rasponu intenziteta stimulacije. Stoga su učinci materijalnog svijeta na čulne organe uvijek takvi da nikada ne iscrpljuju puni opseg samog materijalnog svijeta, drugim riječima nužno ograničeni samo na njegov (zanemarivo) mali dio, odnosno uvijek vezani uz određene, konkretne sadržaje. Navedeno zapravo predstavlja i prvu epistemološku proturječnost između materijalne prirode i čulnih organa – jer zbilja se, za razliku od ograničene prirode čulnih organa, pokazuje kao cjelina i jedinstvo, ne kao partikularna, već dakle kao opća. Paradoks je „realističke“ filozofije, kao i prirodnih znanosti uopće, što pokušavaju spoznati Prirodu kao nakupinu konkretnih objekata, nerijetko zagovarajući stav da je jedino konačno ono što postoji, dok je zapravo samo to konačno od kojega se ovdje kreće proizvod djelatnosti čulnih organa i fizičkih ograničenja njihove funkcije, naknadno umetnut u prvobitno jedinstvo Prirode. Isti tip proturječnosti između Prirode i čulnih organa sada se na jednom višem stupnju iskazuje kao ranije spomenuta proturječnost između svijesti i partikularne djelatnosti čulnih organa. Svijest se u svojoj suštini pojavljuje kao kontinuitet i jedinstvo koje se u svim svojim promjenama neprestano održava u sebi (što je možda najevidentnije u fenomenu samosvijesti) i stoga nužno egzistira nesputana pojedinačnostima, koje štoviše obuhvaća u svom toku. Iz tog razloga se i čulni sadržaji ne prikazuju u svijesti, na razini čulne izvjesnosti, u vidu izdvojenog sirovog materijala koji je direktni rezultat stimulacije živaca, već kao moment u jedinstvenom u sebe zatvorenom kretanju svijesti, koji se nalazi u sintezi sa ostalim momentima (primjerice, zvuk ili miris se ne percipiraju kao međusobno izdvojeni impulsi, već se percipiraju istovremeno i u okviru toka psihe). Međutim, ono na što čulni sadržaji uvijek upućuju jeste neka pojedinačnost ili određenost – i time u

kontinuitetu kretanja svijesti predstavljaju momente diskontinuiteta. Zbog toga u samome kretanju svijesti, bilo da ona ostaje introspektivna ili vezana uz odnos prema vanjskoj zbilji, ti konkretni sadržaji vezani uz čulnu djelatnost nužno bivaju ukinuti i osuđeni na to da prelaze u druge konkretne sadržaje. U skladu s time je odnos drugog sadržaja prema prvom, u ranijem Hegelovom primjeru kuće prema drvetu, odnos negacije, odnosno opovrgavanja, kojime je u svijesti prvobitni sadržaj ukidanjem prešao u drugi. Štoviše, „Ono ovdje na koje je ukazano i koje ja zadržavam jeste također jedno ovo ovdje koje u stvari nije ovo ovdje, već predstavlja jedno sprijeda i pozadi, jedno gore i dolje, jedno desno i lijevo. To gore predstavlja isto tako mnogostruko drugobivstvo u gore, dolje itd. Ono ovdje, na koje je trebalo da se ukaže, iščezava u druga ovdje, ali i ova druga iščezavaju također; ono ovdje na koje je ukazano, koje je zadržano i koje je trajno jeste negativno ovdje, koje jeste negativno po tome što se sva ovdje shvaćaju kako treba, ali se ona pri tome ukidaju; ono je jedna prosta kompleksija od mnogih ovdje.“[12]

Time iskustvo svijesti direktno upućuje na činjenicu da je jedno konkretno „ovdje“ samo svoja vlastita negacija u koju prelazi, rastvarajući se u sva druga „ovdje“ koja nastavljaju s istim tipom prelaska u vlastitu negaciju – dakle jedna općenitost: tj. ono što se u tom kretanju negacije održava u sebi i odnosu na nju je indiferentno, istovremeno se pokazujući kao svako od tih konkretnih „ovdje“. Diskutirali smo kako to kretanje negacije proizlazi iz proturječja između principa kontinuiteta sadržanog u kretanju svijesti s jedne strane, te principa diskretnosti povezanog s konkretnošću čulnih sadržaja danih djelatnošću spoznajnih organa. Obje strane proturječnosti očigledno po svojoj samoj prirodi nisu karakterizirane istim stupnjem suptilnosti odnosno evidentnosti za dani spoznajni subjekt: konkretnost čulnog sadržaja je nešto što se zatiče kao neposredno i dano je kao gruba aktualnost, dok je uviđanje jedinstvenosti toka svijesti nešto što zahtijeva samo-refleksiju i stoga je suptilno. Iz tog razloga je prvi stupanj razvoja misaone svijesti upravo razumska konstrukcija pojmova koja se temelji na principu diskretnosti i razlike, a koja se nastoji izgraditi na konkretnosti čulnih materijala kao svojoj osnovi. Kada se u razumskom oblikovanju pojmova razdvaja između gore prikazanog procesa, njegovih dijelova i same općenitosti koja mu je u podlozi, onda se kroz tu diferencijaciju konačno dobiva pojam konkretnog objekta, kao u sebe povezanog skupa čulnog materijala koji karakterizira jedno „ovdje“, zatim sasvim nezavisno u odnosu na takav pojam objekta konstruira se pojam njegove promjene (u vidu promjene svojstava ili prelaska jednog objekta u drugi), te konačno pojam općeg odnosa objekata kroz njihovo međusobno isključivanje ili razdvojenost. Pretpostavka je ovakve konstrukcije razumskih pojmova, koja se zatim

uglavnom ne shvaća kao konstrukcija već kao po sebi očito svojstvo same Prirode, potpuno apstrahiranje iz iskustva svijesti, jedinstva i međusobno proturječne veze svih ovih strana, koje su se ovdje pretvorile u zatvorene pojmove. Na taj način se, nastojeći diferencirati momente kretanja materije, formira pojam prostora, uz pojam objekta i pojam vremena, kao jedan od sada sasvim nezavisnih pojmova, a koji izražava apstrahiranu stranu odnošenja objekata kao općenitosti bazirane na njihovom međusobnom isključivanju. Poznata kontoverza oko toga da li je pojam prostora izveden iz relacije među objektima (Leibnitzovo gledište) ili on postoji po sebi kao realnost u koju su objekti postavljeni (Newtonovo gledište), dakle kao preduvjet za njihovu egzistenciju, iz ove se perspektive pokazuje kao klasičan tip antinomije između razumskih pojmova, koja proizlazi iz obilježja njihove vlastite konstrukcije i koja ne može nikada biti riješena polazeći od pretpostavki tih ograničenih pojmova. Karakter te antinomije samo ukazuje na ograničenje razumske diferencijacije koja je stvar. Ukoliko se pak oba razumska pojma - ograničenog objekta uzetog za sebe i prostora uzetog za sebe - ukinu na način da se promotre kao momenti formirani kroz prikazano neposredno iskustvo svijesti, te shvate u svom dinamičkom jedinstvu, onda se antinomija prirodno razrješava.

Ovako shvaćen pojam prostora postaje osnova daljnje percepcije svijeta zasnovane na razumskim kategorijama. U njegovom razvoju prema pojmu prostora klasične fizike od posebne je važnosti bilo njegovo kvantificiranje, koje je započelo s razvijanjem pojma udaljenosti kao kvantitativnog načina odnošenja dijelova prostora. Jedno je od prvih potvrđenih iskustava o mogućnosti primjene matematičkih objekata na reprezentiranje izvjesnih aspekata zbilje upravo bilo pitanje mjerenja udaljenosti, motivirano praktičnim potrebama raspodjele i kontrole nad zemljištem – koje je već veoma visoki stupanj dobilo u drevnom Egiptu. Na taj je način simbolički jezik izgrađen na apstrakciji od svakog kvaliteta stvari, u kojem se zadržava samo prazni znak njezine egzistencije – odnosno pojam jedinice koji svojim pasivnim kretanjem razvija pojam prirodnih brojeva kao nakupine jedinica, pridružen apstrakciji negativnog kretanja svijesti u opažanju objekata. U navedenom pasivnom kretanju jedinica, jedinica se negira – no kako je jedinica apstrakcija od svakog kvaliteta, njezina negacija mora biti i dalje samo potpuno lišena kvaliteta, dakle opet samo jedinica, ukupno stvarajući rezultat iskazan kao „jedinica i jedinica“, pa zatim „jedinica i jedinica i jedinica“ itd. – za što se uvode nove znakovne pokrate kao što su „2“, „3“ itd. Odnos je između tih nakupina jedinica, odnosno prirodnih brojeva, iskazan kao usporedba jedinica sadržanih u dva broja – broj jedinica potreban da bi se dva broja učinila identičnima odgovarajućim ponavljanjem danog broja, što je upravo suština omjera (tako je 9:3 za-

pravo odnošenje između navedenih brojeva kao množina jedinica, u kojemu se postavlja pitanje koliko je jedinica broja 3 potrebno da bi se iscrpila količina jedinica sadržana u 9). Početak matematičkog opisa zbilje sastojao se u pokušajima da se raznovrsna kretanja opažena u Prirodi modeliraju pridružujući ih prikazanom pasivnom kretanju jedinice kao razumski konstruiranom proizvodu kretanja svijesti. Time se omogućilo mnoštvo primjena direktno baziranih na ovoj korespondenciji, kao što je kalendar, evidencija tržišne razmjene i skladištenih dobara, kao i uviđanje pravilnosti nebeskih pojava. Daljni razvoj matematičkih objekata omogućio je da se, uvođenjem realnih brojeva i različitih oblika matematičkih funkcija, modeliranje Prirode matematikom produbi, kako u pogledu opsega, tako i preciznosti – no u svim tim primjerima razvoja nalazi se u osnovi sasvim isti tip odnosa i njegovih ograničenja kao i u ovom prvom historijskom slučaju opisa na temelju prirodnih brojeva. Kako smo spomenuli, jedan je od najranijih i najznačajnijih primjera matematičkog modeliranja svijeta bilo upravo kvantificiranje odnosa dijelova prostora putem uvođenja pojma udaljenosti. Navedeno zapravo predstavlja pridruživanje relacija među dijelovima razumske apstrakcije prostora relacijama među brojevima, odnosno mjerenje prostora. Za to je prije svega potrebno da se, sasvim proizvoljno, neki odnos između dijelova prostora, kao što je lakat, korak ili neki štap itd., uzme kao opći standard prema kojem se ostvaruje veza drugih dijelova prostora – na temelju broja jedinica te referentne mjere koji je potreban da bi se postiglo podudaranje s nekim dijelom prostora koji se tako ispituje mjerenjem (tako se govori da je npr. neka ograda dugačka 20 laktova ili 15 dužina nekog štapa ili pak određeni broj metara). Tako se, kvantificiranjem ili uvođenjem mjere prostora, pitanje odnosa među objektima može postaviti u okviru zadavanja referentnog koordinatnog sustava: izabirući proizvoljno neki dio prostora kao ishodište koordinata svaki drugi dio prostora se može jednoznačno (tj. tako da dani skup brojeva odgovara samo jednom dijelu prostora) kvantitativno zadati s obzirom na tu referentnu poziciju. Pri tome se pokazuje da takvo jednoznačno zadavanje položaja u prostoru, određeno relativno s obzirom na izabranu referentnu točku, zahtijeva minimalno tri različita broja, odnosno tri nezavisna postupka usporedbe s odabranim standardom dužine u različitim smjerovima. Iz perspektive razumske konstrukcije pojmova, takva se odredba prostora kao trodimenzionalnog pokazuje kao strana u odnosu na njegov pojam, kao nešto što mu pridolazi kao puka slučajnost. Iz tog razloga se u matematici i fizici zna govoriti o višedimenzionalnim prostorima – pri čemu se gubi iz vida specifična razlika između fizikalnog iskustvenog prostora kao pojma vezanog uz geometrijski opis koji zadaje odnose među elementima zbilje, te apstraktne relacije među

nekim kvantitetima (npr. prostora brzine nekog sustava čestica, prostora dopuštenih vrijednosti nekih parametara itd.). Gubljenje razlike između metafizičkog statusa takvih „prostora“ (trodimenzionalnog prostora kao pojma vezanog uz fenomenološko iskustvo zbilje s jedne strane, te formalnih matematičkih „prostora“, koji su samo misaone forme odnosa između kvantiteta) zapravo direktno proizlazi kao posljedica sasvim apstraktne i kvalitativno prazne naravi rezultata kvantificiranja razumski konstruiranog pojma prostora, kako smo već diskutirali ranije. U prikazanoj matematičkoj konstrukciji zadavanja prostora putem koordinata s obzirom na referentnu točku naoko se čini kao da je početno raspršivanje opaženog „ovdje“ u beskrajna druga „ovdje“, dakle jednog konkretnog u ono opće, nadomješteno dobro definiranim pridruživanjem neke lokacije skupu od tri broja. Međutim, ovo razrješavanje rastakanja konkretnosti jednog „ovdje“ u beskonačnost svih „ovdje“ samo je prividno. Stvar je u tome da je sama lokacija referentne točke ostala u potpunosti nedefinirana (i time je zapravo jednoznačnost definiranja svih drugih točaka u odnosu na nju izgubila u potpunosti stabilnost svog pretpostavljenog uporišta). Da bi se definirala sama referentna točka treba je ponovno zadati u odnosu na neku drugu referentnu lokaciju itd. što ponovno vodi u beskonačni progres, odnosno rastvaranja jednog „ovdje“ u općenitost. Navedeno je ujedno i dobar primjer na koji način se putem matematičkih konstrukcija maskiraju proturječnosti suštinski prisutne u njihovim pojmovima – one uglavnom nisu eksplicitno vidljive u samome formalizmu, koji unutar svojih ograničenja, naravno ukoliko je uspješan, mora pokazivati unutarnju konzistenciju, već se pokazuju prilikom refleksije o značenju samih pojmova i njihovom odnosu prema zbilji. Kako većina matematičara i fizičara ne razmatra nikada kritički smisao pojmova koje koriste, te se fokusiraju samo na njihovo pasivno korištenje i ugodno koračanje po njihovoj površini, to im se čini da je neproturječnost nekakva bogomdana karakteristika matematičkih pojmova, dok su ih ti pojmovi zapravo prepuni i stoga im pod tlom kojim koračaju bez znanja bijesne prave oluje proturječnosti.

Naša analiza formiranja pojma prostora, koji u svom razumski najizgrađenijem vidu dobiva formu matematičkog pojma prostora, potvrđuje sažeti Hegelov zaključak iz Predgovora Fenomenologiji duha: „Prostor je opstanak u koji pojam upisuje svoje razlike kao u neki prazni, mrtvi element, u kojem su one isto tako nepokretne i nežive. Ono zbiljsko nije nešto prostorno, kao što se to razmatra u matematici; takvom nezbiljnošću kao što su stvari matematike ne bavi se ni konkretno osjetilno zrenje, ni filozofija...Matematika naime razmatra samo veličinu, nebitnu razliku. Ona apstrahira od toga, da upravo pojam razdvaja prostor u njegove dimenzije i da određuje njihove veze i veze u njima samima; ona npr. ne

razmatra odnos linije spram površine; a gdje ona uspoređuje promjer kruga s periferijom, nailazi na njihovu neusporedivost, tj. na neki odnos pojma, na nešto beskonačno što izmiče njezinu određivanju“[12]. Praznina i karakter prostora kao pasivnog i mrtvog elementa u koji se upisuju drugi međusobno diferencirani i nepokretni pojmovi (kao tijela, površine, pravci itd.) proizlazi upravo iz njegovog opisanog razvoja koji počiva na separaciji i fiksaciji pojmova, pri čemu se takav pojam prostora razdvaja i promatra sasvim izolirano od fenomenologije svijesti i kretanja materije na temelju koje nastaje, a onda i od drugih sličnih diferenciranih pojmova – kao što su pojmovi objekata ili vremena – koji se pak razvijaju kao druge strane istog procesa diferencijacije prvobitnog jedinstva iskustva. Klasična fizika u potpunosti prihvaća takav matematički pojam prostora u koji, kao na svoju pasivnu i sasvim indiferentnu podlogu, smješta druge razumski konstruirane pojmove, kao što su sile, polja, čestice, tijela itd. – koje se po prostoru samo proizvoljno gibaju ili mijenjaju, nikada ne utječući na njega. Takav pojam prostora se kasnije, međutim, pokazuje kao sasvim neadekvatan za opis Prirode i – kako ćemo ubrzo ukratko diskutirati – odbacuje u općoj teoriji relativnosti. Međutim, kako fizika koristi matematičke pojmove kao svoj jezik, tako se i taj novi viši pojam – nastojeći iskazati dinamički i relacijski karakter zbilje, zapliče u ograničenja samih matematičkih pojmova koji i dalje ostaju diferencirani i statični i time ne uspijeva ostvariti u potpunosti svoju težnju niti u općoj teoriji relativnosti (primjerice i dalje se razlikuje između prostorvremena i masa koje uzrokuju njegovo zakrivljenje bez objašnjenja što mase zapravo jesu, zanemaruje povratni odnos dinamike tijela na prostorvrijeme na kojemu se giba itd.). Navedeni tip razvoja – u kojem se neadekvatnost matematičkih pojmova za opis samih sadržaja koji se pojavljuju u matematici, a osim toga i prirodnih fenomena, pokušava razriješiti stvaranjem kompleksnijih i u sebi sadržajnijih matematičkih pojmova, no zadržavajući pritom svoja temeljna ograničenja, čime se proturječnost zapravo ne razrješava – jedno je od temeljnih obilježja povijesti matematičkih disciplina, te istovremeno uzrok njihovog stalnog napretka, kao i stalni dokaz njihove ograničenosti. Pojednostavljeno rečeno, matematički pojmovi pokušavaju iskazati stvarnost putem principa kvantiteta, a to znači razdvojenosti, zatvorenosti u sebe i statičnosti, dok se samo mišljenje i materijalna zbilja pokazuju kao kvalitativni, obuhvaćeni u općenitost i dinamički – štoviše navedena obilježja uvijek neminovno ostaju, koliko god prikriveno i prigušeno, prisutna i u samoj građi matematike. Stoga je prisutna stalna težnja da se ono kvalitativno i dinamičko iskaže u okvirima matematike putem konstrukcije čija je osnova kvantitativna i statička, a time i navedena težnja – ma koliko dovodila do rafiniranja i razvoja matematič-

kih pojmova – nikada ne može biti ostvarena u njihovom sadašnjem obliku. Tako se prvo postavlja pojam prirodnog broja, kao čistog statičnog i ograničenog kvantiteta – no u njemu samome prisutan princip progresije (u vidu uvećavanja jedinice jedinicom bez granice) dovodi do beskonačnosti, upravo do opreke kvantiteta – do pojma koji u svojoj suštini izlazi van granica matematike. Matematika teži da učini beskonačnost jednim od svojih pojmova, no to čini samo tako da ga pokušava okonačiti, odnosno lišiti vlastite suštine – i tako se to beskonačno nikada ne doseže, ono nije nikada aktualno, već samo prelazak iz jednog u drugo konkretno, ili pak prazni znak (kao u teoriji skupova). Slično tome, spomenuti prirodni brojevi u vidu svojih međusobnih relacija dovode do nemogućnosti izražavanja njihovog odnosa, do iracionalnog karaktera određenih matematičkih izraza iskazanog kroz beskonačnu neperiodičnost znamenaka. Ona se pokušava prikriti uvođenjem novih znakova koji bi trebali dobiti karakter u sebe zatvorenog i dobro definiranog pojma, no ono što oni označavaju je samo jedan proces koji nikada ne može biti završen, odnosno pojam koji nikada ne može biti postavljen kao cjelina (već samo na neki, ma koliko veliki, broj decimala, koji stoga uvijek ostaje upravo beskonačno udaljen od njegovog punog sadržaja), te koji je posljedica nemogućnosti potpunog iskazivanja odnosa među matematičkim pojmovima samo putem principa kvantiteta. Primjer istog proturječja se pojavljuje i kod matematičkog pojma prostora, gdje ispitujući odnose između njegovih pojedinih elemenata, kao što je odnos opsega i radijusa kruga, matematika nailazi na nemogućnost njihovog iskazivanja u vidu kvantiteta, odnosno na beskonačnost i nemogućnost izražavanja navedenog odnosa kao konkretno realiziranog putem bilo kakvog matematičkog algoritma – ostaje se samo pri jalovom nizu koraka koji nikada ne dolaze do svog cilja.

Postojanje nečega je zapravo prelazak nečega u vlastitu negaciju, jer da bi se nešto potvrdilo kao takvo ono se mora odnositi prema drugome – dakle upravo prema svojoj negaciji – onome što nije, jer ukoliko se ono uopće ne odnosi, ono je samo ništa, a ne nešto. Negacija stvari se manifestira prvo u njezinom drugobivstvu – u odnosu prema drugim konkretnostima koje je ograničavaju te definiraju njezina svojstva, a zatim u vraćanju negacije u samu sebe, dakle kroz samonegaciju kao promjenu nečega za sebe. Temeljna je posljedica ovakvog metafizičkog razmatranja, bez izuzetka potvrđena u cjelokupnom rasponu istraživanja Prirode – od opažajnog iskustava do rezultata suvremene znanosti – da se Priroda neprekidno mijenja, točnije samo-negira: svaki dio Prirode mijenja se u odnosu prema svim drugim dijelovima, odnosno cjelini, a time se mijenja i u vlastitim

svojstvima. Iz perspektive okvira čovjekove spoznajne djelatnosti, različite konkretnosti, odnosno kvaliteti pridruženi raznim „ovdje“, neprestano se mijenjaju, jednako kao i aktivnosti čulnih organa (koji upravo zbog ograničenosti svoje funkcije i stvaraju kategoriju jednog „ovdje“, u nemogućnosti da svojom aktivnošću zahvate cjelinu opsega Prirode, kako je diskutirano ranije), kao što se konačno mijenja i sama svijest u svomu toku, kroz koji s jedne strane ostaje zatvorena u sebe, a s druge strane neprestano asimilira čulne podražaje. Promjena je stoga upravo sama suština svake konkretnosti, čija se primarnost u odnosu na sve druge izvedene kategorije dokazuje kako fundamentalnim metafizičkim zaključivanjem, tako i razvojnim iskustvom svake svijesti – jer prije nego što se radom stvaranja diferenciranih i fiksiranih pojmova formiraju razumski pojmovi prostora, veličine, vremena itd. svijest se već odavno osvjedočila o karakteru zbilje kao stalne promjene, u potpunosti doživljavajući to iskustvo već kroz prvi plač novorođenčeta.

Kako je diskutirano ranije, nemogućnost čulnih organa da u svojoj djelatnosti obuhvate cjelinu Prirode dovodi do toga da svijest, koja u svome toku apsorbira rezultate djelatnosti organa i prikazuje ih u svome okviru kao čulnu izvjesnost, razvija pojam jednog „ovdje“ koji obuhvaća one sadržaje realnosti zahvaćene čulnim organima, te na suprot kojemu se u kretanju iskustva izražava komplementarni pojam jednog „drugdje“, koji uključuje ono što aktualno nije obuhvaćeno djelatnošću organa. Slično tome, ograničenost čulnih organa u pogledu njihove reakcije s obzirom na intenzitet stimulacije dovodi do nemogućnosti registracije suptilnih promjena koje se neprestano odvijaju, te se zbog te ograničenosti doima kao da su stvari naprosto identične samima sebi, a promjena je samo partikularni fenomen koji ne obuhvaća čitavu stvarnost kao njezina suština. Na takvom aspektu iskustva svijesti, proizašlom iz suštinske ograničenosti čulnih organa, svoj temelj pronalazi izgradnja diferenciranih pojmova, logika koja se temelji na principu identita prema sebi i razlike prema drugome, te uopće nedijalektičko shvaćanje zbilje koje karakterizira kako vulgarno mišljenje, tako i trenutni pristup empirijskih znanosti. Na taj način formira se shvaćanje o mogućnosti privremenog izostanka svake promjene – u ograničenoj percepciji se doima kao da postoje određena stanja u kojima sve ostaje onakvim kakvo je prvo doživljeno, sve dok iznenađa nastupi promjena (što naravno samo predstavlja rezultat nakupljanja učinaka koji tada prelaze preko praga detektibilnosti čula). Time se, paralelno s pojmom jednog „ovdje“ postavlja pojam jednog „sada“, kao stanja potpune opstajuće identičnosti percipirane realnosti sa samom sobom. Takvo stanje je nužno okončano nastupanjem percepcije promjene, no zatim se ono može ostvariti ponovno, kao jedno novo „sada“. Psiha u svom kretanju obuhvaća ukupnost svih takvih dis-

kretnih „sada“, te ih vezuje u svoj jedinstveni tok. Time se direktno osvjeđuje o proturječnostima sadržanima u svome iskustvu: „Pokazuje se „sada“, ovo sada. Sada; ono je već prestalo da postoji u isti mah kada je pokazano; ono sada koje postoji jeste jedno drugo sada, a ne pokazano sada, i tako mi vidimo da se sada sastoji upravo u tome da u istom trenutku u kojem jeste ono već više nije. To sada, čim se pokaže, ono je već jedno bivše sada; i u tome je njegova istina; ono ne posjeduje istinu bića. Prema tome, ipak je istina to da je ono bilo. Ali ono što je bilo nije u stvari nikakvo biće; ono ne postoji, a nama je do postojanja bilo stalo...Mi, dakle, u ovome pokazivanju vidimo samo jedno kretanje čiji se tok sastoji u ovome: 1. Ja pokazujem ono što je sada, ono iskazano kao ono što je istinito; ali ja ga pokazujem kao ono što je bilo ili kao ono što je ukinuto, ukidajući prvu istinu, i 2. Ja to sada izražavam kao drugu istinu, naime da je ono bivstvovalo, da je ukinuto. 3. Ali, ono što je bilo više nije; ja ukidam bivstvovalost ili ukinutost, tj. drugu istinu, negirajući time negaciju onoga sada, i tako se vraćam prvome tvrđenju, naime da sada jest.” [12]

Time iskustvo svijesti pokazuje sličnu dijalektiku odnosa između diskretne prirode spoznavanja svojstvene čulnim organima i kontinuirane prirode svijesti koja se samo-obuhvaća u svome toku, kakva je već bila prikazana kod prelaska između raznih „ovdje“ u jednu općenitost u kojoj se oni pojavljuju kao njezini momenti. Kako su, u razdvajanju i fiksiranju pojmova, aspekti iskustva svijesti koji obuhvaćaju skup povezanih kvaliteta određenog „ovdje“ i zajedničkog odnosa između mnoštva „ovdje“, konstruirani u zasebne pojmove objekta i prostora, kako smo diskutirali ranije, preostaje da se aspekt iskustva svijesti koji obuhvaća gore prikazani tok promjene kvalitativnih svojstava (iz ograničenosti čulnih organa prikazan preko pojma jednog „sada“) izdvoji u sasvim zaseban pojam vremena. Time se, iz same razumske konstrukcije pojmova – koja apstrahira od njihove suštinske veze i prvotne jedinstvenosti iskustva, kao i njihovog unutarnje proturječnog karaktera, formiraju pojmovi i odnosi koji karakteriziraju metafizičke pretpostavke kako Aristotelove tako i klasične fizike. Svijet objekta, kao skupa u sebe zatvorenih cjelina, tako je postavljen na podlogu prostora, koji se shvaća kao njihov opći nosioc – potpuno ravnodušan na objekte i njihove promjene, a takav prostor je pak sam uronjen u opći tok vremena, koji je univerzalan i sasvim neovisan od objekta i njihovih odnosa. Kvantificiranje pojma vremena pokazuje se kao utoliko jednostavnije od kvantificiranja pojma prostora budući da se vremenski interval može naprosto prikazati kao određeni odnos jedinica: za razliku od pojma prostora, kvantificirani pojam vremena ne sadrži ekvivalentni problem onome međusobnog odnosa objekata putem pojma udaljenosti - o kojemu smo govorili ranije - te

se stoga može prikazati putem jedinstvenog broja, za razliku od kvantificiranog pojma prostora koji zahtijeva trojku brojeva za svoj opis.

Kvantificiranje pojma vremena naravno zahtijeva zadavanje definicije neke standardne mjere vremenskog intervala, te proizvoljni odabir ishodišta. Premda se prostor i vrijeme u prikazanoj metafizici zasnovanoj na razumskoj diferencijaciji nastoje pojmiti kao temeljni, a nerijetko i kao elementarni te neizvedeni pojmovi, a onda se naknadno – kao primjerice u fizici – promjena nastoji prikazati kao izvjesna varijacija određenih parametara na podlozi prostora i vremena – odnosno, kako se kaže, kao neka varijacija parametara „u prostoru i vremenu“ – svaka poznata definicija temeljnog vremenskog intervala zapravo otvoreno proturječi ovakvom shvaćanju. Bilo da se za jedinicu vremena uzima dan, godina ili sekunda – bilo da se ta jedinica vremena dakle shvaća kroz odnos s rotacijom i revolucijom Zemlje ili pak prelaskom između dva energetska stanja u atomu cezija ili na bilo koji drugi način – u njezinoj se osnovi uvijek nalazi kvantitativna relacija omjera između neke promjene i promjene koja se uzima kao referentna. Tako je mjera vremena u fizici zapravo dana kao odnos u kojem se neka razmatrana promjena uspoređuje s obzirom na promjenu koja se proizvoljno uzima kao jedinična (rotacija Zemlje oko Sunca ili pak prelazak između određenih atomskih stanja) – u formi pitanja koliko je jedinica referentne promjene potrebno da bi se završila razmatrana promjena (tako je npr. za obavljanje nekog posla potrebna jedna rotacija Zemlje, pa se kaže da posao traje jedan dan). Tu se dakle, obrnuto, pojam promjene pokazuje kao temeljan, a pojam vremena kao izveden – u osnovi kao omjer između dviju promjena. Navedeno nipošto nije slučajno, već ukazuje na ranije prikazanu evoluciju tog pojma koja u svijesti započinje s iskustvom opažanja, te se razvija kroz neprestana preobražavanja onoga što se aktualno percipira. Vidjeli smo da prostor predstavlja takvu praznu apstrakciju, dobivenu izoliranjem aspekta statične opće relacije među entitetima, kakva se jednostavno i adekvatno izražava čistom kvantitativnom mjerom, odnosno pojmom udaljenosti i njezinom generalizacijom u strukturu koordinatnog sustava. Kada su dakle uzeti neki proizvoljni odnosi između objekata u formi udaljenosti kao referentni za mjeru prostora, mjerenje prostora je definirano i nije potrebno da se pritom uvode neki novi pojmovi. Razlika je kod pojma vremena u tome što se apstrakcija pojma vremena pak formira izoliranjem i fiksiranjem upravo aspekta toka kvalitativne promjene pri iskustvu svijesti – i stoga je upravo promjena, odnosno negacija neposredno prisutnoga koja joj je u osnovi, neraskidivo povezana sa suštinom ovog pojma. Stoga se niti pojam vremena fizike ne može adekvatno definirati samo na temelju praznog i po sebi statičnog kvantiteta, nego on za svoje postavljanje uvijek im-

plicitno zahtijeva pojam promjene – koji pak u svojoj suštini izlazi izvan granica kvantiteta. Fizika ovo nastoji prikriti, te prvo nastoji ignorirati potrebu tumačenja smisla definicija jedinica vremena koje koristi, preko njega prelazeći šutke, a zatim nastoji koristiti pojmove vremena, prostora i druge kvantificirane pojmove kako bi, kao kod gibanja tijela, „definirala“ promjenu – ignorirajući time očitu ta-utologiju prisutnu u tome što se u pojmu vremena već sadrži pojam promjene, pa su svi ovakvi pokušaji definicija u osnovi kružni.

Općenita je tendencija da sve veća težnja za međusobnom diferencijacijom momenata nekog sustava, zajedno s prikrivanjem njegovih suštinskih proturječnosti ubrzanim razvojem odgovarajućeg formalizma, dovodi do svog kraja putem vlastitog razvoja – otvarajući pritom krizu jedne paradigme i nasilno tražeći sintezu ranije diferenciranih elemenata, te razvoj novih, za to odgovarajućih pojmova. Upravo se navedeno dogodilo s prikazanim pojmovima prostora i vremena – pri čemu se težina trenutne situacije temelji na tome da ni više od sto godina nakon revolucionarnih razvoja novih fizikalnih teorija kriza nije završena jer stari pojmovi nisu u potpunosti i konzistentno odbačeni. Specijalna teorija relativnosti je tako, motivirana neočekivanim opažanjima konstantnosti brzine svjetlosti – neobjašnjivima iz perspektive klasične fizike, bila prisiljena odbaciti pojamovnu neovisnost prostora i vremena, te njihovu razdvojenost od dinamike opaženih fizikalnih fenomena. Prije svega se pokazalo da je univerzalan pojam vremena klasične fizike u potpunosti neadekvatan za opis Prirode pri brzinama usporedivima s brzinom svjetlosti, te da se vrijeme, kao i prostor – trebaju shvatiti relativno i relacijski, te ovisno o dinamičkom stanju samoga tijela – tako da se vremenski intervali i dimenzije fizikalnih tijela, koji su u klasičnoj Newtonovoj mehanici bili stalni, pretvaraju u promijenjive veličine koje se mijanjaju s obzirom na brzinu gibanja. Štoviše, kako bi se osigurala empirijski provjerena konstantnost brzine svjetlosti, pokazano je kako je ranije odvojene kvantitativne pojmove prostora i vremena potrebno ujediniti u cjelinu, te shvatiti kao prostor-vrijeme – pri čemu interval koji opisuje međusobnu relaciju prostora i vremena u novoj teoriji postaje ono univerzalno i invarijantno, dok intervali prostora i vremena uzeti za sebe gube temeljni status i postaju relativne pomoćne veličine. Iz perspektive uobičajenog nerefleksivnog promatranja povijesti fizike ovakav se razvoj stvari mora doimati kao neobjašnjiv i začuđujuć, a sami elementi specijalne teorije relativnosti kao „udaljeni od svakodnevnog iskustva i intuicije“ (a oni zapravo samo nadilaze konstrukcije diferenciranih pojmova klasične fizike), dok se iz perspektive filozofske analize samih fizikalnih pojmova i njihovog nastanka, dakle iz dijalektičke perspektive kakvu smo skicirali, razvoj specijalne teorije relativnosti

pokazuje upravo kao nužan – jer on je, kao što se može vidjeti, baš razrješavanje onih temeljnih ograničenja nastalih u izgradnji samih pojmova koje razotkriva dijalektička kritika, te time specijalna teorija relativnosti omogućuje njihov razvoj i ostvarivanje više razine potpunijeg opisa Prirode. Kao i u mnogim drugim pitanjima, takav znanstveni razvoj se mogao u svojim glavnim crtama anticipirati na temelju prikazane filozofske kritike, te bi se time – pod pretpostavkom prihvaćanja filozofske refleksije o temeljnim fizikalnim pojmovima od strane šire znanstvene zajednice - uštedjelo vrijeme koje traganje za novim fizikalnim teorijama uzima u vidu besciljnog lutanja i predlaganja potpuno proizvoljnih hipoteza (npr. u slučaju problema tumačenja opažene konstantnosti brzine svjetlosti, svjesnost o problematici i kontradikcijama u pojmovima prostora i vremena te potrebi da se izvrši njihova sinteza, odagnala bi desetljeća potpuno besplodnog razvijanja hipoteza o raznim tipovima etera na koje se u potpunosti fokusirala tadašnja znanstvena zajednica). Opća teorija relativnosti je još znatno radikalnije nastavila razvoj u istom logičkom pravcu, dalje ukidajući neke od nedosljednosti i nepotpunosti koje su ostale prisutne u specijalnoj teoriji relativnosti. Tako je kroz program geometrijskog opisa gravitacije odbačen pojam gravitacijske sile, te je gravitacija shvaćena kao posljedica zakrivljivanja prostor-vremena raspodjelom masa i energija. Na taj je način ukinuta umjetna pojmovna separacija između dinamike tijela (time i pojmova sila naknadno konstruiranih za njezin opis), te prostora i vremena – pri čemu su svi ovi ranije nezavisni elementi obuhvaćeni u dubljem pojmu, sada dinamičkog i samo-relacijskog, prostor-vremena – i tako se na višoj razini opisa fizika približila istini o jedinstvenom karakteru stvarnosti, koji se demonstrirao već kroz prva iskustva svijesti, a koja je bila izgubljena iz vida prilikom izgradnje navedenih pojmova i njihove primitivnije kvantitativne upotrebe u sustavu klasične fizike. Međutim, s obzirom na to da je opća teorija relativnosti i dalje zadržala dihotomiju između prostor-vremena i masa koje stvaraju njegovo zakrivljenje, povezanu s razumskom separacijom objekata od prostora i vremena, ona se još uvijek, premda predstavljajući značajan korak unaprijed, nalazi daleko od dosezanja cilja zadovoljavajućeg razrješavanja pojmovnih ograničenja klasične fizike.

Problem gibanja predstavlja temeljni problem fizike, jer se veza između fizike kao teorijskog sustava s jedne strane i realnosti s druge strane – koja se iskazuje upravo kao stalna promjena na svim razinama - ostvaruje samo putem matematičkog modeliranja promjene; gibanje je pri tome temeljni oblik promjene u Prirodi jer u sebi uključuje samo odnos između temeljnih fizikalnih pojmova prostora i vremena. Međutim upravo je promjena – a time i gibanje, svojim karakterom

kojim se potvrđuje kao jedinstvo proturječnosti i time zahtijeva umsko mišljenje, pojam koji nadilazi razumske kategorije i mogućnost matematičkog prikaza, te stoga uvijek demonstrira ograničenosti i unutrašnje proturječnosti konstrukcija kako klasične fizike, tako i kvantne fizike i opće teorije relativnosti.

Program opisa stvarnosti na temelju pojmova fizike nastoji svesti gibanje na izvedenu posljedicu odnosa između fiksnih i separiranih pojmova prostora i vremena – koji se postavljaju na drugu stranu u odnosu na sama tijela i njihovu dinamiku. Tako je čak i u općoj teoriji relativnosti gdje se, sada ipak prostor-vrijeme,¹⁵ još uvijek shvaća kao svojevrsna podloga gibanja materijalnih tijela, koja se dođuše mijenja u odnosu na raspodjele masa-energija određenih tijelima. U skladu s time, kada se kvantificirani pojmovi prostora i vremena uzimaju kao zadani onda se gibanje nastoji izraziti kao veza njihove međusobne modifikacije. Tako se shvaća da se neko tijelo nalazi u gibanju ako se njegov položaj u prostoru mijenja s protokom vremena. Pri tome je, iz perspektive čistog mišljenja, sasvim nejasno zašto bi neko tijelo mijenjalo svoj položaj u prostoru umjesto da naprosto ostane u istom položaju. Klasična fizika, za razliku od Aristotelove, shvaća jednoliko gibanje kao neizazvano vanjskim uzrokom, kao svojstvo apstrakcije tijela po sebi. U ovom se višem gledištu time gubi prava razlika statusa između gibanja i mirovanja, a time i mogućnost njihove diskriminacije. Smisao gibanja kao takvog je nešto što se u klasičnoj fizici stoga ne može razmatrati: gibanje naprosto u nekim slučajevima postoji, a u drugima naprosto ne postoji – kao svojstvo stvarnosti ono je naprosto stvar proizvoljnosti i slučaja. Brzina postaje kvantitativna mjera gibanja, kao odnos između kvantitativnog izraza prijeđenog prostora i kvantitativnog izraza proteklog vremena, a mirovanje je time samo jedno posebno stanje gibanja s nultom brzinom. Kasnije ćemo vidjeti da je kvantna fizika ovaj problem odnosa između mirovanja i gibanja u osnovi razriješila odbacivanjem apstrakcije mirovanja kao fizikalne realnosti, shvaćajući stalno gibanje materije kao njezino neodvojivo svojstvo, te se time znatno približila perspektivi dijalektičkog mišljenja.

Temeljno ograničenje takvog shvaćanja gibanja sadržano je u ranijoj formuli „mijenja s protokom vremena“ koja zahtijeva da se pruži neka zadovoljavajuća pojamovna, a onda i izvedena kvantitativna, definicija protoka vremena. Kao što smo vidjeli, protok vremena nije zapravo moguće definirati nikako drugačije nego da se već unaprijed pretpostavi postojanje nekog oblika gibanja, prema kojemu se onda kao prema referentnoj mjeri postavlja omjer nekog drugog oblika gibanja. U izostanku svakog pojma gibanja, odnosno promjene, nije moguće niti postaviti

¹⁵koje se kao pojam uspijeva ispravno shvatiti i dalje samo kod veoma malenog broja fizičara, dok većina i dalje pod njime zamišlja samo nekakvu kombinaciju ili djelomičnu modifikaciju klasičnog prostora i vremena

pojam protoka vremena. Stoga je ovakvo shvaćanje gibanja, koje se zapravo svodi na definiciju „gibanje je promjena položaju tijela u nekom intervalu omjera različitih gibanja“ u potpunosti kružna. Navedeno pokazuje potpuno nezadovoljavajući karakter programa izvođenja gibanja iz pojmova prostora i vremena koji su uzeti kao dani po sebi. Nasuprot ovakvim nastojanjima fizike, promatranje razvoja svijesti i pojmova u njoj – o kojem smo ukratko diskutirali ranije - nam pokazuje da je upravo promjena, koja se iz perspektive odnosa među tijelima pojavljuje kao pojam gibanja, ona kategorija koja je temeljna, koja nije naprosto proizvoljno konstruirana u svijesti, već predstavlja fundamentalnu odliku Prirode i upravo prvo i neposredno iskustvo svake svijesti. Razmatrajući to neposredno iskustvo promjene, svijest iz nje separira različite momente i oblikuje ih u zatvorene pojmove prostora, vremena i objekta. Zbog toga je iz gibanja, kao posebnog oblika promjene koja se u tom vidu pojavljuje u domeni predstava o odnosima među objektima, potrebno izvesti pojmove prostora i vremena, a ne obrnuto. Takav pristup postavljanju mehanike međutim još uvijek nije formuliran.

Kako je promjena upravo najneposrednija i prva spoznata odlika materijalnog svijeta, a sastoji se upravo u prelasku nečega u nešto drugo, u ono što ono nije, dakle u svoju negaciju – time pokazujući da je ostvarivanje afirmacije nečega (njegovo postojanje) zapravo njegova vlastita negacija, za očekivati je da će gibanje postati najvažniji kamen spoticanja razumskom mišljenju, koje se izražava u aristotelovom načelu neproturječja i identiteta. Kako je fizika izgrađena na pretpostavkama takve razumske logike, neminovno je da i ona naslijedi nemogućnost poimanja gibanja – pojma koji je upravo najvažniji za uspostavljanje njenog odnosa kao misaone konstrukcije prema Prirodi. Na proturječje sadržano u gibanju ukazao je već Zenon u svojoj aporiji o strijeli:¹⁶ strijela koja je odapeta iz luka u svakom se trenutku nalazi u određenoj točki u prostoru. Slijedi da je njezino kretanje nemoguće ako pretpostavimo načelo neproturječja - jer pošto se strijela treba nalaziti u jednoj točki, nemoguće je da istovremeno bude u drugoj točki, odnosno da u istoj točki i bude i ne bude. Zenonu je ova aporija služila kako bi pomoću nje dokazao nepostojanje gibanja, odnosno kako bi dokazao da je gibanje naprosto privid. Argumentacija se sastoji u pretpostavljanju ispravnosti načela neproturječja, no čini se mnogo prirodnijim učiniti sasvim suprotno – prihvatiti sveobuhvatno ljudsko iskustvo i realnost izvanjskog svijeta (kojemu su kretanje i promjena očito imanentni), te odbaciti princip neproturječja, koji se promotren s kritičke distance ne čini nimalo nužan ili samorazumljiv – štoviše, čiju smo genezu u razvoju svijesti ukratko nastojali prikazati ranije. Nasuprot Zenonu He-

¹⁶Za detalje preporučamo [13]

gel kasnije upravo u gibanju vidi potvrdu dijalektičkih principa i razlog za negiranje principa neproturječja: „Izvanjsko čulno kretanje jeste neposredno postojanje proturječnosti. Nešto se kreće ne tako što se u ovome „sada“ nalazi ovdje a u nekom drugom „sada“ „tamo“, već samo tako što ono u jednom i istom „sada“ jest ovdje i nije ovdje, budući da se ono u ovome „ovdje“ u isto vrijeme i nalazi i ne nalazi. Starim se dijalektičarima moraju priznati one proturječnosti koje oni pokazuju u kretanju; ali iz kojih ne proizlazi da kretanje zbog toga ne postoji, već naprotiv, da je kretanje sama postojeća proturječnost“. [14]

Naravno, postojali su pokušaji osporavanja utemeljenosti ove aporije, kao i postojanja objektivnog proturječja u gibanju. Međutim, većina se ovih pokušaja zapravo sastoji u prikrivanju proturječja uvođenjem novih pojmova ili pretpostavki – koji ponovno u daljnjoj analizi sadržavaju istu proturječnost - jedini razlog predlaganja ovih rješenja se stoga sastoji u tome da te proturječnosti nisu uočene od njihovih autora. Primjerice, moguće je zamisliti da se let strijele sastoji od vremenskih trenutaka, spomenutih „sada“, te se u svakome od tih trenutaka strijela nalazi u mirovanju na jednoj lokaciji – međutim to ne znači da se ona ne giba: jer svakome trenutku je zapravo pridružena druga lokacije strijele. Gibanje bi stoga bilo sukcesivna promjena lokacija pridruženih različitim trenucima tokom vremenskog intervala koje se sastoji od mnoštva takvih trenutaka – pri čemu nije moguće zauzimanje različitih lokacija u istom trenutku.¹⁷ Međutim ovim se prijedlogom zapravo ništa ne rješava: ako se strijela u jednom nedjeljivom trenutku nalazi na jednoj lokaciji kako je moguće da onda promijeni tu lokaciju u idućem trenutku? Ako su trenuci nedjeljivi i po pretpostavci se ne preklapaju, kako je onda moguće da strijela ne mijenja lokaciju u toku jednog trenutka, a onda ipak dobiva drugu lokaciju na početku sljedećeg trenutka? Štoviše, ako se strijela nalazi u mirovanju u danom momentu onda nije jasno što bi moglo biti uzrokom promjene njezinog stanja u drugom momentu, strijela koja prepuštena sebi naprosto miruje trebala bi nastaviti mirovati, dakle zauzimati istu lokaciju. Kako je moguće tok vremena pretvoriti u nedjeljive i strogo razdvojene trenutke – ako su oni nedjeljivi i različiti gdje nastupa prelazak jednoga u drugi? Ako se u svrhu rješavanja tog pitanja uvodi neka njihova granica – onda je ona nužno proturječna jer sadržava svojstva i jednog i drugog trenutka. Ako bi ti trenuci pak bili bez granice, dakle prožeti a ne odsječeni, javilo bi se pitanje gdje onda nastupa njihova raz-

¹⁷“There's only one answer: the arrow gets from point X at time 1 to point Y at time 2 simply in virtue of being at successive intermediate points at successive intermediate times—the arrow never changes its position during an instant but only over intervals composed of instants, by the occupation of different positions at different times. In Bergson's memorable words—which he thought expressed an absurdity—‘movement is composed of immobilities’: getting from X to Y is a matter of occupying exactly one place in between at each instant (in the right order of course).” [15]

lika – i kako onda zapravo uopće možemo govoriti o međusobno različitim trenucima. Ove proturječnosti su zapravo posljedica nemogućnosti da se gibanje, kao više i temeljnije stanje postojanja, svede na mirovanje – kako je ovdje neuspješno pokušano. Drugim riječima, gibanje kao jedinstvo proturječnosti identiteta i razlike lokacije ne može se svesti niti samo na identitet lokacije (koji bi vodio na mirovanje) niti samo na razliku lokacije (koja bi vodila na nemogućnost kontinuirane putanje strijele). Štoviše, drugi aspekt proturječnosti gibanja je zapravo neovisan o ovakvom razmatranju protoka vremena te i dalje ostaje prisutan: dok strijela miruje možemo reći da ona zauzima jednu lokaciju, no ako strijela iz te lokacije prelazi na drugu lokaciju ona to može činiti ili na temelju nekog prijelaznog stanja ili direktnim prelaskom na drugu lokaciju. Ako se radi o direktnom prelasku na drugu lokaciju, odnosno o njezinom diskontinuiranom skoku, onda je on u sebi proturječan jer sadrži jedno stanje koje je istovremeno karakterizirano mnoštvom lokacija (u diskontinuiranom skoku sadržane su zapravo istovremeno sve lokacije koje čine razliku između neke dvije lokacije). Međutim, takvo diskontinuirano gibanje bi bilo suprotno predstavama klasične fizike o gibanju i pretpostavci o kontinuiranosti prostora. Ako se pak radi o nekom prijelaznom stanju, tada je upravo to prijelazno stanje samo gibanje, negiranje prvobitne lokacije iz koje gibanje počinje, ali iz koje se izlazi, dakle u kojoj se strijela istovremeno ne nalazi: drugim riječima ponovo se radi o proturječju. Na to je moguće odgovoriti da je svako posebno prijelazno stanje opet samo neka posebna lokacija, samo jedna točka u prostoru koja je zapravo različita od početne lokacije i stoga proturječje zapravo ne postoji realno (tj. ono bi postojalo eventualno misaono: samo iz perspektive promišljanja čitavog procesa gibanja kao cjeline u kojem se onda egzistencija u nekoj točki shvaća kao ono što rađa svoju vlastitu proturječnost – egzistenciju u nekoj drugoj točki). Međutim, u ovoj drugoj alternativni prigrljena je pretpostavka da je prostor kontinuiran i da se stoga između svake lokacije u gibanju strijele nalazi nova lokacija. Stoga se za razmatranje prirode gibanja treba razmotriti odnos između neke lokacije i one koja iz nje proizlazi direktno, koja joj neposredno slijedi, a ne neke udaljene lokacije koja je u odnosu prema prvotnoj samo posredna i gdje se stoga niti proturječnost ne može iskazati. Stoga, kada je odgovoreno da je svako prijelazno stanje samo neka posebna točka različita od početne lokacije, pretpostavljeno je zapravo da se radi o nekoj konačnoj udaljenosti koja nije rezultat neposrednog prelaska strijele iz početne lokacije u svoje prvo sljedeće stanje, već neko kasnije stanje. No za točku koja predstavlja prelazak u prvo sljedeće stanje, dakle direktan prelazak strijele iz prvobitne lokacije u sljedeću, ne može se samo reći da je različita od početne točke. Ukoliko je isključivo različita

onda postoji stroga separacija prostora i on nije kontinuiran (jer ili se ne radi o prvoj sljedećoj točki - a to nije u skladu s gornjom pretpostavkom - ili ako se pak radi o njoj, onda između početne lokacije i prve sljedeće postoji neki interval koji nije uključen u prostor, dakle pukotina u prostoru) – suprotno polaznoj pretpostavci. Ukoliko je, s druge strane, ona samo identična početnoj lokaciji onda ne može nastati promjena lokacije, već samo identitet s početnom lokacijom, dakle mirovanje. Gibanje dakle podrazumijeva jedinstvo identiteta i razlike (jedinstvo proturječnosti) s nekom lokacijom – strijela koja leti da bi promijenila lokaciju u kojoj se nalazi mora istovremeno i biti u toj lokaciji i izlaziti iz nje.

Alternativni pokušaj razrješavanja proturječja gibanja sastoji se u primjeni ispravnog uvida o nemogućnosti svođenja gibanja na odnos različitih sukcesivnih stanja mirovanja. Iz te perspektive ne može se reći da strijela u nekom trenutku miruje, već se ona u svakom po volji malom vremenskom intervalu još uvijek giba. No to gibanje u svakome po volji malenom vremenskom intervalu znači zapravo samo to da je u svakom trenutku strijela u nekoj točki i da istovremeno nije u toj točki, drugim riječima - da je u njoj ali i da iz nje izlazi. Kako bi se sada izbjegla proturječnost, to stanje gibanja se proizvoljno uzima kao svojevrstan elementarni pojam koji se po sebi odbija analizirati. Međutim, ukoliko se taj pojam ne može analizirati, onda se i ne može postaviti temeljno pitanje o odnosu strijele prema jednom „ovdje“, odnosno po volji malenom dijelu prostora, u toku u njezinog leta. No to je pitanje upravo ono do čega je ovdje stalo i ono predstavlja baš razmatranje proturječnosti gibanja. Stoga ovaj pokušaj umjesto rješenja problema predstavlja težnju da se o problemu uopće ne misli. Tako Adam Schaff [16] ukazuje na činjenicu da kada Zenon kaže da strijela „jest u nekoj točki“ onda riječi „jest“ daje značenje „leži“. Nasuprot tome Schaff smatra da se riječi „jest“ može dati i značenje „prolazi“, pri čemu to „prolazi“ znači da se strijela u toj točki ne nalazi u stanju mirovanja. Na taj se način, smatra Schaff, ako odbacimo lažno shvaćanje riječi „jest“ i prihvatimo značenje „prolazi“, izbjegavaju logičke proturječnosti. Međutim, shvaćanje po kojemu se problem izbjegava ako se za izraz „strijela jest“ pribjegne značenju „strijela prolazi“, predstavlja jedva nešto više od neuspješnog logičkog trika. Jer upravo pojam „prolazi“ u sebi obuhvaća cijelu pojavu koja se nastoji ispitati. Problem se upravo sastoji u tome da je sam pojam „prolazi“ u sebi proturječan („prolazi“ zapravo znači i jest i nije negdje) i da se njegovim podmetanjem, uz izbjegavanje njegove analize, nastojala zaobići realna proturječnost koja je u njemu sadržana. „Prolazi“ se treba razdvojiti na svoje sastavne momente koji se tiču podudaranja ili nepodudaranja položaja strijele s nekim proizvoljno sitnim prostornim intervalom. Tada se uočava da proturječnost i dalje nastavlja pos-

tojati, no sada unutar samog pojma „prolazi“, kojega Schaff neopravdano uzima kao elementaran i izbjegava dalje analizirati.¹⁸ Konačno, problem gibanja je samo poseban slučaj problema promjene, odnosno formiranja novoga iz staroga - prilikom kojega dolazi do ukidanja onoga što je prije postojalo, te koji je, što se može pokazati na sličan način kao i kod problema gibanja, neusklađiv s principom ekvivalencije i principom neproturječnosti.¹⁹

Konačno, Zenonovoj aporiji o strijeli se može pristupiti isticanjem činjenice da se ona sastoji u korištenju pojmova trenutka u vremenu i točke u prostoru, koji su međutim samo misaone apstrakcije i kao takve neadekvatne za opis gibanja.²⁰ Ovakvom se zaključku načelno ne može ništa prigovoriti, ali se zato može prigovoriti odbijanju povlačenja daljnjih implikacija i njegovoj selektivnoj primjeni, koja – čini se – služi samo zato da se odbaci Zenonova aporija. U potpunosti je točno da su pojmovi trenutka u vremenu i točke u prostoru misaone apstrakcije te je upravo i stalo do toga da se pokaže kako su one same proturječne, te kako vode na daljnja pojavljivanja proturječja pri svome korištenju. No svi pojmovi koji se koriste za opis Prirode su upravo jednako tako misaone apstrakcije – a to posebno vrijedi za pojmove prostora i vremena koji se zapravo ne mogu razdvojiti od poj-

¹⁸Primjer stavova Adama Schaffa po pitanju proturječnosti, inače priznatog marksističkog teoretičara te apologeta partije i staljinističkog režima u Poljskoj, pokazuje u kojoj je mjeri razumijevanje dijalektike bilo strano oficijalnom filozofskom pristupu tzv. „dijalektičkog materijalizma“ u Istočnom bloku. Navedeni pristup se umjesto dijalektičkog mišljenja zapravo sastojao u vulgarnom mehanicističkom materijalizmu postavljenom na osnove formalne logike, gdje su se onda formalizirani principi „borbe suprotnosti“ (u kojoj su se suprotnosti promatrale u shematskoj izvanjskoj ovisnosti jedne prema drugoj) kao začini dodavali statičkim pojmovima izvana u vidu „tri zakona dijalektike“ (što je već koncepcija nespojiva sa samom suštinom dijalektičkog mišljenja). Po tom gledištu ne radi se o proturječnosti karakterističnoj za jedan objekt ili pojam, koja bi nadilazila formalno-logičko načelo neproturječja, već samo o postojanju oprečnih dijelova u nekoj stvari, pri čemu se dakle opreke drže uvijek jedna van druge i time ne predstavljaju proturječje sadržano u jedinstvenoj stvari: „*The source of all movement and change is the struggle of internal opposites proper to every thing and every phenomenon. In this sense any thing and any phenomenon is contradictory as containing internal opposites. This is the essence of dialectics which is not impaired by the preservation of the principle of logical noncontradiction. More than that: only in observing this principle is it possible to talk intelligently about dialectics and its principles; talk about the dialectic contradiction (i. e., of the unity and struggle of opposites) in a logically non-contradictory way. Otherwise all judgments would be equally valid and all principles and laws would lose all sense and meaning.*“ [16]. Navedeno, među mnogim drugim mogućim argumentima, još jednom pokazuje svu neopravdanost neprincipijelnih pokušaja diskvalifikacije dijalektičkog mišljenja pozivanjem na njegovu navodnu vezu sa staljinističkom tradicijom i režimima Istočnog bloka.

¹⁹Štoviše, zanimljivo je primijetiti kako je ekvivalentna dihotomija između ovakvih proturječnih pojmova, koje dijelaktička metoda ujedinjava, a sustavi bazirani na formalnoj logici nužno uobličuju u sukobljene nepotpune alternative – u gornjem primjeru diskretnosti i kontinuiranosti stanja strijele u letu, u indijskoj filozofiji - u vidu povezanog problema nastanka novog iz starog - bila u središtu sukoba škola samkhya i vaišešika – i time predstavljala jedan od temeljnih prijedora indijske filozofije. Pri tome je samkhya zastupala jednostrani princip identiteta novoga i staroga (gdje se njihova razlika uvijek shvaća kao da se sastoji samo u modifikaciji, no ne i razlici suštine: kao što je slučaj razlike između zlata kao metala i prstena napravljenog od zlata – gdje i jedno i drugo predstavlja samo zlato sa različitim modifikacijama iste supstancije), a vaišešika jednostrani princip razlike – koji upravo i omogućava da se novo razlikuje od staroga, a bez kojega bi svako poimanje i rasprava o novome bila izlišna, suprotno sveopćem iskustvu.

²⁰Primjerice u [13]

mova trenutka i točke. Štoviše, budući da su pojmovi trenutka i točke u prostoru nastali daljnjim razumskim razvijanjem pojmova „ovdje“ i „sada“ – a koji izrastaju iz specifičnosti ograničenja čulnih organa pri svome odnosu s Prirodom, oni su u odnosu na ostale pojmove zapravo primarniji. Ako se stoga želi reći da je mišljenje o gibanju nemoguće korištenjem pojmova prostorne točke i trenutka, budući da su oni samo neadekvatne apstrakcije, onda se mora zaključiti da se također putem fizike ne može adekvatno spoznati stvarnost, jer fizika upravo neprestano koristi te iste apstrakcije, kao i one i iz njih izvedene ili s njima nerazdvojno povezane: kao što su prostor, vrijeme, masa, tijelo itd. No rješenje ne bi smjelo biti niti brzopleta zapadanje u nihilizam, već nasuprot tome strpljiv rad koji nastoji razumjeti obilježja formiranja takvih pojmova i njihovu genezu, njihove granice, te njihovu primjenu kod tumačenja svijeta metodom prirodnih znanosti – kako bi se u konačnosti ti pojmovi nadišli u višim pojmovima, te kako bi se na taj način i prirodnim znanostima omogućio prelazak na viši stupanj. Konačno, naglasimo da se ovdje prikazana suština proturječnosti gibanja ne sastoji naprosto u pretpostavljanju pojmova točke i trenutka, već da proizlazi iz općenite dijalektike odnosa novog stanja prema starome stanju u nekom procesu: ako je novo stanje naprosto identično starome stanju onda se ne može uopće raditi o novom stanju, ako je pak novo stanje naprosto različitog od staroga onda ne postoji veza između tih dviju stanja, a time ni mogućnost prelaska iz starog stanja u novo stanje. Tako se primjerice bilo kakvo eksplicitno pozivanje na pojmove prostorne točke i trenutka može izbjeći ako se problem promotri iz perspektive pogađanja mete: ako strijela leti prema meti onda nije u njoj, ako strijela jest u meti onda više ne leti prema njoj – kako je moguće da ona prijeđe iz stanja leta u stanje zabijenosti u metu? Upravo se u tome nalazi proturječnost. Ako se pak želi reći da se to zbiva u nekakvom diskretnom skoku između ta dva stanja onda je sam taj skok proturječan jer u sebi spaja dva proturječna stanja (odnosno istovremenu egzistenciju strijele na različitim lokacijama), ako se to pak zbiva u nekom kontinuiranom procesu prijelaza – onda je taj kontinuirani proces, kako smo već u drugom kontekstu diskutirali ranije, proturječan - jer bivajući prijelazom između dva stanja zahtijeva da strijela istovremeno i jest i nije u meti. Uočimo da se pojmovi točke i trenutka ovdje doduše mogu pojaviti, ali samo u pokušaju davanja odgovor na antinomiju – odnosno u izbjegavanju proturječnosti na koje ona ukazuje, no ne nalaze se pretpostavljeni u samoj formulaciji antinomije. Slično tome, antinomija bi se mogla postaviti i u vidu problema dvije strijele koje u nekom vremenskom intervalu prolaze jedna pored druge, a zatim se nastavljaju gibati nezavisno – pri čemu se postavlja pitanje kako strijele iz stanja u kojemu se ne preklapaju prelaze u stanje u kojemu

se preklapaju i obrnuto itd.

Zenonov paradoks strijele je po našem mišljenju vjerojatno povijesno gledano najvažniji problem ne samo filozofije, već i fizike – koji u svojoj jednostavnoj i direktnoj formi ukazuje na proturječja čiji će se momenti neprestano pojavljivati u daljnjem razvoju znanosti – posebno u problemima utemeljivanja diferencijalnog računa, te interpretaciji kvantne fizike. U drugom dijelu ovoga rada usmjerit ćemo se upravo na navedeno pitanje razumijevanja kvantne fizike, te ćemo vidjeti kako je kvantna fizika klasično gledište o fizikalnim procesima kao neprekinutoj evoluciji stanja radikalno izmijenila uvodeći i princip diskontinuiranog kvantnog skoka između fizikalnih stanja. Pogrešno bi međutim bilo reći, iako se takvi jednostrani prikazi ne javljaju rijetko, da je kvantna fizika naprosto zauzela jednostrano gledište fizikalnih procesa kao diskontinuiranih skokova – jer usprkos diskretnom karakteru kvantnog prijelaza, niz aspekata kvantne fizike – kao što su primjerice frekvencija i funkcije koje opisuju evoluciju materije (npr. valna funkcija) i dalje ukazuje na istaknuto kontinuirani karakter opisa stvarnosti. Stoga je pitanje odnosa između diskretnih i kontinuiranih aspekata gibanja – odnosno još općenitije, prijelaza između različitih stanja, otvoreno kod klasičnog gibanja Zenonovim paradoksom – jedan od temeljnih problema kvantne fizike i njezinog razumijevanja. Nažalost, glavnina toka Zapadne filozofije je u potpunosti ignorirala značenje i važnost ovog paradoksa, čime su se njegovi pojedini aspekti uvijek pojavljivali samo u vidu partikularnih i izoliranih problema znanosti, te se time u bavljenju njima uvijek išlo iz početka, bez uviđanja zajedničke veze i same suštine problema.

Nužno je bilo da se proturječnost na koju je ukazala gore diskutirana Zenonova antinomija o strijeli prenese i na pokušaje matematičkog opisa gibanja – i ona se povijesno otvoreno pokazala kroz probleme utemeljivanja diferencijalnog računa. Potpuni prikaz ovog problema pripada zapravo tematici dijalektičke kritike matematičkih pojmova i bit će obrađen na drugom mjestu, a ovdje ćemo ga – radi važnosti ovog problema za našu problematiku razumijevanja fizikalnih pojmova – prikazati samo sažeto. Temeljni problem kvantitativnog prikaza gibanja dan je u zahtjevu za postavljanjem pojma brzine kao njegove kvantitativne mjere. Taj zadatak zahtijeva da se brzina kao odnos između prijeđenog puta i proteklog vremena strogo i jednoznačno definira kao funkcija vremena za sve poznate oblike gibanja. Navedeno je lako učiniti kada je gibanje jednoliko, gdje se brzina može direktno izraziti kao omjer konačne razlike položaja u prostoru i konačnog vremena potrebnog za postizanje ove razlike (strogi karakter ove definicije je međutim, kako smo diskutirali, i dalje prividan – jer u sebi uključuje pojam vremena, koji

zapravo tautološki već podrazumijeva odnos između gibanja). No, kada je gibanje nejednoliko i neko tijelo u različitim vremenima opisuje različite puteve, ovakva definicija nam daje samo prosječnu brzinu tijela u nekom rasponu vremena, no ne i njezinu vrijednost u svakom trenutku. Jedna od mnogih velikih zasluga Newtona bila je u tome što je shvatio da se trenutna brzina može shvatiti kao omjer između infinitezimalnih, odnosno beskonačno sitnih, prirasta položaja i vremena – što je pojam koji se matematički generalizira kao derivacija funkcije [17]. Kako se razlika prijeđenog puta i razlika proteklog vremena smanjuje i prelazi u nulu, tako se njihov omjer približava vrijednosti trenutne brzine (na isti način na koji, kako je to shvatio Leibnitz, razlika između nagiba tangente u nekoj točki krivulje i nagiba pravca povučenog kroz dvije točke krivulje smanjuje kako se te dvije točke približavaju). Pri tome je već Newton uvidio proturječni karakter ovih infinitezimalnih veličina: one ne mogu biti naprosto iščezle, a ne mogu biti niti konačne veličine naprosto različite od nule²¹. Ukoliko bi te veličine bile konačne veličine onda bi se one nužno razlikovale od trenutne brzine u nekom trenutku, te bi njihov omjer vodio samo na vrijednost prosječne brzine u nekom intervalu vremena – kako je rečeno ranije. Ukoliko bi te veličine bile naprosto iščeznule, odnosno jednake nuli, to bi značilo da zapravo nije prijeđen nikakav put i stoga se uopće ne može govoriti o gibanju - dok bi to s matematičke strane vodilo u neodređenost oblika 0/0. Newton je stoga o njima govorio kao o iščezavajućim veličinama koje još nisu iščeznule, te o njihovom omjeru, odnosno derivaciji, kao definiranom u samom trenutku iščezavanja. No, govoriti o iščezavajućim veličinama u trenutku iščezavanja znači upravo priznati proturječnost sadržanu u pojmu ovih veličina – jer to znači da u danome trenutku one nisu niti jednake nuli niti nejednake nuli - da predstavljaju upravo proturječnost. Na ovome mjestu možemo uočiti duboku povezanost problema infinitezimalnih veličina s problemom Zenonovog paradoksa – štoviše, pokazuje se kako je problem njihovog značenja samo pojmovna modifikacija odnosa proturječnosti koji smo kod njega ispitivali. Lokalizacija strijele u nekoj točki u nekom trenutku odgovara zapravo situaciji u kojoj je razlika prijeđenog puta jednaka nuli – odnosno strijela se nije pomaknula iz točke u kojoj se nalazi. Stanje u kojemu strijela više nije u nekoj točki odgovara situaciji u kojoj je razlika puta jednaka nekoj konačnoj vrijednosti različitoj od nule. Kako smo pokazali gore, da bi se strijela gibala ona istovremeno mora i biti u danj točki i ujedno biti van nje. Isti odnos se pokazuje u okviru pojma brzine, kao omjera prijeđenog puta i proteklog vremena, odnosno matematičke mjere gibanja: da bi se odredila trenutna brzina, omjer se mora uzeti onda kada vrijednosti

²¹ "...limits to which the ratios of quantities decreasing without limit do always converge, and to which they approach nearer than by any given difference, but never go beyond, nor ever reach until the quantities vanish" [17]

proteklog vremena i prijeđenog puta nisu niti jednake nuli (dakle strijela se više ne nalazi u nekoj točki), a nisu niti različite od nule (strijela istovremeno nije izašla iz početne točke). Slično kao što se proturječnost koja se pojavljuje u promišljanju gibanja može neuspješno pokušati maskirati uvođenjem pojma „prolazi“ (koji zapravo u sebi samome sadrži tu proturječnost da ono što prolazi zapravo istovremeno i jest i nije u danoj točki), tako se proturječnost prisutna u pojmu infinitezimalnih veličina može pokušati prikriti korištenjem pojma „iščezavajuće veličine u samome trenutku iščeznuća“ (koji u sebi sadrži tu proturječnost da su one istovremeno i jednake nuli i nejednake nuli). Ovo otvoreno manifestiranje proturječja u jednom formalno definiranom matematičkom problemu – od temeljnog značenja za razvoj čitave suvremene prirodne znanosti i matematike - nas dodatno uvjerava u to da Zenonova aporija nije naprosto prazni sofizam, pogreška u mišljenju ili pak lingvistički nesporazum, već upravo suštinski paradoks promišljanja gibanja na temelju pojmova prostora i vremena. Štoviše, navedeno pokazuje teški propust koji je počinjen sistematičnim ignoriranjem značaja Zenonove aporije u povijesti znanosti i filozofije - čije je sistematično promišljanje moglo znatno ubrzati otkrivanje diferencijalnog računa, a time i čitav razvoj moderne znanosti. To je samo jedan od bezbrojnih primjera koji pokazuje da se najznačajnija otkrića zbivaju onda kada se istraživanje usmjerava na temeljne pojmove znanosti, odnosno na frontu u kojoj se spajaju fizika i filozofija, a ne kada se – kako je nažalost dominantan slučaj danas – istraživanja u potpunosti sputavaju logikom neposrednih posljedica, primjenjivosti i korisnosti.

Jedna od glavnih zadaća matematike drugog dijela 19.-og stoljeća bila je izbjegavanje ovih proturječnosti sadržanih u diferencijalnom računu, kako bi se ova – po svojim posljedicama najvažnija disciplina matematike – pokušala prikazati u obliku koji je potpuno konzistentan s formalno-logičke točke gledišta. Međutim budući da je, kako smo prikazali, ova proturječnost sadržana u samom pojmu promjene, te stoga nije matematičkog već temeljno-pojmovnog karaktera, slijedi da ona u okviru matematike niti ne može biti riješena. Stoga pokušaji logičkog formaliziranja diferencijalnog računa, omogućeni prvenstveno doprinosima Cauchija i Bolzana [18], u pogledu ove proturječnosti predstavljaju zapravo težnju da se ona prikrije matematičkim formalizmom, a ne da se suštinski razriješi. Osnovna logika ovog pristupa sastojala se u pretvaranju jednog od temeljnih ograničenja matematike – da dio njezinih objekata (kao što su npr. iracionalni brojevi, koji se mogu shvatiti u vidu beskonačnih ne-periodičkih decimalnih brojeva) ne može nikada biti aktualno ostvaren, već ostaje uvijek samo u potencijalnosti – u tehniku izbjegavanja suočavanja sa infinitezimalnim veličinama. Tako se u Ca-

uchijevom pristupu izbjegava govoriti o samom omjeru infinitezimalnih veličina, odnosno o derivaciji se ne govori direktno. Umjesto toga, promatra se kvantitativna razlika između derivacije – koja se ne definira neposredno i čiji se pojam time nimalo ne objašnjava – i nekog konačnog omjera između prirasta puta i prirasta vremena (općenitije uzevši, prirasta neke funkcije i prirasta njezinog argumenta). Kako se vrijeme u svome prirastu približava određenoj točki (općenitije, kako se vrijednost argumenta približava određenoj vrijednosti) u kojoj se razmatra derivacija, drugim riječima kako razlika vremena u odnosu na tu točku postaje sve manja, sve manjom postaje i promjena puta (općenitije, priraštaj funkcije). Za derivaciju puta po vremenu u nekom trenutku se stoga uzima vrijednost (tj. jedan određeni kvantitet) kojemu se po volji blisko približava omjer konačnih veličina prirasta prostora i vremena ako se razlika između vrijednosti vremena u odnosu na taj trenutak uzme dovoljno malom. Nije teško vidjeti da je ovo navodno rješenje problema prividno, jer ono upravo odbacuje da razmatra samu problematičnu pojmovnu točku, odnosno upravo pitanje koje je na dnevnome redu – nadomještajući to jednim praznim monotonim kretanjem koje se uvijek nalazi izvan samoga pojma, koje do njegovog kvantitativnog izraza doduše dolazi sve bliže, ali ga zapravo nikada ne doseže. Možda je za potrebe nekog tehničara, koji recimo želi osigurati da vijak ulazi u maticu, dovoljno da razmatra njihove radijuse na neki broj decimala, te da taj broj decimala s razvitkom tehnike i proširuje, no od discipline koja pretendira spoznati realnost, odnosno dosegnuti istinu, treba zahtijevati da, barem u postavljanju svojih temeljnih pojmova, ne rabi istu prostu logiku, te da se ne zadovoljava pojmovima kao što su „po volji maleno“ – jer svako je „po volji maleno“ upravo neko konačno veliko, odnosno upravo nešto drugo u odnosu na derivaciju, tj. ono što se pokušava definirati. Ne samo da se u ovakvom pristupu derivacija pojmovno ne definira – jer ona se na ovaj način nastoji uvesti u potpunosti prazno-kvantitativno, preko njezinog postepenog numeričkog približavanja onome što derivacija nije (omjeru između konačnih prirasta puta i vremena) – nego se ona aktualno i ne ostvaruje. Refleksivnom mišljenju nije stalo do nečega što se može samo po volji približiti pojmu derivacije, dakle nečemu što se od njega uvijek razlikuje – i pri tome je nebitno koliko malo, jer svaka je proizvoljno mala razlika upravo razlika i stoga izostanak identiteta prema onome u odnosu na što se razlika postavlja – već mu je stalo do samoga pojma derivacije. Taj pojam je, međutim, ostvaren samo onda kada je navedena razlika upravo jednaka nuli, a to znači i kada je razlika vremenskog intervala jednaka nuli – no, u tom stanju se više ne radi o gibanju, jer nema niti promjene vremena, a niti promjene puta. Iza koprene prikazanog formalizma (koja temeljne odnose identiteta i razlike maskira

razmatranjem konačnih kvantitativnih razlika koje se smanjuju, ostajući pri tome van samog pojma derivacije) zapravo se, egzaktno gledano, nalaze samo dva proturječna stanja: 1) omjer prirasta puta i vremena nije jednak derivaciji, već daje samo prosječnu brzinu u danom vremenskom intervalu, 2) omjer prirasta puta i vremena je formalno jednak derivaciji, ali je u tom stanju iščeznuo pojam vremenskog intervala i on je prešao u nulu, odnosno u neki određeni trenutak vremena - time označujući izostanak samog pojma gibanja (a time i derivacije). Ako želimo dakle zaista doći do pojma derivacije u Cauchijevom formalizmu moramo razmotriti stanje koje je nejednako u odnosu i na prvo i na drugo prikazano stanje, koje je dakle upravo njihov prijelaz. No u tom stanju vremenski interval ne može biti niti samo konačne veličine, jer tada je omjer prirasta puta i vremena samo prosječna brzina, no ne i derivacija, a ne može niti naprosto biti jednak nuli. Iskazano drugim riječima: razlika između omjera prirasta puta i vremena mora biti strogo jednaka derivaciji, ali tako da dužina odgovarajućeg vremenskog intervala istovremeno nije naprosto jednaka nuli - ponovno smo došli do pojma infinitezimala koji predstavlja jedinstvo proturječnosti sadržano u pojmu „neiščeznute iščezavajuće veličine“ vremenskog intervala. Taj pojam se čitavo vrijeme nalazio u samoj podlozi problema brzine, odnosno općenitog odnosa promjene funkcije i njezinog argumenta, a njegovo manifestiranje prikriveno je u Cauchijevom formalizmu na umjetan način time što se izbjegnulo promatrati moment u kojemu on nastupa, nadomještajući ga jednim monotonim približavanjem koje se nikada ne doseže i pri čemu se uvijek ostaje kod neke razlike u odnosu na ono što se želi postići, no koja se - ničim opravdano - zatim ignorira, a cilj se slavodobitno proglašava dosegnutim. Drugim riječima, u tom pristupu pojam derivacije se prvo sveo samo na svoj kvantitativni izraz, a zatim se taj kvantitativni izraz nadomjestio jednim nizom koji mu se približava, no koji je od njega uvijek različit; da bi se na kraju konačno taj različiti niz („po volji maleno različit“, ali time suštinski upravo uvijek različit) proglasio za sam pojam derivacije. Ako se u odnosu na taj sofizam opravdano zatraži da razlika između razmatrane veličine i veličine koja se želi definirati egzaktno nestane, onda se ponovno dolazi do jedinstva proturječnosti koje se nastojalo izbjeći. Prikazani je formalizam zapravo identičan logici koja bi na zahtjev da se primjerice pokaže plamen neke svijeće odgovorila mjerenjem intenziteta svjetlosti i temperature u prostoru i odgovaranjem da je plamen svijeće ono stanje prema kojemu teže intenziteti svjetlost i temperature kada se uređaji primiču njezinoj lokaciji - što je zapravo izostanak pokazivanja plamena svijeće i nadomještanjem ovog zahtjeva upravo odnosom prema onome što plamen svijeće nije. Navedeno je dobar primjer metodologije koja je u toku

narednog stoljeća dovela matematiku pod potpunu prevlast bespojmovnog formalizma - nastojeći svesti matematičko znanje na suhi kostur formalno-logičkih odnosa, maskirati u tom kosturu proturječnosti vlastitih temelja, te i iz njega izbaciti sve ono što je kvalitativno i misaono - naravno u mjeri u kojoj je to moguće. Matematičko znanje se time nažalost zatvorilo prema svojoj historiji (gledajući u njoj uglavnom izraz nasumičnosti, nasuprot naknadnom i umjetnom organiziranju matematičkog materijala u formalističkom pristupu) kao i prema ostalim znanostima koje koriste njezine rezultate. Štoviše, korištenje infinitezimala u fizici nastavilo se radi njihove jednostavnosti i direktne primijenjivosti na probleme od interesa, bez obzira na njihovu zabranu upućenu od strane formalne matematike. Konačno, pojam infinitezimala se s pravom započeo vraćati u matematiku u drugoj polovici 20.st., kada je u alternativnim pristupima izgradnji diferencijalnog računa, kao što je glatka infinitezimalna analiza, pokazana mogućnost izgradnje konzistentne građevine matematičke analize na temelju pojma infinitezimalne veličine - pod pretpostavkom odbacivanja načela neproturječja [19].

Literatura

- [1] Poincare, Henri 1905-06: 'Les mathématiques et la logique' in *Revue de Métaphysique et de Morale* XIII, 815-835, and XIV, 17-34, 294-317. Translated as 'Mathematics and logic', "The new logics" and "The latest efforts of the logicians" in *Poincaré* 1921, pp. 448-485.
- [2] Popper Karl, *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*, Routledge; 2nd edition (August 9, 2002)
- [3] Bohr, N. H. D. *The Philosophical Writings of Niels Bohr*, Ox Bow Press, 1987
- [4] Imanuel Kant, *Kritika čistog uma* ; preveo Nikola M. Popović ; Kultura, Beograd, 1970
- [5] Ninio, A. (1979). Piaget's theory of space perception in infancy. *Cognition*, 7(2), 125-144.
- [6] Elkind, David. "Perceptual Development in Children: The Work of Jean Piaget Provides Psychologists with Important Tools for Analyzing Perceptual Skills and Performances." *American Scientist*, vol. 63, no. 5, 1975, pp. 533-541. JSTOR
- [7] Aristotle, *Physics*. In R. M. Hutchins (Ed.), R. P. Hardie and R. K. Gaye (Translate), *The works of Aristotle volume 1* (pp. 257-355). Chicago, IL: William Benton, 1952

- [8] Radhakrishnan Sarvepalli, *Indian philosophy vol.2*, Oxford University Press; Reprint edition (April 1, 1998)
- [9] Aristotle, *The Organon, or Logical treatises, of Aristotle. With introduction of Porphyry. Literally translated, with notes, syllogistic examples, analysis, and introduction.* By Octavius Freire Owen, London 1889.
- [10] Aristotle, Ross, W. D., 1923. *Greek text and commentary on Aristotle's Metaphysics*, vols 1 and 2. Oxford: Clarendon Press.
- [11] *Aristotle's Nicomachean Ethics*, University of Chicago Press; Reprint edition, 2012
- [12] Hegel, G.W.F, *Fenomenologija duha*, Beogradski izdavačko-grafički zavod: Beograd 1974. prev. dr. Nikola M. Popović
- [13] Guthrie, W. K. C., *A History of Greek Philosophy, vol. 2: The Presocratic Tradition from Parmenides to Democritus*, Cambridge: Cambridge University Press, 1965, Part I.B.
- [14] Hegel, G.W.F, *Nauka logike I-III* Nikola Popović, Beogradski izdavačko-grafički zavod, Beograd 1977
- [15] Huggett, Nick, "Zeno's Paradoxes", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2019 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/paradox-zeno/>.
- [16] Adam Schaff, *Marxist Dialectics and the Principle of Contradiction*, *The Journal of Philosophy*, Vol. 57, No. 7, Polish Number (Mar. 31, 1960), pp. 241-250
- [17] Newton Isaac, *The Principia : Mathematical Principles of Natural Philosophy*, University of California Press, 1999
- [18] J.V. Grabiner, *The origins of Cauchy's theory of the derivative*, *Hist. Math.*, 5, 1978, pp. 379-409.
- [19] Bell, John L. (2008). *A Primer of Infinitesimal Analysis*, 2nd Edition. Cambridge University Press

