

MANUALIA UNIVERSITATIS
STUDIORUM SPALATENSIS



Tonći Kokić

Osnove filozofije znanosti

Filozofski fakultet
Sveučilište u Splitu

Tonći Kokić

OSNOVE FILOZOFIJE ZNANOSTI

- Sveučilišni udžbenik -

Filozofski fakultet u Splitu
Split, 2026.

MANUALIA UNIVERSITATIS STUDIORUM
SPALATENSIS



Nakladnik

Filozofski fakultet u Splitu
Poljička cesta 35, Split

Recenzenti

Stipe Kutleša
Dragan Poljak
Vladimir Drekalović

Lektor

Nataša Marić

Gra ička priprema i tisak

Dalmacija papir, Split

ISBN 978-953-352-122-0

ISBN (Online) 978-953-352-168-8

Tiskano izdanje odobrilo Vijeće Filozofskog fakulteta u Splitu
odlukom od 26. rujna 2024. godine.

Online izdanje odobrilo Vijeće Filozofskog fakulteta odlukom
od 17. lipnja 2026.



SADRŽAJ

PROLOG	7
UVOD	11
1 FILOZOFIJA ZNANOSTI	21
2 FILOZOFIJA I ZNANOST	37
3 POVIJEST ZNANOSTI OD ARISTOTELA DO NEWTONA.....	51
3.1 Aristotel, Ptolemej i drugi	52
3.2 Galilei.....	61
3.3 Newton.....	67
4 ZNANSTVENO OBJAŠNJENJE	73
5 ZNANSTVENA TEORIJA.....	91
6 PRIRODNI ZAKONI.....	107
7 LOGIČKI EMPIRIZAM.....	123
8 INDUKCIJA, POTVRĐIVANJE I OPOVRGAVANJE, PODODREĐENOST TEORIJE PODATCIMA.....	139
9 TEORIJE NAPRETKA U ZNANOSTI	161
9.1 Sociološki obrat	162
9.2 Lakatos i Laudan: istraživački program i istraživačka tradicija	176
9.3 Metodološki anarhizam i slučaj Sokal.....	184
10 NATURALIZAM	193
11 ZNANSTVENI REALIZAM	207

12 ONTOLOŠKA ZASEBNOST NEOPAŽLJIVIH ENTITETA.....	221
13 TEORIJA RELATIVNOSTI I KVANTNA TEORIJA	235
13.1 Teorija relativnosti	237
13.2 Kvantna mehanika	250
14 ZNANOST I RELIGIJA.....	263
15 ZNANOST KAO RELIGIJA I IDEOLOGIJA	277
ZAVRŠNO RAZMATRANJE.....	289
LITERATURA.....	291
INDEX NOMINUM ET RERUM	307
BILJEŠKA O AUTORU	315

PROLOG

Ova knjiga je nastala iz pripreme predavanja za kolegij Filozofija znanosti na prvoj godini diplomskog studija filozofije koja sam održao na studijskom programu filozofije na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Splitu u ak. god. 2021./2022. i 2022./2023. Predavanja sadržana u ovoj knjizi usmjerena su prema uvođenju, definiranju, objašnjenju i usvajanju nekih od temeljnih pojmova i problemskih pitanja filozofije znanosti, kao i usmjeravanju na relevantnu literaturu područja, s nadom u razvoj interesa i u očekivanju recepcije onih koji pohađaju kolegij Filozofija znanosti, i drugih zainteresiranih čitatelja. Knjiga uz sadržajnu i povijesno-logičku komponentnu ima i pedagošku, u pokušaju razvijanja svijesti o potrebi razložnog razumijevanja fenomena znanosti u području humanistike, kao i poticanju razumijevanja isprepletenosti humanističkih i prirodnih znanosti. Pisanje knjige tijekom nastave u ove dvije godine (i nešto prije, tijekom pretpripreme za kolegij) omogućilo je izravan uvid u komentare, preferencije i recepciju studenata koji su pohađali ovaj kolegij, dio toga je uvršten u završnoj verziji teksta udžbenika.¹ Završna verzija, također, uključuje izmjene prema uputama recenzenata knjige, Stipe Kutleše, Dragana Poljaka i Vladimira Drekalovića, koji su svojim savjetima pomogli ukloniti pojamovne nejasnoće, pa i činjenične pogreške, i unijeti nove sadržaje čime je tekst knjige postao supstancijalno bolji, na čemu im zahvaljujem.

Humanistička tradicija i obrazovanje, povijest, filozofija i književnost, danas se učestalo postavljaju u odnos prema STEM (*sci-*

1 Osobno sam poduku iz filozofije znanosti dobio tijekom studija na Filozofskom fakultetu u Zagrebu od Nevena Sesardića i na poslijediplomskim studijima od Srđana Lelasa, Stipe Kutleše i Josipa Balabanića te poslije od Berislava Žarnića kojemu sam bio asistent, a onda i kolega na Filozofskom fakultetu u Splitu.

ence, technology, engineering i mathematics) području kao nešto manje važno, nevažno pa čak i ometajuće: koja li korist od Heraklita, Platona i Aristotela ili pak od starogrčkog i latinskog jezika, književnosti? Ima li išta što je manje potrebno od toga? Svijet današnjice je usmjeren prema praktičnom, korisnom i profitabilnom, prema ovladavanju i korištenju prirode, a prirodna znanost je postala paradigma racionalnosti i siguran put valjane i istinite spoznaje svijeta, čovjeka i društva. No, cjelokupni život čovjeka i društva, gotovo svo njegovo mišljenje, djelovanje i planovi imaju svoje korijene i misaone strukture duha izvedene iz antike, starogrčke mitologije i filozofije, zatim rimskog prava i ideje uređenja civilnog života te kršćanstva koje se spajalo s ovim tradicijama u oblikovanju europskog duha iz kojeg je izrasla suvremena institucionalizirana znanost i tehnološka dostignuća čije plodove uživamo i pred čijim izazovima strepimo, jednima se nadamo, a drugih se pribojavamo. Znanost je matematički formalizirala i precizno ovladala kvantitativnim odnosima u prirodi, izvanredno predviđa buduće događaje, djeluje na njih i upravlja njima na takav način da se čini da je otkrila strukturu odnosa u svijetu kakvi su oni objektivno, po svojoj naravi i neovisno o teorijama promatrača – filozofija (znanosti) se tu čini suvišna i nepotrebna. S druge strane, povijest znanosti pokazuje promjenjivost znanstvenih teorija zbog čega se jasno može tvrditi da ne zahvaćaju apsolutnu i nepromjenjivu istinu o naravi svijeta, dolaze bolje teorije koje u potpunosti smjenjuju starije teorije, mijenjaju ih u nekom dijelu, nadopunjavaju ili se odnose na područja koja nisu bila obuhvaćena postojećim teorijama. Također, pokazalo se da razvoj znanosti i znanstveni pokusi ovise o teorijama koje su dio znanosti i na kojima je izgrađena znanost, kao i na metateorijskim pretpostavkama o naravi svijeta (poput uzročnosti, simetrije, vremenske strijele – smjera vremena i dr.), a da znanost matematički i empirijski uspješno operira pojmovima čije značenje nije jasno, ni znanosti ni filozofiji: na pitanje što bi bio elektricitet, moglo bi se odgovoriti da je to polje slično gravitacij-

skom, a na pitanje što je to polje, može se reći da je to osciliranje, no ostaje nejasno što to oscilira (u polju) i što bi bila gravitacija – iako dobro znamo njezino djelovanje, možemo je opisati matematičkom formulom koja odgovara empirijskim pokusima i precizno predviđa njihove rezultate. Razlika je uglavnom ta što se u filozofiji to prepoznaje kao pojmovni nedostatak i misaoni problem. Čini se da matematička kvantifikacija u fizici upućuje na skup odnosa kvantitativnih vrijednosti mjerenja, uspješno mjeri odnose i iskaze njihove izmjerene vrijednosti u matematičkim formulama, ali ne može ponuditi definiciju entiteta niti fundamentalno objašnjenje strukturalnih (među)odnosa tih entiteta, poput pojmova vremena, prostora, polja, čestice ili sile. Kvantitativni odnosi prepoznaju se kao fundamentalna odlika znanosti, kako ih je fizičar Stanley Jaki opisao naslovivši svoju knjigu o znanosti i filozofiji znanosti, *Brojevi odlučuju*. Izvan toga, znanost i njezina kvantitativna metoda ne mogu učiniti više jer ne zahvaća područja izvan mogućih kvantifikacija ili se odnose prema entitetima svoga područja deskriptivnim siromaštvom, modelima, možda i metaforama. Znanost je vrhunsko dostignuće ljudskog uma koje je pomoglo čovjeku u bijegu od »burnih strijela neugodnih zima na otvorenom... Vješti iznad očekivanja su njegovi izumi«, pjeva zbor u Sofoklovoj Antigoni, međutim drugi dio pjesme koji kaže da čovjek »napreduje – ne prema zlu, već opet prema dobru kada provodi zakone Zemlje i pravedne naredbe Neba kojima se zakleo« nije u kompetenciji znanstvene deskripcije nego normativnom području koje se ne da kvantificirati ni svesti na znanstvenu metodu pokusa i mjerenja, niti znanstveno ekspliciranu matematički formuliranu teoriju. Znanost je važna, vrijedna i korisna u razumijevanju svijeta, napredovanju i ostvarenju čovjeka i boljega ljudskog društva, ali ima svoje područje metodološke relevantnosti i kako se čini, ontološko-epistemološke granice, oboje bi trebalo pokušati razumjeti i osvijestiti svima koje zanima znanost, razumijevanje svijeta, čovjek i društvo.

UVOD

Udžbenici filozofije znanosti se u sadržajnom smislu razlikuju u znatno višem stupnju nego li za bilo koje drugo područje filozofije: na primjer udžbenici povijesti filozofije, neovisno prate li povijesni ili problemski pristup, u osnovi su vrlo slični – postoji dobro interpretirana klasifikacija autora ili njihovih učenja, filozofskih problema kojima su se bavili i kritika tih učenja, kod periodizacije možda postoje neslaganja ali se ona razrješavaju izborom jednog od sustava² koji se čini uvjerljivijim, uz informativno navođenje ostalih. U problemskom pristupu standardni filozofski problemi razmatraju se uspoređujući sve raspoložive logičke mogućnosti tog problema, uz unutrašnju i vanjsku kritiku širokog spektra različitih, ponekad i suprotstavljenih pozicija. S druge strane, pregled postojećih udžbenika filozofije znanosti, brojnih zbornika temeljnih tekstova područja i specijalističkih izdanja koji se bave specifičnom temom (teorijom evolucije, kozmološkim teorijama, logikom znanosti, teorijama napretka u znanosti i drugo) izborom tema standardiziran je u vrlo niskom stupnju – razlog može biti u preobilju tema koje se ne može obuhvatiti u jednoj knjizi, ali svakako u nedostatku čak i labavog konsenzusa koje se teme nikako ne bi smjele preskočiti ako se hoće područje predstaviti u bitnim, elementarnim crtama. U tom smislu bilo koji izbor tema uvijek će u nekoj mjeri biti pogrešan, u tom odabiru sadržaja nužno ostaje na autorovom osobnom promišljanju učiniti najmanje loš izbor onoga što mu se čini neophodnim obuhvatiti unutar standardnih petnaest nastavnih sastanaka i trideset

2 Hrvatski razgovorni jezik vidi pojmove sustav i sistem kao istoznačnice, u fizici, biologiji i filozofiji, ipak se razlikuje njihovo značenje. Sustav se odnosi na intelektualnu tvorbu (poput koordinatnog sustava) dok se sistem odnosi na materijalni objekt, predmet (Lelas, 1990: 36). U ovoj knjizi se odustalo od ove utemeljene distinkcije, uz ovu napomenu, pa se svugdje piše sustav.

sati nastave, koliko je predviđeno trajanje kolegija unutar jednog semestra. Pri tome autor mora pronaći ravnotežu između tema u kojima je specijaliziran i koje su njegov trajni znanstveni interes s jedne strane, i s druge strane tema u kojima je kompetentan do neke mjere, a zbog preobilja tema kao i onih kojima se nije temeljito bavio: ne može izbjeći bliske teme, ali ih mora ‘obuzdati’ u duljini teksta i isticanju njihove važnosti pazeći da ne zanemari druge teme ključne za područje.

Literatura korištena za izradu ove knjige temeljena je u više skupina radova. Nepotpuna klasifikacija vrsta ovih radova mogla bi ih podijeliti u više skupina. Prva skupina su standardna opsežna izdanja koja se bave općim temama filozofije znanosti, poput opsežnog oxfordskog izdanja *The Oxford Handbook of Philosophy of Science* urednika Paula Humphreysa koji donosi više od 40 eseja pregleda područja, tradicionalne teme i nove pravce razvoja filozofije znanosti, zatim još opsežnije Nortonovo izdanje *Philosophy of Science: The Central Issues* u uredništvu Curda i ostalih koje donosi skupine izvornih tekstova ponegdje popraćenih kasnijim recepcijama, tu su zatim Rosenbergova i McIntyreova monografija *Philosophy of Science: A Contemporary Introduction* koja bi se mogla svrstati u udžbenike, kod nas prevedena knjiga *Uvod u filozofiju znanosti* Anthonyja O’Heara, kao i Godfrey-Smithov udžbenik *Theory and Reality: An Introduction to the Philosophy of Science* kojim je i autor ove knjige počeo ozbiljniji rad u filozofiji znanosti. Druga skupina radova su temeljne i pouzdane enciklopedije poput *The Shorter Routledge Encyclopedia of Philosophy*, zatim *Routledge Encyclopedia of Philosophy* i pristupačna *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, ove enciklopedije donose vrhunske članke slične malim udžbenicima jer sadržavaju cjelovit opsežan prikaz izabranoga problemskog pitanja u kratkom opsegu. Treća skupina tekstova koji su poslužili kao oslonac u pisanju ove knjige su izvorna djela koja su fundamentalno obilježila filozofiju znanosti, poput Kuhnove *Strukture znanstvenih*

revolucija, Carnapove *Philosophical Foundation of physics: An Introduction to the Philosophy of Science* ili Barbourove *Religion and Science: Historical and Contemporary Issues* i drugih knjiga iste vrste. Četvrta vrsta radova su specijalistički članci, a peta su članci i drugi tekstovi kojima se autor do sada okušao u promišljanju tema i nuđenju rješenja iz područja filozofije znanosti (dio poglavlja ove knjige o sociološkom obratu djelomično je preuzet i prerađen iz magistarskog rada autora, *Filozofske implikacije nekih modela razvoja znanosti*). Sve citate u ovoj knjizi koji nisu iz objavljenih hrvatskih prijevoda sačinio je sam autor.

Knjiga je podijeljena u petnaest poglavlja, svako je poglavlje načelno predviđeno za predstavljanje i obradu u jednom nastavnom sastanku. Prvo poglavlje želi uvesti u područje filozofije znanosti, dati kratki pregled nastanka filozofije znanosti, predstaviti probleme koji će se razmatrati i ponuditi motiv i opravdanje za bavljenje ovim područjem. U drugom poglavlju nude se definicije filozofije i znanosti uz nekoliko određenja odnosa između filozofije i znanosti te prikaz nekih primjera koji oslikavaju ta odnošenja. Treće poglavlje zahvaća razvoj povijesti znanosti od Aristotela do Newtona, a ovi autori i njihova misao je izabrana jer je Aristotelova misaona paradigma (teleologija i esencijalizam) vladala znanstvenim mišljenjem sve do novovjekovne znanosti, koju najbolje predstavlja Newton jer odbacuje aristotelovsku kozmologiju, teleologiju i esencijalizam uvođenjem nove znanstvene metode koja je uspostavila ideju i načela nove znanosti, mehanicizam i instrumentalizam, a uvodi novu veliku teoriju gravitacije dokazujući njezino postojanje, djelovanje i njezine učinke, iako bez (fundamentalnog) objašnjenja što je njezin uzrok. Zbog sumnje u snagu instrumentalnog opisa gravitacije bez fundamentalnog objašnjenja što je uzrok gravitacije (bez postavljanja hipoteza o uzroku) u četvrtom poglavlju nude se različite mogućnosti i promišljaji određenja znanstvenog objašnjenja s radnom tezom o Hempel-Oppenheimovom deduktivno-nomološkom

objašnjenju kao standardno prihvaćanom modelu znanstvenog objašnjenja, zatim izvođenje probabilističko-statističkog objašnjenja (više vrsta) i unifikacijske teorije znanstvenog objašnjenja teorija prema kojem je objašnjenje u znanosti ‘kontekstualno’, jer se oslanja na povezivanje raznolikog skupa činjenica redukcijom na skup temeljnih obrazaca i načela. Alternativa ovim određenjima znanstvenog objašnjenja je uzročno-mehanički model objašnjenja, koji se vraća na uzročnost kao ključni aspekt objašnjenja. U središtu svakoga znanstvenog objašnjenja je neka teorija koja objašnjava određeni fenomen, pa se u petom poglavlju pokušava definirati što je to znanstvena teorija, od na primjer matematičke ili neke druge spekulacije odvojene od stvarnosti svijeta, preko misaone konstrukcije stalno otvorene za provjeru do ideje da je teorija dokazima dobro potkrijepljena tvrdnja čiji sadržaji korespondiraju zbilji svijeta. Teorija se oslanja na neki općenitiji fenomen višeg reda od onog koji se objašnjava tom teorijom, ona je neka vrsta sistematizacije područja kojem pripada fenomen koji se istražuje i pokušava objasniti, predvidjeti buduće događaje oslanjajući se na promatranje i empirijsku provjeru. Ovo poglavlje nakon toga donosi prikaz standardnih određenja znanstvene teorije: sintaktičko, semantičko i pragmatično gledište. Poglavlja o znanstvenom objašnjenju i znanstvenoj teoriji pokazala su da znanstvena objašnjenja i znanstvene teorije u opisu, objašnjenju i predviđanju fenomena koriste prirodne zakone u strukturi znanstvenog mišljenja, pa se zato šesto poglavlje bavi razmatranjem prirodnih zakona. Prva stvar ovdje se tiče jezično-semantičkih razlika između zakona prirode i prirodnih zakona, a onda i razlike prirodnih zakona i znanstvenih zakona. Prirodni zakoni su proizvod novovjekovne znanosti i znanstvene revolucije 17. st. koja umjesto uzroka fenomena počinje tražiti zakone koji upravljaju fenomenima (zakon slobodnog pada, gibanja njihala, zakon inercije, zakon univerzalne gravitacije...), iako se tada još uvijek nisu nazivali zakonima nego se govorilo o svojstvima, na primjer ubr-

zanoga gibanja umjesto zakona slobodnog pada. Prirodni zakoni u 20 st. većinom su se objašnjavali pomoću pravilnosti ili regularnosti oslanjajući se na trajnu povezanost fenomena i pretpostavljenog uzroka iz čega se izvodila ideja da su prirodni zakoni misaone generalizacije a ne fizikalne nužnosti koje upravljaju ili reguliraju univerzumom. S druge strane, teorija ili pristup nužnosti smatra da prirodni zakoni u sebi sadržavaju prirodnu nužnost i da postoji fizikalna odnosno prirodna nužnost koju prirodni zakoni iskazuju u obliku univerzalnih istina. U sedmom poglavlju razmatra se ideja logičkog empirizma, nastalog na osnovama logičkog pozitivizma, kao pokušaj racionalne rekonstrukcije znanosti koji je namjeravao učiniti znanost paradigmom racionalne spoznaje po uzoru na logiku i geometriju, za sve ostale vrste spoznaja (uključujući filozofiju) koje je potrebno ‘poznanstveniti’, dok je metafiziku trebalo ukloniti kao nekorisnu i nepotrebnu. Logički empirizam je želio razgraničiti znanost od metafizike koja se bavi besmislenim metafizičkim pitanjima poput postojanja nadnaravnog bića i naravi univerzuma: izvan područja logike i matematike smislene su samo one tvrdnje koje se mogu empirijski provjeriti, neki su mislili i verificirati odnosno potvrditi. Logički empirizam je po uzoru na logiku i matematiku pokušao izgraditi jedinstvenu znanost u smislu predmeta kojim se bavi i metodologije, no pokazalo se i to baš iz perspektive prirodnih znanosti poput teorije relativnosti i kvantne teorije, kako nema jedinstvene znanosti, ne postoji jedinstvena znanstvena metodologija niti jedna logika koja bi pouzdano vodila od opažanja prema teorijama. Logički empirizam pretpostavio je induktivnu logiku za temelj logički valjane metode zaključivanja kao i temelj znanstvene metodologije logičkog opravdanja. Ovaj pokušaj nije uspio, ali je indukcija postala jedna od nezaobilaznih tema u proučavanju filozofije znanosti. Zbog toga se osmo poglavlje ove knjige bavi problemom indukcije, potvrđivanja i opovrgavanja. U logičkom empirizmu nije se pokušalo pokazati načelnu dokazivost znanstvenih teorija,

nego da je pomoću takvih dokaza moguće tvrditi da je neka teorija bolja od druge. Induktivni oblik zaključka uspješno se koristi u znanosti i svakodnevnom životu, iako nije logički valjan jer ne jamči očuvanje istinitosti premisa u konkluziji. Ipak, potvrda dokazima u korist neke teorije je bila vezana uz indukciju jer je znanstvena metodologija pretpostavljala da je opažanje pojedinačnih fenomena moguće generalizirati konstruirajući provjerljive prirodne ili znanstvene zakone. Provjera, odnosno potvrđivanje ili verifikacija zakona i teorija, morala je biti potvrđena oslanjanjem na induktivan oblik zaključka i neki konačan skup iskustvenih dokaza. Načelo indukcije temelji se na tome, da se na osnovi onoga što je opaženo zaključuje na ono što još nije opaženo – unatoč tomu ipak se induktivno zaključivanje koristilo za izgradnju novih teorija na temelju opažanja i empirijskih dokaza, kao i za potvrdu tih istih teorija. Kritike i sumnje u indukciju imaju svoj vrhunac u Popperovom načelu opovrgavanja ili falsifikacije kao načelu demarkacije između znanosti i neznanosti. Uz to, Popper je smatrao da znanstvene teorije nikada ne mogu biti potvrđene nego su poduprte dokazima: znanstvene teorije su privremene hipoteze otvorene opovrgavanju i smjeni drugim znanstvenim teorijama. Suvremeni pokušaji spašavanja indukcije smatraju da unatoč opravdanim prigovorima empirijski dokazi ipak na neki način potvrđuju ili opravdavaju prihvaćanje znanstvenih teorija, ali na modificirani način – stupnjevanjem razine povjerenja u određenu znanstvenu teoriju – Bayes je postavio teorem čija formula opisuje stupanj vjerojatnosti teorije ovisno o stupnju njezine poduprtosti provjerenom dokaznom građom. Međutim, u nekim slučajevima nije moguće na osnovi dokazne građe racionalno odlučiti o izboru neke teorije ili bilo kojeg drugog vjerovanja. O tome govori teorija pododređenosti podacima prema kojoj za bilo koji skup empirijskih dokaza koji potvrđuju neku teoriju mogu postojati i druge teorije koje su podjednako dobro potvrđene istim tim dokazima. Sve ove teorije proizašle iz kritike induk-

tivnog zaključka kao elementa znanstvene metodologije govore o razvoju znanosti, a time se bavi deveto poglavlje knjige. U prvom podpoglavlju devetog poglavlja govori se o jednoj od možda najzanimljivijih, svakako najpoznatijih teorija unutar filozofije znanosti – to je Kuhnova struktura znanstvenih revolucija koja opisuje napredak znanosti ne kao puku polaganu akumulaciju znanja nego kao fazni model znanstvenog razvoja u kojoj se napredak znanosti zbiva u normalnoj fazi takvom akumulacijom znanstvenog znanja, ali u revolucionarnoj fazi promjenom paradigme koja na potpuno novim osnovama i na revolucionaran novi način sagledava problem – svijet ostaje isti, ali ga gledamo na novi, nesumnjiv način, jer se dva paradigmatiska gledišta ne mogu uspoređivati. U drugom podpoglavlju Lakatos modificira Kuhnovu i Popperovu ideju uvodeći pojam istraživačkog programa, pretpostavljajući napredak znanosti s obzirom na porast istinitog sadržaja znanstvenih teorija koje ga sačinjavaju. Za Lakatosa su nove teorije prihvatljive ako imaju više empirijskog sadržaja u odnosu na druge teorije, i kada je nešto od tog empirijskog sadržaja verificirano. Laudan, pak, uvodi pojam istraživačke tradicije koja sliči Kuhnovoj paradigmi, to je velika metateorija koja na apstraktnoj razini pretpostavlja narav svijeta i metodologiju proučavanja, kao uputu za rješavanje konkretnih znanstvenih problema: konstrukcije teorija, predviđanja budućih događaja i empirijskih pokusa te rješavanje pojmovnih i empirijskih problema u istraživanju. Neki opet, poput Feyerabenda, odriču bilo kakvu proceduru i pravilnost u razvoju znanosti tvrdeći da se znanost razvija anarhistički. Za Feyerabenda znanstvena spoznaja sliči mitskom, narativnom i umjetničkom djelovanju, bez kriterija izvan umjetničkoga, stvaralačkog i inovativnog. Feyerabendova anarhistička epistemologija bila je napad na znanstvenu metodologiju i znanost samu, bilo je to razaranje znanosti i njezina dekonstrukcija kako je propagirala postmodernistička kritika znanosti. Implikacije poricanja znanstvene metodologije pokazale su se u jednom od po-

znatijih slučajeva prijekare u znanosti, u tako zvanom Sokalovom slučaju. Ovaj slučaj se prikazuje u trećem podpoglavlju devetog poglavlja. Sokal je u namjerno 'mutno' napisanom članku prepunom besmislica i netočnosti želio provjeriti je li moguće u vrhunskom znanstvenom časopisu objaviti rad pun besmislica i praznih fraza, ako bi zvučao moderno, laskavo i bio usklađen s ideološkim predrasudama uredništva. U njegovom slučaju to je bilo moguće, a implikacije ovog slučaja su višestruke. U desetom poglavlju razmatra se naturalizam koji je vladajuće ontološko i epistemološko-metodološko određenje suvremene znanosti, njime se pretpostavlja da sve što jest, jest u prirodi i da se to može smisleno proučavati isključivo znanstvenom metodom. Nema ničega iza ili izvan prirode, nema drugih svjetova ili bića, sve što jest jest priroda. Naturalizam pretpostavlja da je moguće spoznati svijet, to je ideja znanstvenog realizma koji se proučava u jedanaestom poglavlju. Realizam je gledište koje tvrdi objektivno postojanje iskustveno opaženih predmeta svijeta, uz neke neopažljive entitete, i da su dobro provjerene znanstvene teorije približno istinita slika svijeta. Realističko gledište smatra da svijet postoji i da ga možemo spoznati znanstvenim teorijama koje korespondiraju objektivnom svijetu kakav jest neovisno o promatraču. Znanstveni realizam je naturalizirano zdravorazumsko gledište koje smatra da znanost može precizno opisati svijet uključujući i njegove neopažljive aspekte. Pitanje postojanja neopažljivih entiteta razmatra se u dvanaestom poglavlju, priznanje postojanja takvih entiteta pretpostavlja njihovo kvalitativno razlikovanje od opažljivih entiteta. Neopažljivi entiteti nisu samo neki 'slabije' vidljivi entiteti koji se mogu spoznati ili opaziti tehničkim pomagalima niti su umanjena vrsta entiteta dostupnih opažanjima. Neopažljivi entiteti imaju posebna obilježja koja nisu relevantna u opisu opažljivih entiteta. Povijest znanosti je pokazala da je postojanje nekih od pretpostavljenih teorijskih entiteta bilo neosnovano, poput flogistona, ali je bilo i osnovanih, poput atoma i drugih subatom-

skih čestica – kao i kemijskih elemenata koji su anticipirani, a onda i sintetizirani, element organeson (Og) je 2015. god. priznat kao zaseban kemijski element, a onda iste godine još tri kemijska elementa. Trinaesto poglavlje udžbenika prikazuje dvije velike znanstvene revolucije ili teorije koje su se dogodile početkom 20. st., teoriju relativnosti (specijalnu i opću) koja je uputila na fenomene koji se događaju pri vrlo velikim brzinama i na velikim udaljenostima, i kvantnu mehaniku koja se bavi subatomske fenomenima, gdje se prikazuje razvoj teorije, standardna kopenhagenska interpretacija i nekoliko alternativnih tumačenja kvantnih fenomena. Obje teorije označile su krizu klasične fizike uz razumijevanje da se pri velikim brzinama i na kvantnoj razini stvarnosti priroda ponaša drugačije nego li u klasičnoj fizici. Nova slika svijeta, pogotovo kvantne mehanike, upozorila je na problem objektivnosti spoznaje i dilemu o naravi kvanto-mehaničkih događaja – pokazuje se načelna nemogućnost mjerenja na kvantnoj razini bez sudjelovanja subjekta koji opaža – mjereni kvantni fenomen nužno uključuje sudjelovanje subjekta, uz pitanje o implikacijama ove subjektivnosti na fizičku zbilju svijeta. Četrnaesto poglavlje donosi prikaz standardnog odnosa između znanosti i vjere, uz početni stav o nepomirljivosti ili opreci dvaju područja. Ovdje se iznose tri moguća odnosa znanosti i vjere, prvi je scijentistički stav da je znanost jedini legitimni metodološki model racionalnog proučavanja svijeta i da izvan ontologije takvog svijeta nema ničega, zatim stav koji navodi dva odvojena područja, znanost i vjeru, koja nemaju dodirnih točaka ali svaki pristup ima legitimitet u tumačenju svoga područja, te treći pristup koji govori o djelomičnom preklapanju dvaju područja prema kojem se iz znanosti mogu uvećati teološka znanja, a spoznaje vjere mogu se protumačiti kao komplementarno područje znanosti koje čini spoznaju potpunom. Zadnje, petnaesto poglavlje ispituje odnose i međuodnose znanosti i ideologije, vjere i magijskog, od predznanstvenih magijskih pokušaja koji, neki misle, sadrže slične

metafizičke pretpostavke kao i znanost, preko isprepletenosti ideološki upravljanih znanstvenih teorija do pokušaja usmjeravanja ideologije znanstvenim ili paraznanstvenim teorijama. Ovdje bi se moglo govoriti o scijentističkom, ne i znanstvenom, pokušaju ovladavanja čovjekom i društvom u kojem se takva iskrivljena paraznanost postavlja za ključnog tumača i arbitra ne samo znanstvenih nego i društvenih i moralnih pitanja. Uz ova poglavlja, na kraju rada nalazi se literatura koja služi kao uputa u daljnji rad i proučavanje područja filozofije znanosti, kao i registar imena i pojmova radi lakšeg snalaženja u radu.

1 FILOZOFIJA ZNANOSTI

Filozofija znanosti novija je filozofska disciplina, nastala u 20. stoljeću, a njezini izvori su u prijašnjim pitanjima o naravi znanja i njegovog stjecanja i različitim konstrukcijama slike svijeta, najviše u epistemologiji i idejama filozofije prirode (lat. *philosophia naturalis*). Unutar novovjekovne znanosti Descartesa, (Francisa) Bacona, Lockeja, Leibniza, Newtona i Kanta *philosophia naturalis* je bila jedinstveni teorijsko-eksperimentalni pothvat spoznaje svijeta koji se razumijeva i »razvija kao ljudski uvid u božanski nacrt i djelo, prirodu« (Lelas, 2000: 14). Filozofija prirode nudi znanstvena objašnjenja prirodnih pojava, kao na primjer privlačenja nebeskih tijela i uopće nebeskih fenomena unutar općeg zakona gravitacije koji je opći uzrok kretanja nebeskih tijela, pa se ta kretanja trebaju svesti na njega. No, uzrok same gravitacijske sile u konačnici se nalazi u Bogu koji je »najuzvišenije djelatno biće ... i krajnji uzrok svih prirodnih pojava, pa tako i gravitacije« (Lelas, 2000: 14). Pretpostavljena jedinstvenost novovjekovne znanosti više je idealizacija nego opis stvarnog stanja: Descartes je bio usmjeren izvođenju temeljnih fizikalnih zakona iz metafizičkih načela, čemu se Newton opirao smatrajući da filozof prirode treba izvoditi generalizacije na temelju pažljivog proučavanja fenomena (Losee, 2010: 73). S druge strane, Newtonov rad je obilovao proučavanjem (al)kemije i ekstenzivnim tumačenjem religijskih tekstova pa tako njegovi rukopisi sadržavaju »650 000 riječi o alchemiji i 1,3 milijuna riječi o religiji« (Weinberg, 2015: 215-216). Newton je bio figura koja je u sebi sadržavala obilježja mističnog naslijeđa Babilonaca i Sumerana, ali i prekretnicu prema suvremenoj znanosti (Weinberg, 2015), pa se može reći da je novovjekovna znanost označila početak prijelaza od filozofije prirode prema suvremenoj prirodnoj znanosti.

Nakon ovog razdoblja filozofija i znanost konačno se razdvajaju, makar je njihovo razdvajanje počelo još u antici stvaranjem zasebnih disciplina matematike, fizike, astrologije (astronomije), znanosti o živome i drugih znanosti, koje su bile usmjerene objašnjenju jednog segmenta stvarnosti. Filozofija je bila i ostala usmjerena objašnjenju i tumačenju cjeline svijeta, onoga apsolutnog. U 20. stoljeću raspada se dotadašnje jedinstvo spoznaje i potrage kakvo je bilo u ranom novovjekovnom spoznavanju filozofije i znanosti kada su ujedinjene tražile uvid u božanski red kozmosa, prirode i vječnih prirodnih zakona. Pretpostavka je bila da čovjek ima um koji je opskrbljen sposobnošću spoznaje božanskog djela. Od ove točke, pogotovo razvojem klasične fizike koja je tako uspješno objašnjavala događaje u svijetu i precizno ih predviđala, filozofija i znanost više nisu išle istim stazama. Može se činiti paradoksalno, ali upravo je Newton zbog svoje sklonosti starim svjetonazorima³ ‘mistike’ i alkemije rehabilitirao pojam sile koja djeluje trenutačno u praznom prostoru između (vrlo) udaljenih tijela, koji su prijašnji autori, Galilei i Descartes odbacivali smatrajući objašnjenje djelovanja na daljinu objašnjenjem okultnim uzrocima (lat. *causa occulta*) – tvrdeći da se sva djelovanja među tijelima »temelje na uzajamnim dodirima i srazovima« (Supek, 1990: 49). Pod pritiskom protivnika da objasni gravitacijsku silu koju nije vidio unutar paradigme bliskog djelovanja među tijelima, Newton je odgovorio da mu hipoteze nisu potrebne, da ih ne postavlja (lat. *hypotheses non fingo*). Newton tako, odbacujući tada prihvaćenu mehaniku, izgrađuje novu mehaniku koja objašnjava različite fenomene kao što su gibanje planeta i padanje predmeta prema zemlji istom silom, načelom općeg privlačenja,

3 Pojam svjetonazor ima različitih tumačenja: ovdje se misli na značenje obuhvaćeno engleskim pojmom *worldview* (preuzeto iz njemačkog *Weltanschauung*) kao pojmovni okvir ili strukturalni kontekst određene slike svijeta na temelju koje se oblikuju konkretne i specifične ideje o naravi svijeta. Svjetonazor u ovom smislu je skup uvjerenja o temeljnim aspektima zbilje svijeta, u kojem je utemeljeno i formirano naše mišljenje i znanje o tom svijetu.

gravitacijom. Newton je ipak ostao dosljedan božanskom umu i volji kao objašnjenju sveobuhvatne gravitacijske sile:

Gravitacija je, više je puta natuknuo, izravno božansko djelovanje, kao i sve sile koje uređuju svijet i živo. Apsolutni prostor, za Newtona je bio važan jer je prostor bio ‘Božji *sensorium*’, a božansko prebivalište mora nužno biti konačan koordinatni sustav (Pearce, 2021).

Već iz prethodno spomenutih imena, ali i povijesti znanosti od antičke Grčke, čini se ispravno prihvatiti da je fenomen znanosti i pogotovo znanosti kao institucije, prvenstveno proizvod europske misli, Zapada. Unatoč tome što su brojne tehnološke novine nastale u drugim dijelovima svijeta, poput baruta, tiskarskog stroja (ili tjestenine) u Kini, ili što su druge civilizacije promatrale i uočavale zakonitost gibanja nebeskih tijela, to nije bila znanost, jer izolirana tehnološka dostignuća i astronomski kalendar nisu vodili institucionalnoj uspostavi racionalnog razumijevanja koje obilježava Zapadnu znanost (Rosenberg i McIntyre, 2020: 29). Suvremeni svijet zarobljen političkom korektnošću slabo uočava da je znanost izvorni europski proizvod općeprihvaćen u cijelom svijetu, dok se nekih drugih njegovih tradicija (ekonomskih ideja, ljudskih prava, političke misli i sustava, umjetnosti, arhitekture pa i gastronomije) velik dio svijeta želi osloboditi smatrajući ih agresivnom kolonizacijom. Pitanje je zašto je institucionalizirana znanost nastala u Europi i zašto je univerzalno prihvaćena (Rosenberg i McIntyre, 2020)? Odgovori na ova pitanja najprije zahtijevaju razumijevanje pojma znanost.

Prvi korak u proučavanju filozofije znanosti je u određenju njezinog značenja. Znanost, pogotovo prirodna ili empirijska, jedna je od najuglednijih institucija suvremenog svijeta – nema institucije kojoj se više vjeruje i koja je manje upitna od znanosti. S druge strane, čini se da je zlatno doba filozofije prošlo, iako je njezin ugled ostao pa se barem javno ne prokazuje kao nekorisan ili čak štetan

relikt prošlosti, iako se to ponekad čini potajice. Prva, znanost, donosi brojne koristi svijetu i poima se ne samo kao korisna nego i kao istinita slika svijeta koja je empirijski dokazana (promatranjem i/ili pokusom), ne među osviještenim znanstvenicima, ali jest unutar suvremenog svjetonazora gdje je opomena i vrijednosni sud – ne vjeruje znanosti čiji su rezultati očiti i pouzdani! Današnjim svijetom vlada ‘znanstveni’ svjetonazor koji je sveukupnost pretpostavki o temeljnom ustrojstvu svijeta, kakav svijet jest. Pitanje je može li nešto (ne)upitne istinitosti biti bolje proglasi li se istinitim, dogmom u koju treba polagati svoja uvjerenja o svijetu i životu? Ili treba otići u rizik otvorenosti i promjenjivosti, pa i upitnosti njezine istinitosti i nužnosti artikulacije po čemu se to znanstveno znanje razlikuje od drugih vrsta znanja i zašto je – ako jest – uspješnije u objašnjenju svijeta. Znanost zaista jest vrlo uspješna u objašnjenjima i opisima svijeta, ustanovljavanju modela svijeta, otkrivanju zakonitosti koje u njemu vladaju i opisa njegovog ponašanja, preciznosti predviđanja budućih događaja i donošenju velike koristi čovjeku i čovječanstvu u njegovom fizičkom opstanku i kulturnom napretku. Teško bi bilo sumnjati u to da znanost ne opisuje svijet kakav on zaista jest u svojoj zbilji, neovisno o promatraču i njegovim teorijama. Većina znanstvenika vjeruje da znanstvene teorije označavaju napredak u približavanju prema jednoj slici svijeta koja je vrlo bliska svijetu kakav on zaista jest, svijetu po sebi. Filozofija znanosti, pak, spada u područje filozofije koje pokušava razumjeti specifične spoznajne aspekte znanosti ispitujući temelje njezinih tvrdnji o poznavanju uzroka stvari, provjerava njezinu sposobnost objašnjenja zašto su stvari takve kakve jesu, analizira logičku strukturu znanosti i proučava njezin pojmovnik. Filozofija znanosti tako obuhvaća znanstvene tvrdnje o naravi svijeta i njezina objašnjenja zašto su stvari takve kakve jesu, iz epistemološke, ontološke i logičke perspektive. Razlika između znanosti i neznanstvenog djelovanja nije opisana u isključivom smislu, ali za filozofiju ova distinkcija nikako ne smije biti samo retorička (znanstveno znanje

daje provjerljive i ponovljive rezultate, ima prediktivnu moć visoke preciznosti). Jedno moguće tumačenje kaže da bi pojam znanost mogao imati dva značenja:

1. Opće razumijevanje načina stjecanja znanja o svijetu,
2. Razumijevanje razlike spoznaja izvedenih iz znanstvenih revolucija od drugih vrsta istraživanja svijeta (Godfrey-Smith, 2003: 5).

S druge strane, filozofija znanosti različito se razumijeva:

Jedno gledište je da filozofija znanosti formulira poglede na svijet (*worldview*) koji su konzistentni i na neki način utemeljeni na važnim znanstvenim teorijama ... drugo je da filozofija znanosti predstavlja pretpostavke i sklonosti znanstvenika ... treće je da je filozofija znanosti disciplina koja analizira i pojašnjava znanstvene koncepte i teorije ..., a četvrto je da je filozofija znanosti kriteriologija... (Losee, 2010: 1-2).⁴

Gledište prema kojem je filozofija znanosti kriteriologija pretpostavlja potragu za kriterijima prema kojima se znanstveno znanje stječe različito od drugih vrsta proučavanja svijeta, određenjem te specifične i njoj svojstvene metodologije i uvjetima koji omogućavaju priznanje određene teorije znanstveno legitimnom. Ključna razlika je u tvrdnji da znanost proučava prirodu dok filozofija znanosti proučava kako to znanost radi i kako bi trebala raditi ako hoće biti znanost, a ne neka druga vrsta zahvaćanja i spoznaje svijeta. Filozofija znanosti svoje djelovanje ima u dva velika područja: epistemologiji znanosti i metafizici znanosti.

Generalna definicija određuje epistemologiju kao proučavanje što je to znanje i kako se dolazi do njega, a teme njezinog prouča-

4 Kriteriologija označava djelatnost opravdanja ili autorizacije znanstvenog znanja usporedbom takvog znanja prema određenim kriterijima. Različiti kriteriji bave se različitim temama, stupnjevima i izvorima opravdanja: percepcijom, pamćenjem ili zaključivanjem.

vanja tiču se logike, pojmova, uvjerenja i percepcije, kao i jezika. Epistemologija znanosti proučava pitanja potvrđivanja znanja i racionalnosti (pitanje mogućnosti objektivne odluke između dviju teorija koje objašnjavaju istu pojavu, odnosa utjecaja teorijskih očekivanja na eksperimentalne rezultate, mogućnosti spoznaje trajnih istina i dr.), a metafizika znanosti se bavi obilježjima univerzuma koji znanost opisuje (problem uzročnosti, determinizma, redukcije, svrhovitosti i dr.).

Metafizička slika svijeta se mijenjala tijekom povijesti i rasprava o tome čija je konstrukcija usklađenija sa svijetom kakav je po sebi nije završena – za Platona je pravi, zbiljski i nepromjenjivi svijet bio svijet apstraktnih i savršenih Ideja, Formi, geometrijskih struktura i vječnih matematičkih entiteta i odnosa, dok suvremeni naturalistički svjetonazor sadržava materijalni svijet fizikalnih entiteta (materija, prostor-vrijeme, energija i prirodni zakoni) kojim vlada načelo determinizma na makro razini i indeterminizma na mikro razini, a izvan kojega nema druge stvarnosti nego se njime sve iscrpljuje i objašnjava. Oba ova svijeta su utemeljena na racionalnosti, na uvjerenju da um ima sposobnost spoznaje svijeta (epistemologija) i da svijetom vlada red (metafizika). Prema ovome, može se reći da se epistemologija bavi pitanjem pouzdanosti znanstvenih teorija, a metafizika konstrukcijom znanstvene slike svijeta (Papineau, 2003: 286). Povijest (filozofije) znanosti uočava dva velika razdoblja s obzirom na pretpostavljenu metafizičku sliku svijeta i odnos prema načinu objašnjenja svijeta: stara znanost, aristotelovski tip metafizike i način objašnjenja svijeta su esencijalistički i teleološki, a nova metafizika i način objašnjenja svijeta, od Galileija nadalje, su mehanistički. Aristotelovski tip znanosti pojave objašnjava opisom njihove esencije, pripisujući prirodnim pojavama svrhu dok nova znanost objašnjava sve prirodne pojave masom u gibanju.

U filozofskom proučavanju znanosti postoji i veliko polje ideja koje razmatraju: postoje li valjani oblici znanstvenih teorija i va-

ljana znanstvena pitanja, bi li trebalo logicirati znanstvene teorije u pokušaju razumijevanja apstraktne strukture znanstvenih teorija i definiranja odnosa između teorija i dokaza, pitanje valjane znanstvene metodologije ili propisanih pravila i procedura koje bi se trebalo slijediti u znanstvenom radu, kao i pokušaj postavljanja opće teorije znanstvene promjene (Godfrey-Smith, 2003). Uz filozofiju znanosti stoje i bliska područja istraživanja povijesti, psihologije i sociologije znanosti. Filozofija znanosti tako želi proučiti kako se konstruira znanstvena slika svijeta i vidjeti koliko je i zašto znanje takve vrste drugačije od ostalih oblika znanja i je li pouzdanije, koherentnije i u kojoj mjeri se približilo (korespondira) slici svijeta kakav je neovisno od našeg promatranja i teorija kojima ga zahvaćamo. Naime, ako se pogleda povijest znanosti, koja sve više postaje nezaobilazan element filozofije znanosti, onda se vidi da povijest znanosti sadrži ‘grobne teorije’ (Lelas, 1990) i da su brojne znanstvene teorije osuđene na 1) propast ili na 2) ograničenje dosega područja koje one objašnjavaju.

Primjer za prvo je geocentrični model Sunčevog sustava i kozmosa⁵ (Ptolemej) prema kojem je Zemlja u središtu svijeta, a sva se nebeska tijela okreću oko nje, Mjesec jednom u mjesecu i Sunce jednom u godini. U 16. stoljeću (1543.) Kopernikov heliocentrični model svijeta⁶ objavljen u radu od šest knjiga ‘O revoluciji nebeskih sfera’ (lat. *De Revolutionibus Orbium Coelestium*) tvrdi da je Sunce centar svijeta (iako nije bio u to siguran jer nije znao giba li se Sunce ili ne) oko kojeg se kreću sva nebeska tijela u svojim orbitama. Nakon toga, na osnovi astronomskih promatra-

-
- 5 Geocentrični model svijeta razvio je Hiparh iz Nikeje, a dovršio i ostao upamćen kao tvorac Klaudije Ptolemej u II. st.. Obojica su do rezultata došla promatranjem golim okom, a ovaj sustav je smatran ispravnim sve do početka 17. st. kada se svemir počinje promatrati dalekozorom.
 - 6 Bilo je prijašnjih ideja o Suncu kao centru univerzuma: prva poznata ideja je ona Aristarha sa Sama (3. stoljeće pr. Kr.), Heraklida Ponticusa i Filolaja, no njihovi radovi nisu sačuvani. Iz kasnijeg razdoblja zna se za slične ideje Martianusa Capelle (tvrdio je da se Merkur i Venera vrte oko Sunca) iz 5. st. i sirijskog astrologa (astronoma) Ibn al-Shatira iz sredine 14. stoljeća.

nja bez teleskopa Tychoa Brahea (1546.-1601.) i matematičkim izračunima Johanna Keplera (1571.-1630.), koji je imao niz krivih pretpostavki,⁷ odbacuju se kružne putanje planeta (Mars) oko Sunca jer se uočila eliptična putanja i to promjenjivom brzinom. Kepler nije uspio fizikalnim zakonima objasniti nepravilnost putanje planeta, ali je njegovim zakonima bilo moguće uspješno i dovoljno točno predvidjeti položaje određenih planeta. Kepler je u potrazi za skladom u Sunčevom sustavu tražio neko pravilo u trodimenzionalnoj geometriji i načelu suzvučja ili suzvuka u glazbi, nazivajući taj sklad, harmoniju, pjesmom koju kozmos pjeva svom gospodaru i svom središtu, svom solarnom logosu. Suvremeni kozmološki model univerzuma više ne smatra da je Sunce u središtu naše galaksije niti da je u središtu univerzuma. Prema ovome, Ptolemejeva teorija, kao i Kopernikova, danas nisu važeće znanstvene teorije niti su njihova objašnjenja točna, one su krive slike svijeta, i njihova važnost je svedena unutar proučavanja povijesti i filozofije znanosti.

Primjer za drugo je klasična fizika koja je utemeljena na Newtonovim zakonima mehanike (gibanja i gravitacije), Maxwellovim jednadžbama elektromagnetizma i tako dalje. Klasična fizika objašnjava kretanje makroskopskih tijela koje se kreću malim, nerelativističkim brzinama (mnogo manjim od brzine svjetlosti). Krajem 19. stoljeća opažene su pojave fotoelektričnog efekta (emisija elektrona iz metala pod djelovanjem svjetlosti), Comptonov efekt (raspršenje svjetlosti na elektronu), neovisnost brzine svjetlosti o brzini gibanja izvora svjetlosti i drugi fenomeni koje klasična fizika nije mogla objasniti, što je dovelo do pojave relativističke fizike i kvantne fizike (mehanike). Relativistička fizika

7 Kepler je u oslanjanju na Platona i pitagorejce pretpostavio konačan svemir koji je sadržavao samo šest planeta, a umjesto kružnog gibanja ne uvodi elipse nego asimetrično 'ovalno' ili jajoliko gibanje planeta. U početku Kepler je izradio model univerzuma *Mysterium Cosmographicum* prema kojem postoji niz nevidljivih Platonovih tijela, s planetarnim orbitama koje se nalaze na određenim putanjama. Njegov model je predvidio njihove orbite i relativne udaljenosti i odgovarao bi Braheovim podacima da je bio točan – ali nije.

objašnjavala je fenomene koji se uočavaju pri velikim brzinama, bliskima brzini svjetlosti, dok je nova kvantna fizika bila sposobna opisati tijela i objasniti fenomene u subatomsom, mikrosvijetu. Klasična fizika (mekanika) bavi se drugačijim fenomenima (makroskopskim), a njezina metodologija i načela (determinizam i kauzalnost) koja u njoj vladaju su drugačiji od onih kvantne fizike koja proučava i objašnjava fenomene subatomske veličine uz načela indeterminizma i statističkog znanja. Slično je s relativističkom fizikom temeljenoj na teoriji relativnosti koja objašnjava fenomene unutar vrlo velikih brzina bliskih brzini svjetlosti. Može se reći da pojavom kvantne i relativističke fizike klasična fizika i dalje vrijedi, ali je njezino područje ograničeno na jedan dio univerzuma, tijela makroskopske veličine ili unutar mezokozmosa, a metodologija ima zasebnu i specifičnu zakonitost.

Ovi primjeri nikako ne znače umanj enje važnosti prirodne znanosti, nego samo potrebu za promišljanjem njezinog položaja i napretka (razvoja) i za osvještavanje da znanost i njezine teorije i metodologija nikako nisu i ne smiju biti dogmatske ako žele biti prave znanstvene teorije, nego da moraju biti otvorene promišljanju, preispitivanju pa i odbacivanju starih i uvođenju novih teorija. Za razumijevanje ove situacije dobro može poslužiti osuda Sokrata i Platonova metafora pećine.

Sokrat je bio osuđen zbog vjerovanja u krive bogove (njegova slika svijeta), nije bio ateist nego je službenom vjerovanju pripisivao samo pedagošku vrijednost kojom se ljude može učiniti boljima, ili barem manje lošima, neovisno o tome što takvi bogovi ne postoje. Sokratovi bogovi time nisu bili manje istiniti niti je u njih zato manje vjerovao. No, koji su bogovi pravi? Pitanje je može li nešto neistinito biti bolje za ljude od onoga što je istinito, ali je to istinito opasnije i može voditi na nesigurne puteve, dalje od dobro utabanih, osvijetljenih i označenih puteva koji na svom kraju ipak vode samo u daleku i nepoznatu, ali dobro reklamiranu provaliju. Pa čak i kada takvi poznati i prihvaćeni putevi imaju očitu tre-

nutačnu korist za čovjeka i zajednicu, na primjer društveni mir i ekonomski napredak, ostaje pitanje teži li čovjek i čovječanstvo onome što je privremeno korisno i ugodno ili mu je bolje krenuti nesigurnim putem istine, slabo osvijetljenim, krivudavim, strmim i klizavim putem koji na kraju može čovjeka (privremeno) lišiti i ono malo što je (krivo) znao i čega se čvrsto držao jer mu je ta laž bila jedina zbilja. Jedna od najsnažnijih epistemoloških metafora ovog puta spoznaje nalazi se u sedmoj knjizi Platonove *Države* u opisu pećine u kojoj od rođenja žive sužnjevi, koji je nikada nisu napustili niti iskustveno znaju za bilo što drugo osim onoga što im se prikazuje kao sjena vatre na zidovima te pećine i figura koje se prenose ispred te vatre tako da se sjene tih figura prikazuju na zidovima. Bilo kakva druga slika svijeta za njih bi bila prava ludost, i kada se takvog čovjeka uvjerava u drugo, pa onda i silom odvuče da se uspinje strmim i skliskim putem na danje svjetlo, gdje će ovaj trenutačno izgubiti vid, takav čovjek će se opirati i držati svoje slike svijeta. Međutim, kada progleda i uvidi stvarnost, zbog novih spoznaja rekonstruirat će svoju sliku svijeta u drugu, koja će biti u skladu s novo opaženom stvarnošću.

U oba slučaja, kod sužanja u pećini i kod pojedinca koji izlazi iz nje i spoznaje pravu narav svijeta, vidi se ovisnost njihove spoznaje o opažanju i čovjekovim okolnostima – u oba slučaja mentalni procesi zrcale svijet kakav jest u tim okolnostima, zrcale strukturu fizičkog svijeta. Drugo moguće značenje metafore pećine upućuje na to da se izlaskom iz pećine, novim opažajima, vidi nešto novo i da je moguće da je znanstveno zahvaćanje svijeta ono što konstruira tu novu sliku fizičkog svijeta. Slično pitanje pojavilo se nakon niza ekstremnih tragedija 20. stoljeća u Europi i svijetu (dva svjetska rata, raspad burze, nezaposlenost, fašizam, komunizam, genocid): tko se može suprotstaviti »krdu lažnih i krivih bogova« ili krivih i lažnih slika svijeta? Činilo se da je odgovor u oslanjanju na »kvantitativno eksperimentalno mišljenje« koje je ostalo jedino pouzdano utočište čovjeka (Goldsmith i

Mackay, 1964). Čovjekov um, racionalni uvid u svijet zrcali ono postojeće, no, kako je došlo do toga i možemo li se pouzdati u svoj um kao pouzdanog promatrača ili konstruktora slike svijeta, i može li znanost i njezine metode, pogotovo kvantifikacija i empirijski pokus, biti jamstvo da nismo samo u nekoj još većoj pećini iz koje opet treba tražiti izlaz? Također je potrebno uočiti, kako se to često događa nakon velikih otkrića, kriza i promjena svjetonazora, (pre)veliko povjerenje u novo pojavljenu paradigmu za koju se očekuje da će riješiti ključne probleme – u obračunu s lažnim bogovima katastrofalnih ideologija pojavila se ideja da je znanost ona koja može odvesti čovjeka u zasluženu svijetlu budućnost. Recept je bio jednostavan, potrebno je znanost postaviti na mjesto vladara, poznanstveniti sva područja života i znanstvenom metodologijom, postupcima i procedurama doći do rezultata koje nije moguće drugačije dosegnuti. Znanost će sama znati koji su pravi problemi i koje metode treba koristiti, a znat će i prepoznati neznanstvene pokušaje koje treba ukloniti.

Na ljudima je samo da, umjesto ideoloških vođa, slijede savjet znanosti. Ovaj scijentistički optimizam nastao u groznici traženja izgubljenog samopouzdanja uznemiravala su naizgled bezazlena i ne uvijek artikuliranja pitanja. Ako je znanost tako pouzdana kao što mislimo, čemu to imamo zahvaliti? Je li sve ono što se znanošću nazivlje odista znanost? Znamo li mi uopće što je znanost i kako njome valja upravljati? (Lelas, 1990: 186).

Ovim pitanjima otvara se i opravdava novo područje koje je usmjereno na odgovore na ova i još neka pitanja koja se tiču znanosti, otvara se prostor i potreba za izgradnjom znanosti o znanosti, za uspostavom zasebne filozofske discipline, filozofije znanosti. Dakle, osim promišljanja empirijske znanstvene metode potrebno je promisliti i teorijsku sferu, misao samu i tipove ili vrste valjanog mišljenja, čime se bavi logika, proučiti povijest,

psihologiju i sociologiju znanosti, u izgradnji filozofskog proučavanja fenomena znanosti.

Prosvjetljujuća snaga filozofije znanosti posebno je važna i potrebna u suvremeno doba koje je za jedne doba goleme akumulacije znanja, za druge doba neobrazovanosti i trivijalnosti. Dobar primjer je oštra znanstvena i javna rasprava oko implikacija cijepljenja protiv bolesti (COVID-19) uzrokovane zarazom novog soja korona virusa SARS-CoV-2 koja je prvi put detektirana krajem 2019. godine. Otkrićem cjepiva znanost i javnost našle su se zarobljene unutar rasprave dviju dominantnih krajnjih skupina: jedne koja beskompromisno promiče pozitivnu ulogu vakcinacije i druge koja je poriče. Zagovornici prve traže da se bespogovorno vjeruje znanosti, a druga znanost smatra nepouzdanom i prijetecom po slobodu pojedinca pa i moralno nedopustivom (u slučaju vektorskih cjepiva izrađenih na staničnim linijama stanica hotimično pobačene djece), pogotovo kada je nametnuta kao isključivo tumačenje problema. Prva skupina u velikom broju slučajeva smatra da je znanost, kako je oni tumače, a da nisu upućeni u detalje znanstvene metodologije, apsolutno i precizno rješenje uspješnog preveniranja zaraze kod većine populacije. Kratki povijesni pregled cijepljenja koristan je u razmatranju ove situacije. Za prve pouzdano poznate slučajeve metode slične cijepljenju zna se iz 15. stoljeća u Kini metodom inokulacije (variolacija) virusa boginja s bolesnog na zdravog čovjeka tako što su pamučnu vatu namakali gnojem iz gnojnih vezikula bolesnika i upuhivale u nosnice zdravog čovjeka ili nanosile na ogrebenu ruku. Sličan se postupak navodno puno prije koristio u Indiji. Nije poznato kakvi su točno bili rezultati ove prakse, ali se spominje smrtnost 0,5-2% kod inokuliranih naprema 20-30% smrtnosti kod oboljelih, kao i dugotrajan imunitet kod namjerno zaraženih koji bi osjetili tek blaže simptome bolesti. U 18. stoljeću Europu je pogodila epidemija velikih boginja u kojoj je gotovo 40% zaraženih osoba umiralo. Unatoč strašnoj bolesti ljudi su se plašili variolacije jer

je postupak bio nesiguran, ali oni podvrgnuti postupku imali su 20 puta manju smrtnost od zaraženih. Popularizaciji variolacije najviše je pomoglo podvrgavanje postupku ruske kraljice Katarine Velike 1768. god. koja je nakon toga imala simptome bolesti, ali je ozdravila, zbog čega je velik broj plemića učinio isto pa je variolacija postala stvar mode i prestiža.

Cijepljenje je počelo otkrićem Edwarda Jennera iz Velike Britanije koji je ustanovio da zaraženi virusom kravljih boginja imaju imunitet na bolest velikih boginja. Ubrzo je (1796.) osmislio postupak inokulacije tekućinom koju je nazvao vakcina (lat. *vacca*, krava), a postupak vakcinacijom (cijepljenjem). Ovaj je postupak bio puno sigurniji od variolacije jer nije uključivao rizik od prijenosa variole. Bognje su danas iskorijenjene i postoje samo u laboratoriju, kao i cjepivo protiv njih, na bazi kravljih boginja. Poslije je, 1870., Pasteur napravio prvo živo atenuirano (oslabljeno) bakterijsko cjepivo (kolera peradi), a 1884. i protiv bjesnoće. Prema svemu, načelno je vakcinacija vrlo star, prokušan i vrlo uspješan postupak sprječavanja zaraznih bolesti koji se stalno usavršava čime se smanjuje stupanj opasnosti. Međutim, određeni stupanj rizika ostaje i on pretvara neke ljude u (puki) negativan statistički podatak. Također, u slučaju vakcina protiv zaraze bolesti COVID-19 gotovo sva cjepiva su u nekoj mjeri eksperimentalna, otprilike se eksperimentiralo sa sedam različitih koncepcija cjepiva (DNK, RNK, inaktivirani virus, oslabljeni živi virus, nereplicirani virusni vektor, replicirani virusni vektor i cjepivo od dijelova bjelančevina), jer su bila inovativna i nisu prošla dugotrajan postupak provjere pa se govori da »ukupne koristi od sprečavanja bolesti COVID-19 nadmašuju rizike vrlo rijetkih i neuobičajenih nuspojava«.⁸ Standardno razdoblje za razvoj vakcina je 10 godina, dok je više različitih cjepiva protiv SARS-CoV-2 razvijeno u manje od 18 mjeseci. Na sumnje u rizi-

8 https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/safe-covid-19-vaccines-europeans/questions-and-answers-covid-19-vaccination-eu_hr

ke od korištenja ovih cjepiva čuje se argument da »nema opasnosti prema sadašnjim saznanjima«. ⁹ Uzimajući u obzir povijesna iskustva i pretpostavku napretka znanosti i spoznaja o ovom području, argument o 'sadašnjim saznanjima' ne ide u prilog zagovornicima sigurnosti cjepiva. Tako je 1955. godine u tzv. Cutter incidentu umjesto inaktiviranog virusa dječje paralize cjepivo sadržavalo živi virus s teškim posljedicama jer je 40000 djece dobilo dječju paralizu, a neka su umrla. Ista vakcina bila je uključena u sljedeću tragediju, jer je do 1963. godine cjepivo u 10-30% slučajeva bilo kontaminirano majmunskim virusom 40 (SV40). U obaveznoj vakcinaciji protiv očekivane epidemije svinjske gripe 1976. godine u SAD-u dio cijepljenih razvio je simptome Guillain-Barre neurološke bolesti (sindroma). Terminološki se ova situacija definirala kao povećanje rizika od razvoja GB sindroma kod cijepljenih, a očekivana epidemija svinjske gripe, zanimljivo, nije se pojavila. Neki od novijih slučajeva nesigurnih cjepiva tiču se cjepiva posebno razvijenog protiv gripe, H1N1, tijekom epidemije 2009. koje je pod optužbom za 'povećanje rizika' od pojave narkolepsije, također je cjepivo protiv HPV-a bilo povučeno jer je proizvođač sam uočio pogreške u proizvodnji. Svako požurivanje u razvoju cjepiva vjerojatno povećava rizik od pogreške što može imati fatalne posljedice. Filozofija znanosti ovdje naglašava dvije linije potrebne argumentacije za ispravno određenje prema ovom problemu: 1) provjeru valjanosti logičke forme zaključka o potrebi/nužnosti cijepljenja novo razvijenim cjepivima; 2) ispitivanje činjenica na kojima se temelji logička forma zaključka o gornjem. Filozofija znanosti smatra da može uočiti valjanost postupka evaluacije, dok osporavanja tvrde da pripada isključivo znanstvenom području. Također, ovdje valja znati da se znanstvene spoznaje uvijek nalaze unutar neke sasvim konkretne društvene situacije koja se ne može isključiti nego uvijek stoji u interaktivnoj vezi sa

9 <https://www.schoenes-leben.org/corona-impfung/provjera-cinjenica-cijepljenje-protiv-covid-19-nesporazum-pogresne-informacije/>

znanstvenim spoznajama i njihovom primjenom – ta situacija nikada nije matematički točna – znanstvena spoznaja (vakcinacija) je uvijek načelno dobra, ali nije savršena i ne može se univerzalno primjenjivati na pojednostavljeni uniformni način niti tu valja isključiti slobodu pojedinca. Je li to uvijek moguće – nije – zato i postoje društvene napetosti i pokušaj ovladavanja i dogmatizacije znanosti ne samo radi dobra pojedinca i društva nego i radi postizanja i održanja društvene moći. Na ovu činjenicu i na još dublju ukorijenjenost društvenih faktora u proces oblikovanja i izbora znanstvenih teorija upozorio je 1960-ih godina Thomas Kuhn u svojoj knjizi *Struktura znanstvenih revolucija*. Ovom knjigom je svakako ‘načeta’ naivna idealizacija znanosti kao misaone djelatnosti koju nije briga osim za čiste logičke, racionalne i empirijske eksperimentalne činjenice u svojoj izgradnji spoznaje svijeta i napredovanju prema čistoj istini svijeta po sebi.

2 FILOZOFIJA I ZNANOST

Na samom kraju prethodnog poglavlja rečeno je da bi filozofija mogla pomoći znanosti u ispitivanju valjanosti evaluacije njezinih tvrdnji. Pitanje je je li to potrebno i dopušta li to znanost, a neki široko prihvaćen stav znanstvene zajednice, makar ne uvijek izrečen, kaže da su filozofija i znanost dvije načelno vrlo različite stvari, da filozofija nema nikakav utjecaj na znanost i da je zato nepotrebna znanosti jer: 1) filozofija je mrtva,¹⁰ 2) jer se ne može pokazati kako bi to filozofija mogla biti korisna za znanost¹¹ i 3) zbog toga što znanost i filozofija imaju različite predmete svojih područja pa znanost ne treba filozofiju (Haro, 2020: 297). S druge strane, postoje argumenti da: »(i) prirodne znanosti trebaju filozofiju; i da (ii) znanstvenici trebaju filozofiju« (Haro, 2020: 297). U prilog tezama da je filozofija znanosti korisna znanosti i da znanstvenici trebaju filozofiju govore brojni slučajevi znanstvenika koji su temeljito promišljali filozofiju, sadržajno, pojmovno, a neki i metodološki bili filozofi, upravo potaknuti problemima u svojim znanstvenim područjima. Najpoznatiji od ovih su fizičari Albert Einstein, Niels Bohr, Max Born, Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg i Fritjof Capra, iako je ovaj posljednji otišao značajno više prema misticizmu od ostalih svojom knjigom *Tao Fizike* (*The Tao of Physics*). Neki od nabrojenih također su koristili istočnjačka znanja (Indijski nobelovac Rabīndranāth Tagore bio je sugovornik Heisenbergu koji je razgovore s njim koristio u svom radu na kvantnoj teoriji, Bohm je usvojio *yang* i *yin* simboliku, a Bohr je inspiraciju crpio iz kineske tradicije – njegov grb je

10 Tako su napisali Stephen Hawking i Leonard Mlodinow na prvoj stranici knjige *The Grand Design* iz 2010. godine.

11 Nobelovac Steven Weinberg u knjizi *Dreams of a Final Theory* iz 1992. godine piše o nerazumnoj nedjelotvornosti filozofije znanosti.

sadržavao latinsku izreku *Contraria sunt complementa*, čime se opisivala kvantna situacija). Svi nabrojeni bavili su se relativističkom odnosno kvantnom fizikom koja je razbila dotadašnju jednostavnu sliku svijeta u kojem vlada jasni determinizam, (atomska) simetrija prema kojoj obilježja čestica ostaju nepromijenjena kada su podvrgnuta promjenama fizikalnog sustava, trodimenzionalni prostor, vremenska 'strijela' i euklidska geometrija. Jedan od ovih, Max Born, to je eksplicirao napisavši da je uvjeren da je teorijska fizika u stvari filozofija koja je postavila nove revolucionarne koncepcije prostora, vremena, uzročnosti i materije koji nadilaze područje stare, klasične fizike. Bornovo objašnjenje predstavlja nov i revolucionaran način mišljenja, komplementarnost (Jaki, 2000: 185). Prema načelu komplementarnosti, koje je ključna pretpostavka Bohrove kopenhagenske interpretacije kvantne mehanike iz 1927. god., potpuno poznavanje fenomena na atomskoj i subatomskoj razini zahtijeva opis podjednako valnih i čestičnih stanja i obilježja fenomena. Opažanje kvantnih fenomena ovisi o tipu promatranja koje uvijek uključuje interakciju fenomena i promatračke opreme (oka, mikroskopa, fotografske ploče i sl.), pa nije moguće istovremeno opažanje obaju tipova obilježja (stanja) ili aspekata atomskih fenomena (val i čestica) koji su kontradiktorni prema klasičnoj fizici (npr. biljarska kugla i valovi na vodi). Bohr je smatrao da ponašanje atomskih fenomena ovisi o promatraču, da se čestice ponašaju drugačije kada ih se promatra. Koliko je načelo komplementarnosti teško prihvatiti svjedoči Einsteinovo uporno odbijanje ovog načela zbog kojeg je smatrao kvantnu mehaniku nepotpunom, uz opasku u pismu iz 1945. godine fizičaru Paulu Epsteinu kako se »On (Bog, nap. a.) ne kocka s univerzumom«. U raspravi s Bohrom oko kvantne

mehanike, Einstein je došao do spoznaje još čudnijeg fenomena kvantne isprepletenosti, tako zvanog EPR¹² paradoksa ponašanja prostorno razdvojenih čestica koje kao da su povezane, koji je nazivao »jezivim djelovanjem na daljinu«. Čestice nastale u istoj točki vremena i prostora ostaju tako povezane da mjerenje jedne utječe na drugu što nije bilo moguće prema teoriji relativnosti, jer nije jasno kako bi se prenosile informacije od jedne čestice prema drugoj brzinom većom od brzine svjetlosti (trenutačno, ili puno brže od svjetlosti). Danas se smatra da je ovaj fenomen objašnjen unutar teorije relativnosti drugom vrstom fenomena, nelokalnosti (stvari su odvojene, ali opet, uvijek u dodiru?).

Kvantna fizika ujedno je osnažila ideju jedinstvene znanosti, fizike kao paradigme znanosti, na način da se svaka druga znanost mogla reducirati na fiziku: kemijski fenomeni nisu ništa drugo nego specijalan slučaj fizičkih fenomena, pa se sve u svijetu može objasniti pomoću fizike, kao neki njezin specijalan slučaj. Relativistička i kvantna fizika svojom se slikom svijeta približila metafizici koja ruši staru sliku svijeta i pokušava izgraditi novu. Ovdje su se znanost (fizika) i filozofija (metafizika ili metateorija) pomiješale gotovo do neprepoznatljivosti: teško je odrediti gdje staje filozofija, a počinje znanost, i obratno.

Pitanje o razlici i sličnosti između filozofije i znanosti ima više odgovora koji nisu jednostavni niti postoji suglasje koji bi odgovor možda mogao biti prihvatljiviji od drugih. Najčešći odgovor je da je filozofija izvorište svih znanosti koje su fragmentirano počele istraživati njezin apsolutni predmet proučavanja (svijet) i da imaju različitu metodologiju. Područje filozofije je veliko, ona za svoj predmet ima cijeli svijet kakav on jest po sebi, uključujući

12 EPR, prema prezimenima trojice autora ovog misaonog eksperimenta (Einstein, Boris Podolsky i Nathan Rosen). Ovi autori su tvrdili nepotpunost kvantne teorije (Kopenhagenske interpretacije) tvrdeći da u potpunoj teoriji svi elementi fizičke zbilje moraju biti zastupljeni odgovarajućim elementima u odgovarajućoj (kvantnoj) fizikalnoj teoriji, kao i djelovanje na daljinu, nelokalnost. Detalji objave ovog pokusa doveli su do prekida prijateljstava nekih od autora. Više o ovome u 13. poglavlju ove knjige.

tu i svijet čovjeka, ono što je u temeljima takvog svijeta i narav znanja kojim se propituje taj svijet. Filozofija je i prva znanost jer je na racionalan način zahvaćala svijet i pokušavala ga objasniti, bez pozivanja na mitske entitete, sile i okultne fenomene. U povijesno-filozofskom smislu, moglo bi se reći da povijest antičke grčke filozofije predstavlja proces »u kojem je europsko čovječanstvo svoje shvaćanje svijeta i ocjenjivanje života izložilo u znanstvenim pojmovima« (Windelband, 1988: 48). Ovdje se već filozofija određuje kao izvoriste fenomena znanosti, a povijest filozofije postaje nužan zahtjev svakog razumijevanja znanosti jer se pokazuje kao oblikovateljica pojmovnih okvira i unutar pojmova kojima promišljamo i empirijski prosuđujemo (iskustveni) svijet, ali i onaj koji nadilazi ono empirijsko. Filozofija prosuđuje čovjeka i svijet na racionalan, logičan i metodičan način koji u svojim začetcima ima neodređenu težnju za racionalnom mudrošću (sg. *philosophía*) dok se kasnije sveobuhvatno određuje znanstvenošću. Poznata definicija filozofije izvedena iz etimologije upućuje na usmjerenost i ljubav prema mudrosti, znanju. Neka suvremenija tumačenja upućuju na mogućnost da je filozofija izvoriste znanosti ne samo u kronološkom i metodološkom smislu, nego i u logičkom.

Filozofija proučava 'kako stvari u najširem mogućem smislu te riječi supostoje, u najširem mogućem smislu te riječi'. Filozofija želi cjelovitu sliku kakav je svijet i kako se mi uklapamo u njega. Filozofija je mjesto nastanka i razvoja ideja u širokom i spekulativnom smislu (Godfrey-Smith, 2013: 1).

Čini se da znanost ostavlja fundamentalna pitanja o naravi svijeta filozofiji: što je materija, vrijeme, prostor, postoji li slobodna volja, je li sve u svijetu determinirano ili ne (ovo samo djelomično), koji je odnos između determiniranog i indeterminiranog, što je dobro i zlo – ako je takvo pitanje smisljeno, postoji li Bog,

zašto postoji svijet i drugo. Ova su pitanja otvorena za znanstveno promišljanje, no čini se da na kraju takva pitanja, pogotovo normativna pitanja koja žele odrediti kakvo bi nešto trebalo biti (moralna pitanja: smijemo li koristiti životinje prema svojoj volji, je li pobačaj najgora vrsta ubojstva ili stvar slobode, bi li svi ljudi trebali imati ista prava i td.) ostaju filozofiji na odluku i raspravu. Znanost je, s druge strane, deskriptivna, ima vrlo precizan cilj svojih aktivnosti i pouzdanu metodu za ostvarivanje tog cilja. Postoje i oni koji niječu ovu razdiobu područja autoriteta između filozofije i znanosti, smatrajući da znanost može postavljati takva pitanja, i štoviše, da može na njih uspješno odgovarati na 'vrijednosno neutralan' način. Ovu situaciju uzdizanja prirodnih znanosti i njihovih metoda kao autoriteta u svim područjima života, arbitra čovjeku i društvu, kao *grand récit* na sva moguća pitanja koja se mogu postaviti, pretjerani je optimizam koji se naziva scijentizam. Scijentizam je stav da je prirodna znanost i njezina empirijska metoda jedini način spoznaje koji jamči istinitu spoznaju, a ta spoznaja se postiže redukcijom svih fenomena na materijalne činjenice: svijet, jezik, moral, religija i sve druge duhovne tvorbe čovjeka su tek epifenomeni slučajnih materijalnih procesa koji se mogu objasniti isključivo njihovom redukcijom na materiju u prirodnom procesu gibanja.

Kao što se antičku grčku civilizaciju i kulturu može promatrati kao razdoblje mladalaštva i poleta civilizacije koje svoju ozbiljnu i zrelu formu stječe u zapadno europskoj kulturi, tako je i filozofiju moguće zamisliti kao logičko polazište, inkubator znanstvenih ideja i teorija, znanstvene metodologije, procedure i racionalnog zahvaćanja, znanstvenog svjetonazora. Moglo bi se reći da je filozofija logičko i kronološko ishodište znanosti i da je njihova veza neraskidiva. Nesporan uspjeh prirodne znanosti u objašnjenju fenomena u prirodi, visok stupanj preciznosti predviđanja budućih događaja i enormna korist znanstvenih i tehnoloških dostignuća po čovjeka postavljaju dvojbu o potrebi daljnjeg postojanja filo-

zofije (metafizike). Prirodna znanost objašnjava svijet sa sve većom preciznošću. Prva mitološka učenja pretpostavljaju bogove počelima ili prva počela izvode iz bogova, dok prvi filozofi traže prva počela stvarnosti svijeta (pratvar, zakone) u prirodi samoj. Za ove prve (sg. *theológoi*) Aristotel smatra da je razlika između dvaju pristupa objašnjenja svijeta u tome što oni traže pojedinačne uzroke pojedinačnih događaja, dok ovi drugi (sg. *physikoí* / *physiológoi*) teže sveobuhvatnom znanju spoznajom općih pojmova i uzroka (općih zakona). Prvi filozofi miletske škole prvi su poznati mislioci koji su počeli proučavati svijet pretpostavljajući da u zbunjujućoj zamršenosti pojava postoji uređenost i jednostavniji poredak koji se može spoznati ljudskim umom (Guthrie, 2005). Filozofija po svojoj prirodi želi apstrahirajući zavodljive promjene, osvijetliti ‘tijelo’ nekog bića, vidjeti po čemu ono jest baš to što jest, a ne nešto drugo – razotkrivajući njegovu pravu i jedinstvenu prirodu, i spoznati zatim sam bitak – ono po čemu jest sve što jest. Spoznaja bitka reprezentant je apsolutne spoznaje kojoj teži filozofija i čije bi zahvaćanje značilo konstituiranje prve, temeljne znanosti – metafizike. Metafizičko spoznavanje zasnovano na postojećim temeljima nije više moglo, barem što se tiče novovjeke metafizike, ozbiljnije konkurirati sve uspješnijim rezultatima ‘odmetnutih’ prirodnih znanosti. Prirodne znanosti, pogotovo fizika, već i svojim fragmentarnim zahvaćanjem svijeta postale su toliko uspješne da utemeljenje i konstrukcija slike svijeta u bitnome počeli ovisiti o rezultatima znanstvenog djelovanja. Epistemologija izolirana od događanja unutar prirodnih znanosti ostala je bez značenja, poglavito zbog svog stava kako kumulativni proces širenja sadržaja znanja treba ispitivati pomoću preduvjeta spoznavanja uopće – poput Kantovih oblika opažanja (zrenja) u formi prostora i vremena čime se sređuju osjetilni sadržaji, i kategorijalnih pojmova razuma kojima razum sređuje sadržaje opažanja. Za Kanta se objekti ljudskog iskustva nalaze u prostoru i vremenu zbog strukture ljudskog uma, a ne razumski

neovisne strukture realnosti. Ovakav stav vidi znanje iskustvene prirode irelevantnim za definiranje pojma spoznaje jer se preduvjeti i potencijali spoznaje moraju apriorno formulirati prije akta spoznavanja. Kant vidi zadatak znanstvenika u pronalasku uzroka događaja, a ako znanstvenici ne uspijevaju pronaći uzroke događaja, tada je problem u njima, a ne u načelu kauzalnosti koje je apriorno nepromjenjivo načelo. U naletu uspjeha novovjekovne znanosti u objašnjenju svijeta, kontroli i upravljanju prirodom od 16. i 17. st. za vrijeme Galileija, Descartesa i Newtona, i već odavno započetoj fragmentaciji zbilje pomoću računanja, pokusa, provjere i 'opipljivosti', filozofija se više ne čini nužnom za objašnjenje i ovladavanje svijeta, prije se ona počinje činiti suvišnom.

Filozofija se uzima za izvorište iz kojeg su se emancipirale pojedinačne znanosti, koje su umjesto totaliteta svijeta počele zahvaćati njegove fragmente. Prve znanosti koje su se osamostalile bile su geometrija (Euklid), koja je postala znanost o prostoru, i matematika, koja je postala znanost o brojevima. Euklid je u svojim *Elementima* prikazao geometrijski sustav koji je sadržavao točne definicije i stroge aksiome iz čega su se mogli izvoditi poučci, postavši tvorcem možda prve zasebne znanstvene discipline odvojene od filozofije. Još u antici se znalo za vrijednost konstante π kao odnosa omjera duljina – za konstantu π znalo se još u izgradnji Solomonovog hrama (950. pr. Kr.)¹³, kada se procjenjivalo da je to broj 3. Još prije toga, 1700. god. pr. Kr. Egipćani su procijenili vrijednost π na 3,16, Sumerani su izračunali π kao 3,125, Indijci (knjiga *Shatapatha Brahmana*) su 600. pr. Kr. smatrali da je njegova vrijednost 3,139, a Kinezi su oko 500. god. pr. Kr. izračunali da je to 3,1415. Arhimed je ipak bio najtočniji prema suvremenim izračunima, on je koristeći geometriju i matematiku, upisivanjem pravilnih mnogokuta

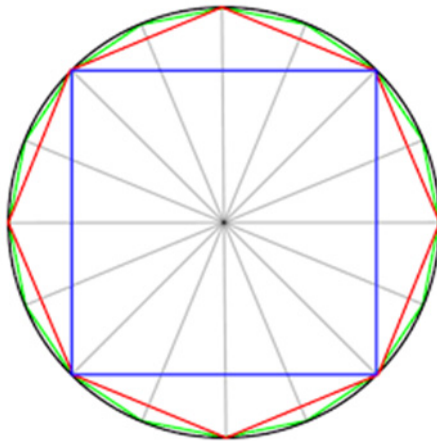
13 »Tada od rastaljene kovine izli more koje je od ruba do ruba mjerilo deset lakata; bilo je okruglo naokolo, pet lakata visoko, a u opsegu, mjereno vrpcom, imalo je trideset lakata« (Kraljevi I 7, 23).

unutar kružnice izračunao konstantu π kao omjer opsega i promjera kružnice.

$$\pi = \frac{O}{2r}$$

Arhimed je radi točnosti izračuna koristio mnogokut s 96 stranica i pokazao da je $223/71 < \pi < 22/7$, čija je sredina 3,1418, koja od broja π odstupa za približno 0.0002.

Grafika 1



Pitagorina sljedba je smatrala brojeve važnim, držeći broj osnovom svijeta. Što je broj, međutim, kada se ne misli na njegov simbolički zapis nego na njegovo značenje, nema jednoznačnog odgovora. Iz jednog aspekta, mogli bismo reći da je broj simbol koji označava sve skupove s određenim brojem elemenata (ili nemaju niti jedan element). Iz drugog aspekta, ako uzmemo u obzir iracionalne brojeve, oni ne simboliziraju neki skup, ali mogu simbolizirati neke odnose, omjere i razmjere (jednakost dvaju omjera). Zna se da je Platon brojeve smatrao teorijskim ili idealnim predmetima koji postoje neovisno o materijalnom svijetu, koji imaju zbiljsku opstojnost, vječni su i nepromjenjivi. Drugi opet, smatrali su da brojevi predstavljaju matematičke istine o

stvarnim, konkretnim predmetima koji postoje u ovom materijalnom univerzumu. Astronomi i fizičari te, znanost, koriste se matematikom kao učinkovitim alatom u praćenju i predviđanju budućih položaja nebeskih tijela. Antički Grci su nesporno kalendar preuzeli od Egipćana, usavršili ga i utemeljili precizno računanje vremena prema gibanjima Sunca, Zemlje, Mjeseca i zvijezda. Uz objašnjenje putanja nebeskih tijela koje su bile kružnice, Grci su se bavili i teorijskim problemima mjerenja promjera Zemlje i udaljenosti Mjeseca i Sunca (Supek, 1990: 21). Slično problemu definicije broja, ovdje se postavilo pitanje i problema određenja brzine i vremena (kretanja nebeskih tijela). Suvremena znanost koristi pojam vremena i jedinice za mjerenje vremena kao nešto intuitivno i samorazumljivo, no što je vrijeme? Vrijeme je moguće zahvatiti i mjeriti samo posredno putem kretanja tijela, kao što je na primjer njihalo zidnog sata ili praćenjem elektromagnetskog zračenja u atomskom satu koji mjeri prijelaz između dviju ekstremno finih razina osnovnog stanja atoma cezija-133 na temperaturi od 0 K. No što je to što se prati putem gibanja – što je vrijeme po sebi – ako nešto takvo postoji? Za Newtona vrijeme je neovisno o vanjskim događanjima i apsolutno, za njega istinsko i matematičko vrijeme, samo po sebi i po svojoj vlastitoj prirodi jednako teče neovisno o vanjskim faktorima. Suvremena znanost napustila je newtonovsku koncepciju apsolutnog vremena (i prostora) u korist koncepcije prostor-vrijeme unutar koje ne postoji apsolutno vrijeme nego je prostor-vrijeme matematički model koji spaja tri dimenzije prostora i jednu dimenziju vremena u jedan četverodimenzionalni kontinuum. Ovdje je očito da je vrijeme postalo jedan visoko teorijski pojam (matematički model) i da znanost treba pomoć filozofije u izgradnji i razumijevanju svojih teorija.

Znanost je izgrađena od činjenica, kao što je kuća izgrađena od kamena; ali gomilanje činjenica nije znanost kao što ni gomila kamenja nije kuća (Poincaré, 1905: 141).

Francuski matematičar i fizičar Henri Poincaré, autor ovog citata, pokazuje nužnost teorijskih modela u znanosti, i jalovost znanosti bez interpretacije činjenica. Naravno, teorija koja želi biti znanstveno legitimna mora ispunjavati kriterije usmjerene na eliminaciju neznanstvenih teorija i smanjenje utjecaja subjektivnosti teoretičara i znanstvenika. Filozofija dovodi u pitanje stvari koje se drugima čine tako jasnim, tako i pojam vremena nije prihvaćen kao nešto samorazumljivo, pa se postavljaju pitanja: postoji li vrijeme, ako postoji, što ono jest, je li nastalo ili je oduvijek, koja su njegova svojstva. Aristotel je prvi koji je jasno razabrao ovaj problem:

Nakon stvari koje su rečene slijedi pozabaviti se vremenom. Prije svega je prikladno dvoumiti o njemu i s pomoću uobičajenih razloga: je li ono jedno od bića ili pak nebića, a zatim koja je njegova narav? Dakle, da ono postoji jedva i nejasno, mogao bi tkogod sumnjati na temelju sljedećega. Jer jedan je njegov dio bio i više nije, drugi će biti i još nije. A ipak se iz tih sastoji i beskonačno vrijeme i bilo koje uzeto vrijeme. Ono koje je složeno iz nebića čini se da ne bi moglo sudjelovati u bivstvu (Aristot. Phys. 217b29-218a3).

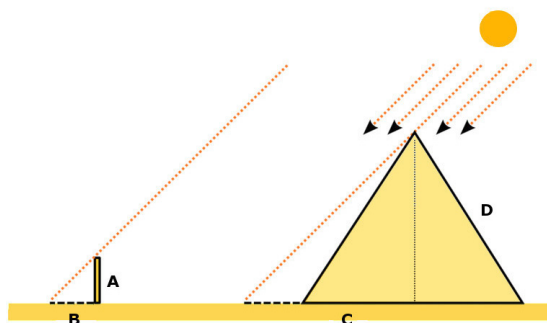
Zapanjujuće je kako je antička grčka misao u vrlo kratkom vremenskom razdoblju od svega nekoliko stotina godina prešla put u preoblikovanju pojma vremena od povezanosti s mitološkim pojmom *kháos*, preko tehnološkog pojma *khrónos* do visokog teorijskog pojma *kósmos*, čime je čovječanstvo prešlo iz kaotičnog i neuređenog svijeta u organizirani svijet mjerljivih događaja i mogućnost spoznaje svijeta kakav se pokazuje promatranjem i teorijskom organizacijom, kao racionalni svijet kojim vladaju raznoliki prirodni zakoni na različitim razinama njegovog bivanja (Kokić, 2016: 72). Mitološko razdoblje donosi iskustveno razlikovanje vremenskog slijeda prošlosti, sadašnjosti i budućnosti u kojem se sadašnjost postavlja za središnju, referentnu točku (Bus-

sanich, 1983). U jednog od prvih filozofa, Tala, mjerenje vremena postaje tehnološki instrument koristan u proučavanju astronomskih pojava pa je Tal uspješno »predvidio godinu« pomrčine Sunca (Hdt. 1.74.2), ustanovio »godišnja doba i (godinu) podijelio na tristo šezdeset i pet dana« (DK A.11.27) i praktično koristio takvo tehnološko znanje za poljoprivredu i stjecanje dobara.¹⁴ U Parmenida se nalazi, gotovo istovjetno suvremenom zahvaćanju vremena preko kretanja, nijekanje postanka, kretanja i propadanja, što se tumači kao njegovo nijekanje zbilje osjetilno postojećeg iskustva vremena. U Parmenida je iskustvo vremena zbijeno u sadašnjost trenutka, »čitavo sad je«, a njegova koncepcija vremena je visoko razvijen teorijski domišljaj fenomena koji se i danas promišlja.

Suvremena prirodna znanost uspješno koristi vrijeme kao neovisnu varijablu u svojim jednadžbama za izračun različitih gibanja, no na pitanje što je vrijeme, njezini odgovori sličniji su metafizičkim nego znanstvenim. Pitanje je ima li prirodna znanost sposobnost odgovora na supstancijalna pitanja: što je vrijeme, prostor, materija, sila, što je bilo prije Velikog praska i sl., pa se čini da je znanost takvu vrstu pitanja prepustila filozofiji:

14 Tal je također izračunao visinu Velike piramide u Egiptu tako što je pratio sjenu zabijenog štapa i utvrdio kada je sjena duga kao i visina štapa, i onda tako izmjerio duljinu sjene Velike piramide kojoj je dodao duljinu pola baze piramide.

Grafika 2



Čak i danas, dok neki važni fizičari postavljaju pitanje zašto vrijeme ima smjer, nitko od njih ne postavlja pitanje što je vrijeme samo po sebi. Preuranjeno je razmatrati ovu problematiku ili je izvan dosega fizike (Rosenberg i McIntyre, 2020: 4).

Slično se događalo u drugim znanstvenim područjima, a najpoznatiji primjer dramatike koja je pratila rasprave oko određenja fundamentalnih fenomena u prirodi je rasprava o postojanju atoma koja je završila samoubojstvom Ludwiga Boltzmanna (1844. - 1906.) zbog velikih pritiska i neprihvatanja njegove tvrdnje o postojanju atoma kao čestica odgovornih za svojstva materije. Postojanju atoma posebno se protivio veliki fizičar i filozof Ernst Mach (1838. - 1916.) koji je tvrdio da sve znanje predstavlja pojmovnu organizaciju podataka do kojih se dođe promatranjem, tj. osjetilnim iskustvom, a pretpostavljeni atomi ne postoje jer ih se ne može vidjeti. Boltzmann je također formulirao prvu jednadžbu statističke entropije kao mjere poremećaja fizičkih sustava. Ovaj primjer predstavlja potporu tvrdnji da »je svaka znanost dijete filozofije. Svako se 'dijete' na kraju iseli, ali ostavlja svoje stvari kod kuće« (Rosenberg i McIntyre, 2020: 4). Ernst Mach je bio uvjeren da je osjetilno opažanje osnova znanstvene metodologije, a osjetilna činjenica u temelju pouzdane znanosti. Međutim, postoje situacije kada vjerujemo u neke činjenice ne zbog empirijskih činjenica nego zbog određenog pojmovnog okvira koji konstruira neku sliku svijeta, kao što je to bilo u slučaju Boltzmannove ideje, iako se poslije pokazalo da je to i empirijska činjenica.

Teorije poznate iz povijesti znanosti, i sagledavajući činjenice koje su te teorije morale poštovati, gledajući unatrag može se jasno vidjeti da su neke od tih činjenica – iako ljudi vjeruju da su to razumno sagledane jasne empirijske činjenice – u zbilji bile više utemeljene na filozofskim/konceptualnim uvjerenjima o vrsti svijeta u kojemu žive (Dewitt, 2004: 31-32).

Povijest znanosti pokazuje da su neka od tih filozofsko-pojmovnih uvjerenja bila kriva, poput antičkih uvjerenja o uniformnom gibanju nebeskih tijela po savršeno pravilnim kružnicama, kao i da su neka takva uvjerenja bila točna, kao što je to bilo Boltzmannovo uvjerenje u atomsku strukturu koja tvori raznolikost svijeta, ali sama ostaje nepromijenjena. I jedno i drugo uvjerenje, točno i netočno, imalo je svoje dobre i racionalne razloge za vjerovanje u njih, kao i valjanu strukturu logičkog zaključka koji je doveo do tih uvjerenja. Promjena znanstvenih teorija i paradigmi nije izuzetak nego pravilo 'života' znanosti. Filozofiju znanosti zanima moguća pravilnost, zakonitost u izmjeni znanstvenih teorija i njihova različita 'sudbina': 1) teorija može završiti tako da više ne predstavlja najbolje moguće znanje o nekom prirodnom fenomenu i zato mora biti napuštena, 2) teorija može izgubiti dio svojeg dosega objašnjenja svijeta i relevantnosti, ili 3) teorija može biti popravljena tako da se njezini dijelovi usavrše, 'podese' i usklade prema novim znanstvenim otkrićima ili paradigmi.

Primjer za (1) je Stahlova teorija flogistona koja je pretpostavljala da je zasebna tvar, flogiston, prisutna u svim zapaljivim tvarima i metalu. Sve zapaljive tvari i metal su gorjele i hrđale zbog oslobađanja flogistona iz njih, iako se to nije moglo vidjeti iz empirijskih pokusa jer se masa tvari smanjivala nakon gorenja, a povećavala nakon hrđanja. Lavoisier je srušio flogistonsku teoriju utvrdivši da je gorenje i hrđanje u vezi s kisikom. Flogistonska teorija nije bila u skladu s otkrićem kisika kojim su uspješno eksperimentalno objašnjeni fenomeni do tada pripisani djelovanju flogistona.

Primjer za (2) je klasična fizika čija su objašnjenja pojavom kvantne teorije izgubila dio područja svijeta koja je do tada mogla uspješno objašnjavati. Klasična fizika je i dalje uspješna u opisu i objašnjenju niza makroskopskih fenomena koji se kreću nerelativističkim brzinama, no brojne fenomene poput fotoelektričnog efekta, neovisnosti brzine svjetlosti o brzini gibanja izvora svjetlosti, subatomske i druge fenomene klasična fizika nije mo-

gla objasniti, ali su ih uspješno objasnili kvantna i relativistička fizika. Klasična fizika ostala je tako relevantan način znanstvenog opisa i objašnjenja jednog dijela svijeta, ali je izgubila relevantnost za opis jednog njegovog dijela. Primjer (3) teorije ili modela koji se može popraviti, usavršiti i uskladiti s novim spoznajama je razvojni niz modela atoma, od antike do suvremene konzistentne teorije atoma koja je mogla objasniti njegovu strukturu sa stotinama subatomske čestice, interaktivne unutrašnje veze i postojanje antičestice. Empedoklo ‘primitivne’ oblike tvari vatru, vodu, zemlju i zrak naziva ‘korijenjem i izvorom svih smrtnih (promjenjivih) stvari’, Demokritov atom iz 4. st. pr. Kr. bio je čestica bez strukture, Dalton je 1808. godine pretpostavio obilježja atoma (nepropadljivost, vječnost i nedjeljivost), dok je Thomson 1897. godine izmjerio omjer naboja i mase elektrona i tako dokazao da atomi nisu nedjeljivi. Thomsonov model slični ‘puding s grožđicama’ jer neutralno nabijeni atom ima oblik i strukturu pozitivno nabijene kuglice u kojoj su ravnomjerno raspoređeni vrlo sitni negativno nabijeni elektroni. Rutherford je ‘srušio’ Thomsonov model izgrađujući 1909. godine novi model atoma koji sadrži vrlo malu jezgru koja nosi svu masu atoma i lagane elektrone koji kruže oko jezgre. Bohr je usavršio Rutherfordov model smještajući elektrone u orbite kojima se ovi vrte oko jezgre. Ovaj usavršeni model naziva se Bohr-Rutherfordov model. Novije spoznaje ‘izbacuju’ elektrone iz ljuski i smještaju ih u elektronske oblake koji su većinom tek prazan prostor. Ovdje se vidi postupno napredovanje u spoznaji i stalno popravljivanje i usavršavanje modela koji se jest značajno promijenio, ali uvijek zadržavajući ključnu pretpostavku o postojanju vrlo malih čestica koje daju kvalitetu makroskopskim tijelima sačinjenima od njih. Filozof znanosti Imre Lakatos opisanu situaciju naziva tvorbom pomoćnih hipoteza koje tvore zaštitni pojas oko tvrde nepromjenive jezgre teorije. U ovom slučaju tvrda jezgra je ideja postojanja sićušnih čestica od kojih se izgrađuje sva materijalna stvarnost.

3 POVIJEST ZNANOSTI OD ARISTOTELA DO NEWTONA

Povijesnost znanosti fenomen je koji proizlazi iz povijesnosti čovjeka i njegovog stvaralačkog djelovanja, kao i činjenice povijesnosti razvoja znanosti zbog čega se čini neizbježna historiografska revolucija u proučavanju znanosti, »*historizacija filozofije znanosti* ili *povijesni pristup* u filozofiji znanosti« (Lelas, 2000: 31). Povijest znanosti nije tek smetlište odbačenih znanstvenih teorija koje više nisu relevantne, nego oslikava povijesni napredak znanosti u spoznaji svijeta koji ispituje svojom specifičnom metodologijom, također oslikava logiku znanosti i njezinog napretka, kao i sve elemente uključene u smjenu znanstvenih teorija. Proučavanje povijesti znanosti ima i svoje pedagoško opravdanje unutar proučavanja znanosti, znanstvenih teorija ili u smjeni/napretku znanosti, što bi bilo nepotpuno bez navođenja konkretnog primjera iz povijesti znanosti – strukture i 'sudbine' konkretne znanstvene teorije. Proučavanje povijesti znanosti također pokazuje da svaka znanstvena hipoteza ili teorija ima svoje osvijesteno ili neosvijesteno metateorijsko (i metafizičko i epistemološko) uporište koje je temelj skupa različitih uvjerenja o naravi svijeta unutar kojeg egzistira određeno teorijsko objašnjenje nekog fenomena. Uvjerenja o naravi univerzuma sadržana u različitim povijesnim i razvojnim fazama znanosti Zapada mogu se podijeliti u dva velika razdoblja: (1) Aristotelov tip svjetonazora koji je vladao od 300. god. pr. Kr. sve do 17. pa i 18. st. i pojave (2) novovjekovne znanosti koja od tada ima dominantnu ulogu u izgradnji sustava metateorijskih uvjerenja koja su u temelju znanstvene slike svijeta i znanstvene metodologije. Možda najbolji primjer ovih dvaju tipova znanosti je razvoj kozmologije odnosno astronomije.

3.1 Aristotel, Ptolemej i drugi

Aristotelov sustav uvjerenja o univerzumu ima svoje korijene i strukturu u njegovom tumačenju strukture svijeta (kozmiologiji i fizici) i (metateorijskim) korijenima tumačenja načela ili naravi svijeta (esencijalizmu i teleologiji). Ovaj sustav nije bio u svim točkama jednak izvornoj Aristotelovoj misli, ali je bio sličan u mnogim stvarima. Temeljno načelo ovog sustava je znanstvena metodologija unutar koje znanost označava put (ili napredak) od promatranja prema općim načelima i onda opet natrag prema promatranju:

Aristotel je vjerovao da znanstveno istraživanje počinje znanjem o postojanju nekog događaja, ili supostojanju određenih svojstava. Znanstveno objašnjenje je postignuto samo onda kada su iskazi o tim događajima izvedeni iz načela objašnjenja (*explanatory principles*). Znanstveno objašnjenje je tranzicija od znanja činjenice prema znanju o razlozima za tu činjenicu (Losee, 2010: 5).

Ovaj put znanosti u prvoj etapi je indukcija, koja se sastoji od iskaza o pojedinačnim predmetima ili događajima koji su temelj za generalizaciju o vrsti/klasama predmeta ili događaju kojem pripadaju (članovi su), a u drugoj etapi je dedukcija iskaza o inicijalnom promatranju nekog predmeta ili događaja. Put znanosti ima svoj cilj u pravom znanstvenom znanju koje je nužna istina. Dobar primjer Aristotelovog sustava uvjerenja, uključujući njegovu metodologiju, njegova je kozmiologija koja vidi relativno maleni univerzum sastavljen od dviju polutki (kugle): zemaljskog nestalnog svijeta koji nastaje i propada jer mu se elementi kreću pravocrtno i oprečno – kuglolika Zemlja u njegovom je centru, a nebeska tijela potpunog i vječnog nebeskog svijeta, osim komete, kruže u savršenim kružnim putanjama oko Zemlje u svojoj stalnosti i neprolaznosti koju zahvaljuju kružnom kretanju pete esencije, etera (sg. *aithēr*) od kojeg su sastavljena sva nebeska

tijela. Univerzum, *kósmos*, sastavljen je od brojnih koncentričnih sfera (sg. *sphaíra*) unutar kojih su nebeska tijela u svojim vječnim kružnim gibanjima. Za njega je *kósmos* sustav isprepletenih sfera koji se održava i giba zajedno pokretan njima inherentnom, prirodnom i vječnom kružnom nagnuću koje zrcali unutrašnje jedinstvo kozmosa usmjereno cilju i svrsi: ostvarenju svog vlastitog oblika koji nije drugo do oponašanje božjeg postojanja unutar granica vlastite tvarne naravi:

Aristotelova kozmologija postavlja kuglastu Zemlju u središte kuglastog kozmosa. Oko Zemlje su nakupljeni okrugličasti slojevi vode, zraka i tople zapaljive tvari, a iznad ili udaljenije od Zemlje nalaze se nebeske okruglice od tvari čija čistoća raste razmjerno porastu njihove udaljenosti od Zemlje (Zeller, 1969). U okruglicama oko Zemlje nalaze se planeti, Mjesec, Sunce i zvijezde. Aristotelov model kozmosa sadržava sedam nebeskih tijela: Mjesec, Merkur, Veneru, Sunce, Mars, Jupiter i Saturn. Svako od ovih tijela ima svoju okruglicu u kojoj se kreće oko Zemlje (Kokić, 2015: 229).

Ovdje treba istaknuti da ovako staro tumačenje strukture kozmosa vidi Zemlju okruglom, a nikako ravnom, kako je to u nekih drugih tradicija, kao u Kini gdje se to mišljenje zadržalo sve do 16. st. kada su isusovci popularizirali kuglastu Zemlju, iako su u 13. st. Kinezi već znali za takvu ideju od Perzijanaca koji su tvrdili da Zemlja ima oblik kugle. Isusovci su u Kinu donijeli Aristotelovu koncepciju kozmosa i okrugle Zemlje, kao što su i islamski učenjaci doznali za ideju okrugle Zemlje iz starogrčkih izvora. Statičnost Zemlje bila je općeprihvaćena sve tamo do Kopernikove *Raspravice* (lat. *Commentariolus*) nastale između 1510. i 1514. godine, u kojoj je utvrdio da je uočeno dnevno kretanje zvijezda na nebu oko Zemlje u potpunosti uzrokovano rotacijom Zemlje oko svoje osi. Sve do tada bilo je sasvim racionalno vjero-

vati u statičnost Zemlje, jer su jednostavni pokusi promatranjem tijela bačenih u visinu pokazali da takvi predmeti idu okomito u visinu i isto tako ravno u vertikali padaju natrag na Zemlju. Okomita putanja je potvrdila da se Zemlja ne giba, inače bi predmet imao zakrivljenu putanju, mislilo se tada jer se nije znalo da se i atmosfera kreće zajedno s našim planetom. Drugi dokaz koji je išao u prilog stacionarne Zemlje je to što se to kretanje nije moglo zamijetiti, iako se već u to doba znalo da je opseg Zemlje vrlo velik, pa je trebao očekivati veliku brzinu koja bi bila jasno zamjetljiva (na primjer, vjetar bi nam snažno puhao u lice). Ptolemej je znao za ideje o rotaciji Zemlje i logičku mogućnost objašnjenja dnevne rotacije Sunca na dva načina: 1) slučaj stacionarne Zemlje koju Sunce jednom dnevno obiđe, ili 2) da je Sunce stacionarno, a Zemlja se jednom dnevno okrene oko svoje osi. Ptolemej je smatrao da je prvo objašnjenje puno bolje potkrijepljeno opažanjem i objašnjeno razumskim argumentima. Sljedeći dokaz stacionarnosti Zemlje Ptolemej je izvodio iz uočene istovjetnosti kuta promatranih zvijezda, što je značilo da se promatrač ne kreće, on je nepomičan na nepomičnom mjestu – Zemlji. U suprotnom, primijetila bi se zvjezdana paralaksa koja označava prividan pomak promatranog tijela koji nastaje zbog gibanja promatrača, kao kada bi pri čitanju knjige spuštali glavu i gledali nepokretnu knjigu pod drugim kutom.

Tako da, kako je Ptolemej zaključio, ne uočavamo zvjezdanu paralaksu i stoga nismo u kretanju. Ukratko, Ptolemejev argument iz zvjezdane paralakse pruža ekstremno jak, logički čvrst, empirijski utemeljen argument da se Zemlja ne kreće (DeWitt, 2004: 97).

Aristotel je kretanje tijela vidio svrhovitim, smatrajući da postoje tri prirodna jednostavna smjera kretanja: nebeska tijela kreću se kružno (eter), vatra se kreće prema gore, a zemlja kao element teži prema dolje, prema svom prirodnom mjestu – sre-

dištu univerzuma. Prirodno mjesto je ono koje po naravi (prirodi) može primiti sve elemente određene vrste, teži predmeti su svojom imanentnom svrhom usmjereni prema Zemlji koja je nepokretni centar *kósmosa*, dok su lakši predmeti prirodno svojom imanentnom svrhom usmjereni prema rubnim područjima svijeta, prema gore. U oba slučaja Aristotel je pretpostavljao prirodan smjer kretanja samo ako nije postojala neka prepreka, kretanje tijela prema dolje, slično kiši, predstavljalo je elementarno kretanje tijela. Promatranje je, čini se, dokazalo da je Aristotel bio u pravu kada je tvrdio da je Zemlja nepokretno tijelo u središtu univerzuma, jer se nije moglo uočiti njezino kretanje, pa čak unatoč njegovom poricanju postojanja praznine i prihvaćanju postojanja medija koji sprječava prirodno kretanje tijela »neograničenom brzinom« (Weinberg, 2015: 25). Suprotno od Aristotela, Demokrit je osporavao prirodno kretanje tijela (atoma), atomi su se slobodno kretali u beskonačnom prostoru – praznini, njihovo kretanje je nasumično, zbrkano, besciljno i nesvrhovito, oni se nepravilno kreću u svim smjerovima. Atomi se kreću beskonačnom prazninom koja nema središta ni periferije, vrha ili dna kojemu bi oni mogli težiti, u tom nesvrhovitom kretanju nasumce se i besciljno sudaraju i spajaju. Temeljna načela Aristotelove fizike uključuju četiri iskaza:

Svako gibanje je prirodno ili prisilno, svako prirodno gibanje je gibanje prema svom prirodnom mjestu, prisilno gibanje je uzrokovano kontinuiranim djelovanjem nekog čimbenika (djelovanje na daljinu nije moguće), vakuum nije moguć (Losee, 2010: 10).

Ova temeljna načela fizike, kao i svake znanosti, pretpostavke su uzete kao (samo)istine koje se ne mogu izvesti (deducirati) iz nekih drugih, još temeljnijih načela. Na osnovi temeljnih, neupitnih načela fizike i drugih znanosti, moguće je uspostaviti znanost kao deduktivnu sistematizaciju iskaza iz takvih temeljnih načela.

Za primjer takvih idealnih deduktivnih sistema često se uzima Euklidova geometrija (i Arhimedova statika), jer je aksiomatizirao sisteme iskaza u kojima se pretpostavljena nužna istina u logičkom smislu prenosila od logičkih izvoda do definicija, preko aksioma do teorema (koje treba dokazati). Neka, idealna deduktivna sistematizacija trebala bi zadovoljiti sljedeće uvjete: »(1) da su aksiomi i teoremi deduktivno povezani; (2) da su aksiomi očigledne istine; i (3) da su teoremi u suglasju s opažanjima« (Losee, 2010: 21). U samom redosljedu teksta 13 knjiga Euklidovih *Elemenata* svaka od njih počinje definicijama pojmova kojima će se koristiti u toj knjizi, a zatim se uvode postulati i aksiomi. Prve tri definicije prve knjige tako tvrde: Točka je ono što nema dijelove, crta je dužina bez širine, krajevi crte su točke. Euklid, kao i Arhimed, dokazivao je teoreme deducirane iz njihovih aksioma metodom svođenja na proturječje (lat. *reductio ad absurdum*) i eliminacijom alternativa, što je produženi oblik svođenja na proturječje. *Reductio ad absurdum* je postupak dokazivanja nekog teorema 'T' tako da se pretpostavi da je ' $\neg$ T' točno i onda se deducira iz ' $\neg$ T' i aksioma iskaz i njegova negacija. Ako se na ovaj način mogu deducirati dva kontradiktorna iskaza, i ako su aksiomi sistema istiniti, onda i 'T' mora biti istinit.¹⁵ Metoda eliminacije alternativa ili produženi oblik *reductio ad absurdum* teži pokazati kako je svaki mogući kontrarni iskaz teorema inkonzistentan s aksiomima ispitivanog sistema.

Najpoznatiji kozmološki model antike je *Veliki matematički sustav astronomije* (u arapskom prijevodu *Almagest*, a izvorni grčki naziv je bio *Mathematike Syntaxis*) u 13 knjiga Klaudija Ptolemeja iz 150. godine, koji je ostao temeljni astronomski priručnik zapadnim i islamskim znanstvenicima sve do početka 17. stoljeća i Keplerovih otkrića. Ovaj tekst nastao je kao nadopunjena inačica *Zvjezdanog kataloga* Hiparha iz Niceje. To što je Ptolemej

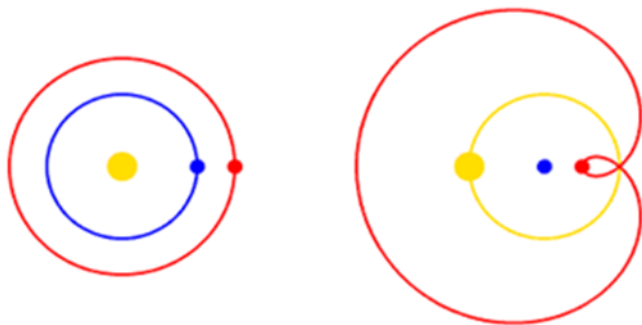
15 Drugo objašnjenje *reductio ad absurdum*: pretpostavi se da je ' $\neg$ T' istinit i ako prilikom izvođenja upadnemo u kontradikciju, to znači da je smo krivo pretpostavili i da je iskaz ' $\neg$ T' neistinit, a teorem 'T' istinit.

napisao i astronomski ‘udžbenik’ *Tetrabiblos* nije nešto slučajno, jer se u astronomiji sažima pretpostavka prediktivnosti svijeta: kao što astronomske (ili astrološke, ovisno o tumačenju) pojave mogu odrediti osobnu sudbinu pojedinca ili polisa, jednako tako otkrivaju buduće kretanje i položaj svijeta. U tekstu se argumentima potkrepljuje pretpostavka geocentričnog sferičnog kozmosa, u kojemu je Zemlja nepokretno središnje mjesto univerzuma, na temelju čega se predviđa putanja Sunca, Mjeseca, planeta i zvijezda koje se gibaju oko Zemlje. Ptolemejev model se dobro slagao s opažanjima i nudio je dobro predviđanje putanje nebeskih tijela. Ptolemej je, možda na osnovi Aristotelovog sustava *a priori* načela, pretpostavio da Sunce, Mjesec i svi planeti zauzimaju određenu fiksnu kružnu orbitu¹⁶ na nekoj manje-više nepromjenjivoj udaljenosti od Zemlje na takav način da među njima nema međuprostora (Weinberg, 2015: 94). Međutim, Ptolemej je uveo novi geometrijski model objašnjenja promjene brzine i smjera prividnog kretanja Sunca, Mjeseca i planeta oko Zemlje, kao i za objašnjenje prividno retrogradno gibanje tada poznatih planeta: Merkura, Venera, Marsa, Jupitera i Saturna. Objašnjenje je bilo u tome što je Zemlja imala blago ekscentričan položaj u odnosu na središte svih kružnica po kojima su se kretala ostala nebeska tijela, tako da su se nebeska tijela (osim Sunca) kretala po epicikličkim putanjama oko središta koje je bilo malo udaljeno od Zemlje. Ovime je Ptolemej u nekoj mjeri odstupio od uniformnog gibanja nebeskih tijela kakvo je bilo zamišljeno unutar paradigme uspostavljene u Aristotela, jer su planeti blago mijenjali brzinu, kako bi uskladio model s opažanjima. Ptolemej je uveo *ekvant* kako bi objasnio promjenu brzine opaženu u različitim fazama kretanja planeta: planet se ne giba više jednolikom brzinom (prelazeći jednake kutove u jednakom vremenu) s obzirom na centar deferenta, već opisuje jednake kutove s obzirom na ekvant, koji je točka izvan središta deferenta.

16 Kopernik je također pretpostavljao kružno kretanje Zemlje i planeta nepromjenjivom brzinom.

Grafika 3

Lijevo je Kopernikov heliocentrični model,
a desno Ptolemejev geocentrični model



Struktura kretanja nebeskih tijela oko Zemlje bila je izgrađena oko sustava dviju kružnica, epicikla i deferenta. Epicikl je kružnica po kojoj se giba planet (često se prikazuje kao manja), dok se centar epicikla giba većom kružnicom, deferentom. Izravno ili progradno kretanje opaža se kada se planet giba od zapada prema istoku, a retrogradno je ono gibanje koje uočavamo kada se planet vraća, radeći petlju, krećući se ponovno na istok ili se jednostavno vraća u drugom smjeru.

Ptolemej je temeljem skupa promatranja (indukcije) uočio fenomen kretanja nebeskih tijela i onda temeljem tih opažanja generalizirao ih u opću pretpostavku iz koje se moglo deducirati njihovo buduće kretanje, i tako provjeriti i dokazati na brojnim pojedinačnim opažanjima opću pretpostavku. Opažanja su pokazala svoju usklađenost s Ptolemejevim modelom kozmosa, a neuočavanje paralakse je dokazalo, mislilo se, da je Zemlja nepokretna. Ptolemejev model kozmosa nije bio usklađen s Aristotelovim modelom kozmosa i s njegovom metodologijom prema kojoj je aksiom astronomskog gibanja načelo da »je svako jednostavno gibanje ono gibanje koje se događa oko središta univerzuma ili prema ili od tog središta« (Losee, 2010: 19). Ptolemej je u

svom *Velikom matematičkom sustavu astronomije* i kasnijoj *Planetarnoj hipotezi* (sg. *Hypotheseis tōn planōmenōn*) koristio niz matematičko-geometrijskih (trigonometrija) modela za izračun i prikaz svoje kozmologije, ali ne samo kao pomoćno računsko sredstvo, nego kao model koji je koherentan strukturi zbiljskog svijeta koji opisuje. Uz to, proučavanje nebesa donosilo je osjećaj sudjelovanja u božanstvenosti, kako Ptolemeju pripisuje jedna bizantinska kompilacija njegovih tekstova, *Anthologia Graeca* iz 10. stoljeća:

Znam da sam smrtni i prolazno stvorenje, ali kada proučavam nagomilane zvjezdane krugove, moje noge više ne dodiruju Zemlju, nego, stojeći uz samoga Zeusa, nasitim se ambrozije, božanske hrane (Epigram 9.577, Codex Palatinus 23).

Ovaj citat svjedoči razumijevanje (znanstvenog) proučavanja kozmosa kao pothvat usmjeren prema otkrivanju božanskih stvari, pune istine i zbilje. Ptolemejev model kozmosa pretpostavio je stacionarnu Zemlju u središtu univerzuma čija tijela kruže oko Zemlje i dokazao tu tvrdnju izostankom zvjezdane paralakse. Zvjezdana paralaksa je vrlo mala zbog velike udaljenosti zvijezda pa je precizno izmjerena tek 1838. god. što je značilo vrlo čvrstu činjenicu koja je govorila protiv geocentričnog sustava i u korist heliocentričnog. Bio je to jedan od najsnažnijih dokaza da Sunce ne kruži oko Zemlje nego obratno. Ptolomejev sustav je u *Almagestu* tretirao nebeska tijela kao izolirane entitete i tako objašnjavao njihovo kretanje u zasebnim knjigama, postavio je model koji je uvažavao opažene činjenice i izvanredno uspješno predviđao buduće događaje:

Koristeći Ptolemejev sustav za previđanje mjesta na noćnom nebu gdje će se pojaviti Mars na današnji datum sljedeće godine, ili ako bismo ga koristili za predviđanje kada i koliko dugo će Mars biti u retrogradnom gibanju, ta predviđanja bi bila vrlo bliska onome što bismo opazili (DeWitt, 2004: 116).

Unatoč visokom stupnju preciznosti predviđanja, geocentrična kozmologija i astronomija počinju gubiti utjecaj Kopernikovim heliocentričnim modelom objavljenim u djelu *O vrtnji nebeskih krugova* (lat. *De revolutionibus orbium coelestium*) 1543. god. koji je u svojoj osnovi tek izmijenjeni Ptolemejev sustav, samo su Zemlja i Sunce zamijenili mjesta: Sunce je sada u središtu univerzuma (ne Sunčevog sustava nego univerzuma!). Kopernikov model temeljio se na istim empirijskim činjenicama kao i Ptolemejev model, a njihov su izvor bila astronomska promatranja golim okom, jer nije bilo dalekozora ili teleskopa. Kopernikov model je na osnovi opaženih nebeskih pojava i njihovog kretanja izgradio novi kozmološki model koji je u većoj mjeri poštovao jednoliko gibanje planeta. Oba sustava su jedno vrijeme bila podjednako prihvaćena, a Kopernikovom modelu pripisivala se visoka instrumentalna (matematička) vrijednost, iako se puno manje prihvaćala ideja kako takav sustav odgovara kozmosu u fizičkom smislu. Nakon njega, Tycho Brahe (1546. - 1601.) razvio je u djelu *De mundi aetherei recentioribus phaenomenis* iz 1588. godine kozmološki model sintetizirajući dijelove Ptolemejevog (fizikalni) i Kopernikovog (matematički i geometrijski) modela. Hibridni model kozmosa pretpostavljao je nepomičnu Zemlju u središtu kozmosa oko koje kruže Sunce i Mjesec, dok se ostali planeti kreću kružnim putanjama oko Sunca. Nakon njega Johannes Kepler (1571. - 1630.), jedno vrijeme Braheov asistent koji je nakon Braheove smrti naslijedio njegove podatke iskoristivši ih za razvoj zakona novog kozmološkog modela koji je predstavio u djelu *Nova astronomija* (*Astronomia Nova*) iz 1609. (prva dva zakona) i *Skladnosti svijeta* (*Harmonices Mundi*) iz 1619. god. (treći zakon) uvođenjem eliptičnih putanja planeta. Novi model univerzuma sažet je u tri zakona:¹⁷

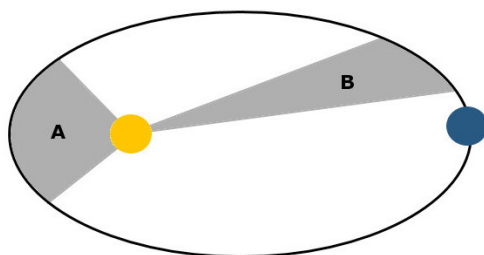
(1) svi se planeti gibaju oko Sunca po elipsama i Sunce je u jednom od žarišta tih elipsa,

17 Keplerovi zakoni s velikom točnošću mogu izračunati putanju kometa, prirodnih i umjetnih satelita i dvojnih zvijezda, a Isaac Newton ih je koristio u otkriću temeljnih zakona gibanja i općeg zakona gravitacije.

(2) radij-vektor Sunce-planet u jednakim vremenskim razmacima prebriše jednake ploštine, tj. planet se giba brže kad je bliže Suncu, a sporije kad je od njega udaljeniji,

(3) omjer kuba velike poluosi a eliptične putanje planeta i kvadrata ophodnoga vremena T jednak je za sve planete: $a^2/T^3 = \text{konst.}$

Grafika 4
Keplerov drugi zakon



Kepler je pretpostavio da su planeti pokretani pokretačkom snagom duše (*motive soul*), no kako se brzina planeta smanjuje udaljavanjem od Sunca, mislio je da su planeti pokretani u svojim orbitama nekom vrstom sile koju Sunce isijava. Kako je Kepler u tekstu *Rudolfinskih tablica* (*Tabulae Rudolphinae*) iz 1627. god. predvidio prolaz Merkura ispred Sunca 1631. god., što nije bilo opaženo, može se reći da je »Kopernikov i Keplerov model heliocentričnog sustava bio utemeljen na matematičkoj jednostavnosti i koherenciji, a ne na boljem slaganju s opažanjima« (Weinberg, 2015: 173). Galilei je među prvima pokušao dokazati prednost u korist heliocentričnog sustava pred Ptolemejskim modelom.

3.2 Galilei

Galileo Galilei (1564. - 1642.) unio je revoluciju u astronomiju usavršavanjem dalekozora tako što je postigao uvećanje 18-20 puta, čime se počeo uspješno koristiti ne samo u vojne svrhe nego i u astronomiji. Astronomska promatranja golim okom nisu mo-

gla osigurati krucijalni dokaz koji bi prevagnuo u dvojbi između geocentričnog i heliocentričnog modela kozmosa, pa čak ni Galileijeva opažanja teleskopom »ne rješavaju izravno spor između heliocentričnog i geocentričnog sustava ... dokazi su neizravni« (DeWitt, 2004: 155). Među ključnim novim činjenicama koje su opažene novim tehničkim pomagalom – teleskopom su: (1) planine na Mjesecu, (2) Sunčeve pjege, (3) Saturnovi prsteni, (4) Jupiterovi mjeseci, (5) Venerine faze i nebrojene zvijezde koje su upućivale na puno veći kozmos nego što se mislilo do tada. (1) Postojanje planina i kratera na Mjesecu pretpostavljalo se i prije Galileija, ali tek on teleskopom potvrđuje njihovo postojanje čime se znatno narušava Aristotelova ideja kozmosa u kojem su sva nebeska tijela sastavljena isključivo od etera. Potvrda pretpostavke o stjenovitom Mjesecu slična je Anaksagorinoj tvrdnji da je Sunce užarena kamena gromada veća od Peloponeza (DK 59.A.1(8)) – zbog čega je bio osuđen na smrt. Ova poteškoća je također urušavala ideju stacionarne kamene Zemlje mogućom analogijom s Mjesecom za koji se isto tako sada utvrdilo da je kameno tijelo – prema tome – ako je kameni Mjesec u očitom gibanju, onda se može i Zemlja gibati. (2) Slična poteškoća za aristotelovsku kozmologiju proizlazi iz uočenih Sunčevih pjega za koje se utvrdilo da nisu mali planeti koji kruže oko Sunca, čime je postalo razumljivo da je Sunce u nadmjesječnom¹⁸ području koje više nije područje nepromjenjivog savršenstva (DeWitt, 2004: 157). (3) Treće otkriće kojim je Galilei djelomično narušio aristotelovsku kozmologiju je potvrđeno promatranje Saturnovih prstena ili izbočina čime se pokazala nesavršenost nebeskih tijela, koja su prema aristotelovskoj kozmologiji nužno morala biti savršeno sferična. (4) Otkriće četiriju Jupiterovih mjeseca (danas se zna za njih 79) u orbiti oko ovog planeta nije se uklapalo u aristotelov-

18 U Aristotelovoj kozmologiji i fizici superlunarnim svijetom vladaju idealni, savršeni zakoni, a sva nebeska tijela u njemu su vječna i savršena, kružnih putanja i glatke površine. U sublunarnom području su stvari podložne promjenama, propadanju i na kraju uništenju.

sku i ptolemejsku kozmologiju koja je pretpostavila samo jedan planet, Zemlju, kao središte oko kojeg se gibaju sva nebeska tijela u savršenim kružnicama. (5) Galilei je usavršenim teleskopom lako otkrio da planet Venera prolazi kroz faze slično Zemljinom Mjesecu što je potvrđivalo pretpostavku o Suncu u središtu jer se moglo vrlo precizno predvidjeti sve faze Venere (iako je to moguće objasniti i modificiranim Ptolemejevim sustavom, pa i onim Braheovim). Također, otkrio je da postoji mnogo više zvijezda nego što se vidjelo golim okom, što je upućivalo na znatno veći univerzum nego se mislilo do tada.

Unatoč ovim opažanjima, čak ni suvremene spoznaje, poput fotografija iz svemira ili zamišljeno dugotrajno snimanje, ne bi donijele izravnu odluku o središtu oko kojeg se vrte nama poznati bliski planeti, jer bi se pokazalo samo relativno kretanje Sunca i planeta. Katolička crkva je Galileiju u procesu održanom 1616. god. zabranila dalje braniti i promovirati Kopernikove ideje, uz zabranu Kopernikove knjige *De revolutionibus orbium coelestium* i napomenu da će se zabrana ukinuti kada se navede hipotetska narav Kopernikove ideje (zabrana je skinuta 1835. god.). Unatoč višestrukim upozorenjima o potrebi navođenja hipotetske naravi heliocentrizma i obećanju da će se pridržavati upute, Galilei je 1632. godine u djelu *Dijalog o dvama glavnim svjetskim sustavima, ptolemejskom i kopernikanskom* (*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*) promovirao Kopernikov heliocentrični sustav.¹⁹ Poslije je, 1638. godine, objavio djelo *Razgovori i matematički prikazi dvaju novih znanja u mehanici* (*Discorsi e dimonstrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*) u kojem je uputio na relativnost jednolikoga gibanja te gibanje tijela u (gravitacijskom) polju. Galilei je ovdje, zapravo, postavio metodologiju evaluacije i interpretacije znanosti: (1) potrebno je razdvojiti znanstvenu interpretaciju od

19 Galilei u knjizi nije iznio dokaze Kopernikove ideje, nego je ismijao svoje protivnike, uključujući papu Urbana VII čije je riječi stavio u usta neznalice iz dijaloga, Simpliciusa, koji je u djelu zagovarao aristotelovsko-ptolemejsku kozmološku sliku.

one neznanstvene (demarkacija), i (2) odrediti prihvatljivost interpretacije koju označavamo znanstvenom: znanstvena/neznanstvena (Losee, 2010: 47-48). Galilei je u demarkaciji, manje-više ili ponegdje,²⁰ odustao od Aristotelovog kvalitativnog određenja prostora u kojem postoje ‘prirodna mjesta’ koja fizikalni entiteti nužno moraju zauzeti, mijenjajući ih kvantitativnim određenjem kretanja fizikalnih entiteta s obzirom na koordinate geometrijskog prostora, smatrajući da se univerzum može matematički opisati. Tvrdnjom da je ‘znanost matematika (i mjerenje)’, Galilei postavlja načelo da je sve potrebno izmjeriti, a ono što nije mjerljivo, treba učiniti mjerljivim. Galilei tako u djelu *Analitičar* (lat. *Il Saggiatore*) iz 1623. god. piše da je ‘knjiga prirode napisana jezikom matematike’ što je predstavljalo odmak od teleološkog i esencijalističkog objašnjenja prirode prema onom mehanističkom, pa se može reći da je ovdje riječ o jednoj vrsti revolucije u smjeni metateorijskih načela koja su u temelju znanstvenog mišljenja. Za Galileija predmet izučavanja fizike su primarne kvalitete koje pripadaju tijelima samima: protežnost, gibanje, tvrdoća; dok sekundarne kvalitete pripadaju čovjekovoj opažajnoj, osjetilnoj spoznaji koja ih prepoznaje kao boje, okuse, mirise, hladnoću i sl. Sve ovo je već u nekom obliku mišljeno kod grčkih atomista.

Uz ovu revoluciju s Galileijem počinje još jedna revolucija, jer njegov rad o gibanju tijela objavljen u *Dijalogu o dvama glavnim svjetskim sustavima* sadrži eksperimentalnu studiju. U ovom tekstu Galilei je pokazao da tijela padaju istom brzinom neovisno o svojoj težini što je bilo u suprotnosti s Aristotelovom tvrdnjom da teža tijela brže padaju, također je pokazao da eksperimentalni rezultati često uključuju aproksimacije koje nisu supstancijalne pogreške nego neodvojivi dio eksperimenta. Za Galileija fizika nužno uključuje imaginaciju i idealizaciju koje nisu prisutne u samom ispitivanom fenomenu, poput slobodnog pada predmeta ili njihala koji se gibaju

20 U prijašnjoj knjizi *Starije zabilješke o gibanju* (tal. *De motu Antiquiora*) iz 1592. god (objavljenoj posmrtno 1687.) Galilei potvrđuje postojanje ‘prirodnih mjesta’.

u vakuumu. Tako je u raspravi o brzini slobodnog pada predmeta tvrdio da predmeti padaju jednolikom, uniformnom brzinom, suprotno raširenom uvjerenju da je brzina slobodnog pada predmeta u bilo kojem intervalu vremena razmjerna putu, tj. udaljenosti, a ne vremenu. Galilei je eksperimentalno dokazao svoje pretpostavke, ali kako predmeti padaju prebrzo da bi se izmjerila brzina njihovog kretanja, usporio je njihovo kretanje uzevši za model slobodnog pada kotrljanje kugli niz kosinu. Ovaj model je morao, imaginacijom, pretpostaviti postojanje supstancijalne prirodne veze između kugle koja pada i one koja se kotrlja niz kosinu. Empirijski dokaz ove pretpostavke je bio sljedeći:

Brzina koju je kugla postigla spuštajući se niz kosinu ovisi samo o *vertikalnoj* udaljenosti s koje se kugla spustila, a ne ovisi o kutu kosine. Slobodno padajuća kugla može se smatrati potpunom vertikalnom kosinom, tako da ako je brzina kugle koja juri kosinom proporcionalna vremenu njezinog gibanja, isto mora biti točno za kuglu u slobodnom padu (Weinberg, 2015: 192).

Ovaj pokus predstavlja novo poglavlje u proučavanju prirode, jer proučavanje više nije ograničeno na puko promatranje prirodnih pojava nego se uvodi model koji ih mijenja – ovdje je to umjetno gibanje kugle koje imitira prirodno gibanje na prilagođen (usporen) način što omogućava promatranje detalja fenomena kakvo inače nije moguće u prirodnim uvjetima. Galileo se ipak nije uvijek i u potpunosti držao rezultata pokusa kao točke odluke između dviju teorijskih pretpostavki, ponegdje se odricao eksperimentalnih rezultata ako bi bili protiv njegove (i Kopernikove) teorije:

Galilei je ... odbacio dokaze koji su bili nepovoljni za njegovu teoriju plime i oseke. Vjerovao je da plima i oseka nastaju periodičnim pojačavanjem i slabljenjem dvaju gibanja Zemlje – njezine godišnje revolucije oko Sunca i dnevne rotacije oko vlastite osi ... Iz Galileijeve teorije proizlazi da se plima pojavljuje na nekom mjestu jednom dnevno, i to bi trebalo biti oko podne (Losee, 2010: 52).

Pokusi su jasno pokazali da se plima pojavljuje dva puta dnevno i to ne u podne ili neko drugo točno određeno vrijeme tijekom dana, ali je umjesto prihvaćanja rezultata i potrage za novom teorijom, Galilei ostao pri tvrdnji da je uzrok eksperimentalnog nepodudaranja s teorijom u djelovanju drugotnih uzroka poput dubine mora, oblika i geografskog položaja takvog izabranog pokusnog mjesta. Također, Galilei je tvrdio da je vrijeme gibanja njihala neovisno o maksimalnom pomaku iz ravnotežnoga položaja njegovih zamaha za kutove do 80 stupnjeva u odnosu na okomicu, no to nije točno jer to vrijedi samo za gibanje njihala koje je vrlo malo otklonjeno od okomice. Nije posve jasno zašto je tvrdio nešto što jednostavni pokusi opovrgavaju, no može biti da je razlog bio u prihvaćanju idealizacije kao modela proučavanja fenomena koji je nesavršen u zbiljskom svijetu: model slobodnog pada u vakuumu, gibanja njihala u vakuumu i druga gibanja bez trenja 'čisti' su modeli takvih gibanja koja su u stvarnom svijetu 'pokrivena' drugotnim uzrocima. Rezultate ovih idealnih modela potrebno je onda preračunati ili prevesti u zbiljske vrijednosti, kao što je to uspješno napravio s kuglom koja je kotrljanjem niz kosinu uspješno na umjetan način oponašala zbiljski slobodan pad.

Povijest Galileijevog odnosa s Katoličkom crkvom je opsežna i vrlo slojevita, no u nekoj mjeri Crkva se protivila Galileiju i zbog toga što neke njegove teorije nisu bile dovoljno dobro potkrijepljene činjenicama: katolički (Isusovci) astronomi s uvažavanjem su potvrdili točnost Galileijevih opažanja o Jupiterovim mjesecima koji kruže oko njega i Venerinom kruženju oko Sunca. Međutim, to još uvijek nije moglo nepobitno dokazati da Zemlja nije nepokretno središte univerzuma. Spor između Galileija i Crkve (u liku kardinala i astronoma Bellarmine) u osnovi je bio spor između doslovnog tumačenja Biblije i njezine interpretacije, spor između ideje da je u aristotelovskom smislu znanstveno znanje (sg. *epistēmē*) nepromjenjivo i onoga da je promjenjivo (što je

puno kasnije osvijestio Popper), kao i odnosa znanosti i vjere. O ovom posljednjem svjedoči Galileijevo pismo u kojem kaže da je čuo od kardinala Barionija »da je nakana Duha Svetoga naučiti nas kako netko odlazi na nebesa, a ne kako se nebesa kreću« (Favaro, 1932: 319). Naime, postoje zapisi da je Bellarmine smatrao da bi dokaz heliocentričnog sustava značio potrebu dubokog promišljanja o grešci u tumačenju Biblije (DeWitt, 2004: 165-166). Na kraju, Galilei je završio u kućnom pritvoru, jer se u knjizi iz 1632. god. nije držao obećanja o odricanju od heliocentričnog sustava, a Crkva je skinula zabranu s njegovih djela 1757. god. Galileijeva otkrića označila su pobjedu heliocentričnog sustava nad aristotelovsko-ptolemejskim, također su pobila dotadašnje ideje o gibanju predmeta prema njima prirodnom mjestu – središtu univerzuma. Međutim, Galilei nije znao objasniti pitanja koja se danas mogu činiti trivijalnim: zašto vertikalno u visinu bačeni kamen pada na Zemlju i to na točku s koje smo ga bacili, zašto imamo osjećaj da je Zemlja stacionarna iako se rotira oko Sunca? Teža pitanja također nisu bila odgovorena: zašto su putanje planeta eliptične i što planete trajno održava na istoj brzini u njihovim putanjama? Odgovore na ova pitanja dao je Newton.

3.3 Newton

Kopernik, Brahe, Kepler, Galilei, Francis Bacon, Descartes i više drugih autora stupnjevito su urušili aristotelovsku sliku svijeta sastavljenu od malenog udobnog svemira sa Zemljom u svome središtu, oko koje se u geometrijski savršenim kružnim putanjama kreću nebeska tijela: Sunce, Mjesec i planeti – a zvijezde kruže usađene u svoje sfere, gibajući se prema svojim prirodnim mjestima usmjereni svrhovitim uzrocima. No, tek je Isaac Newton (1642. - 1727.), tvorac infinitezimalnog računa i nove fizike (mehanike), svojim djelom *Matematička načela prirodne filozofije* (lat. *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*) označio konačan krah aristotelovsko-ptolemejske kozmologije,

njihovog opisa svijeta, esencijalističko-teleološkog načela i stare metodologije. Između Galileija i Newtona bilo je nekoliko briljantnih znanstvenika i filozofa koji su ‘pripremili’ teren: matematičar, znanstvenik i filozof (metafizičar) René Descartes (1596. - 1650.) koji je razvio algebarsku ili analitičku geometriju i mehanističku teoriju prirode (fiziku); i Christiaan Huygens (1629. - 1695.) koji je teleskopski otkrio Saturnove prstene, izumio sat pokretan njihalom, izmjerio brzinu tijela u slobodnom padu blizu površine Zemlje i postavio valnu teoriju svjetlosti. Descartes je smatrao da se sva materija giba prema trima zakonima gibanja, ona nema nikakvu immanentnu silu nego je Bog postavio zakone gibanja koji podržavaju njegovo djelovanje. U *Raspravi o metodi* (*Discours de la méthode*) iz 1637. god. i *Načelima filozofije* (*Principia philosophiae*) iz 1644. dovodi u pitanje znanje izvedeno iz osjetilnih opažaja, tvrdeći da je jedina sigurna činjenica da jest, koja proizlazi iz mišljenja o tome da jest. Descartes se posebno protivio objašnjenju djelovanja sile na daljinu, smatrajući da sve takve pojave treba objasniti neposrednim kontaktom čestica. Tako se planeti vrte oko Sunca nošeni medijem koji se vrtložno rotira. Za njega su svi fenomeni u svijetu, pa i život, fenomeni koji se mogu i trebaju objasniti mehanistički kroz tri zakona prirode (gibanja): (1) svaki predmet, sam po sebi, uvijek ustraje u istom stanju, tako ono što je jednom pomaknuto uvijek se nastavlja kretati, (2) svako gibanje je samo po sebi pravocrtno; stoga se ono što se kružno pomiče uvijek teži udaljiti od središta kružnice koji opisuje, i (3) svako tijelo, sudarajući se s drugim većim tijelom, ne gubi ništa od svog gibanja; ali, sudarajući se s manjim, gubi onoliko koliko na njega prenese. U konačnici, za Descartesa »Bog je ultimativni uzrok gibanja u univerzumu« (Losee, 2010: 67). U filozofskom smislu važno je Descartesovo određenje prema kojem su njegovi zakoni deduktivne posljedice njegovih filozofskih načela, a filozofska (metafizička) načela su u vrhu simboličke piramide znanstvene istine: misao da mislitelj

jest, postojanje Boga i postojanje svijeta i tako dalje. No, opći zakoni nisu dovoljni za određenje budućih fizikalnih stanja svijeta, jer je ovaj univerzum jedan od neprobrojenih univerzuma koji može biti stvoren slijedeći zakone prirode.

Newton je smatrao, suprotno Descartesu, da se generalizacije (zakoni prirode) o prirodnim fenomenima moraju izvoditi na osnovi pozornog proučavanja tih istih fenomena, s ključnim zahtjevom nužne empirijske potvrde posljedica dedukcije, a onda vrijednost izvedena iz te dedukcije (njezinih posljedica) može biti veća od dokaza nekog pojedinačnog slučaja (indukcije). Newton je u opsežnoj knjizi *Principia* uputio na brojne zakone gibanja i na zakon gravitacije, a središte njegove slike svijeta tri su zakona gibanja i zakon gravitacije. Unatoč velikoj važnosti, ta tri zakona eksplicirana su na tek malo više od jedne stranice. Ovo su pojednostavljeni Newtonovi zakoni gibanja i gravitacije:

1. Prvi zakon (zakon inercije) kaže da tijelo miruje ili se jednoliko giba po pravcu sve dok je rezultatna (vektorski zbroj sila koje djeluju na tijelo) sila na njega jednaka nuli.
2. Drugi zakon kaže da vanjska rezultatna sila koja djeluje na neko tijelo uzrokuje akceleraciju koja je razmjerna vanjskoj sili i čiji je iznos obrnuto razmjernan masi, pri čemu je smjer akceleracije istovjetan smjeru sile. Promjena količine gibanja (umnožak mase i brzine, $p = mv$) razmjerna je djelovanju sile (ovaj zakon definira silu F i uvodi masu kao svojstvo tijela).
3. Treći zakon (zakon akcije i reakcije) kaže da se uz svaku silu koja proizlazi iz djelovanja okoline na tijelo javlja protusila. Sila i protusila su iste veličine i smjera, a suprotne orijentacije.
4. Zakon gravitacije kaže da svaka čestica u svemiru djeluje privlačnom silom na svaku drugu česticu razmjerno njihovim masama m_1 i m_2 , a obrnuto razmjerno kvadratu udaljenosti r između njihovih središta mase.

Zakoni gibanja jasno su i koncizno izloženi u knjizi *Principia* na malo više od jedne stranice (na 11 stranica zajedno s posljedicama i komentarima), dok se gravitacija razmatra na više mjesta: u početku (poglavito u definicijama V. i VII.) se pojam gravitacija koristi specifično za vrstu centripetalne sile koja privlači predmete Zemljinom središtu, dok se univerzalna gravitacija spominje puno kasnije u pretpostavci da Zemljina gravitacija mora dosezati bar do Mjeseca koji se zbog nje rotira oko Zemlje, i da se drugi planeti i Zemlja rotiraju oko Sunca zbog neke sile istih obilježja. Spominjući da tijela gravitiraju prema planetima (propozicije V i VII. treće knjige), u VII. propoziciji, VII. teoremu treće knjige kaže »Postoji sila gravitacije koja teži svim tijelima, proporcionalna materiji koju ona sadrže« (Newton, 1846: 397). Središte gravitacije Sunčevog sustava je nepomično, to je također središte apsolutnog prostora (*absolute space*), iz kojeg se, na primjer voda u posudi izložena centrifugalnoj sili izmiče prema rubovima posude, to je ubrzanje s obzirom na apsolutni prostor. Newton za apsolutno vrijeme koje je 'prazno' od svih događaja, nije ponudio način mjerenja. Tri Newtonova zakona gibanja i gravitacija su aksiomi Newtonove mehanike, što znači da su pretpostavljene temeljne istine koje se ne mogu izvesti iz nekih drugih iskaza sustava, nego se iz njih izvode teoremi, koji su iskazi čiju istinitost tek treba utvrditi izvođenjem dokaza, treba ih dokazati. Aksiomi moraju biti povezani s iskustvenim opažajima, s naznakom da treba razlikovati apsolutnu vrijednost aksioma koji su matematička načela koja opisuju gibanje u apsolutnom prostoru od vrijednosti koja se empirijski utvrđuje u zbiljskom prostoru. Ova razlika između vrijednosti (mjere) aksioma i vrijednosti njegove empirijske primjene »...jedno je od najvažnijih Newtonovih doprinosa teoriji znanstvene metode. On je podigao na novu razinu sofisticiranosti ideal deduktivne sistematizacije znanstvenog znanja« (Losee, 2010: 81). Newton je slično Galileiju postavljao primarne kvalitete za predmet proučavanja fizike, ali je za po-

četnu točku proučavanja prirode uzimao kvalitete koje opažamo i koje su mjerljive. U tom smislu je Newton svoju teoriju gravitacije temeljio na opaženom privlačenju kao uzroku rotacije planeta, plime i oseke, ali na pitanje o primarnim uzrocima koji su u temeljima fenomena gravitacije rekao je » *'I feign no hypotheses'* « (Losee, 2010: 82). Ovo je bio uzrok mnogih kritika koje su Newtonovoj gravitaciji pripisivali okultne sile koje djeluju na daljinu, najpoznatiji kritičar bio je Leibniz. Newton je ovdje, očito, prihvatio fizikalno objašnjenje kozmoloških i drugih pojava u kojima se pojavljuje gravitacija kao uzrok za instrument, a ne realistični opis konačne zbilje svijeta kakav je on u svojoj osnovi, do koje promatrač ne može doći s trenutačno raspoloživim epistemološkim moćima. Newton nije pokušao objasniti uzrok gravitacije! Ovdje su uvedena regulativna načela ili pravila filozofskog rasuđivanja koja postavljaju načelo 'škrtosti', 'istovrsnosti svijeta' i jasne empirijske metodologije. Newton je u trećoj knjizi *Principia*, postavio četiri pravila filozofske prosudbe (*Rules and Reasoning in Philosophy*):

1. Dopuštaju se samo oni, ne više, uzroci prirodnih predmeta koji su istovremeno istiniti i dovoljni za njihovo objašnjenje.
2. Istim prirodnim učincima moramo, koliko je to moguće, pripisati iste uzroke.
3. Svojstva tijela koja se ne mogu pojačati ni oslabiti i koja pripadaju svim tijelima unutar okvira naših pokusa, treba prihvatiti za univerzalne kvalitete svih tijela uopće.
4. U eksperimentalnoj filozofiji trebamo tvrdnje izvedene općom indukcijom iz fenomena držati kao točne ili gotovo istinite, bez obzira na bilo koju suprotnu hipotezu koja se može zamisliti, sve dok se ne pojave drugi fenomeni, pomoću kojih se mogu učiniti točnijima ili podložnijima iznimkama (Newton, 1846: 384-385).

U ovim pravilima sadržana je ideja i načela nove znanosti, mehanicizam i instrumentalizam. Newton je ovdje izvanredno

pretpostavio mogućnost pojave novih fenomena: iako pri malim brzinama i makroskopskim predmetima Newtonova mehanika objašnjava fenomene, unutar područja velikih brzina svjetlosti i mikroskopskih fenomena znanost je morala iznaći nove teorije, relativnosti i kvantnu teoriju za objašnjenje fenomena u skalama veličina na kojima je klasična mehanika manjkava. Dakle, one nisu zamjena za Newtonovu mehaniku nego njezina kulminacija: Newtonovi zakoni još uvijek određuju orbite velikih i sporih satelita i mogu se koristiti za lansiranje satelita u Zemljinu orbitu i predviđanje njihovog kretanja. Mogu se koristiti za dosezanje Mjeseca, Marsa i drugih mjesta izvan Zemlje (Riebeek, 2009). No, većina kritika na Newtonovu fiziku (mehaniku) nije dolazila zbog njezine neupotrebljivosti, nego zato što je smatrao gravitaciju neobjašnjenom – smatrajući da je djelovanje na daljinu okultni element – nešto čemu treba dati racionalno objašnjenje. Relativna manjkavost u odnosu na puku racionalizaciju, približnost rezultata i uspješnost predviđanja Newtonove teorije paradigma je novovjekovne znanosti:

Uspješne teorije mogu raditi iz razloga koji njihovi tvorcii nisu razumjeli, i uvijek se pokaže da su to bile aproksimacije nekim još uspješnijim teorijama, ali one nikada nisu tek pogreške (Weinberg, 2015: 248).

Newton je dokazao postojanje i djelovanje gravitacije i njezinih učinaka bez (fundamentalnog) objašnjenja što je to točno uzrok gravitacije, time smo ostali prikraćeni za filozofski aspekt pitanja, što je njezina bit, kakva je njezina struktura, ali je uspješno predvidio kako će djelovati na fizička tijela u određenim uvjetima i kako će se ta tijela ponašati pod njezinim djelovanjem. Na pitanje jesu li takvi iskazi dovoljni za legitimno znanstveno objašnjenje, može li ono egzistirati bez poznavanja prvotnih uzroka fenomena, pokušat će odgovoriti sljedeća dva poglavlja.

4 ZNANSTVENO OBJAŠNJENJE

Proučavanje znanstvenog objašnjenja zahtijeva njegovo određenje: što to znači objasniti neki fenomen na znanstveni način, kojim metodama i instrumentima se to postiže, kako ga razlikujemo od drugih objašnjenja, je li to i po čemu točnije, preciznije ili korisnije od drugih tipova objašnjenja, ali i koja su obilježja znanstvenog i bilo kojeg drugog tipa objašnjenja podudarna. Uobičajeno je misliti kako je znanost usmjerena prema spoznaji naravi svijeta ili njegove zbiljske strukture (realizam), kako ona predviđa buduće događaje, opisuje kakav je svijet, ali i prema njegovom objašnjenju – no nismo sigurni što bi značilo objasniti nešto. Čini se da bi to moralo biti nešto više nego što je puki opis fenomena, trebalo bi to značiti da se otkriva zašto je nešto takvo kakvo jest – na primjer, osim uočavanja fenomena privlačenja tijela koji primjećujemo kod gravitacije, trebalo bi odgovoriti zašto se predmeti privlače – zašto, koji je uzrok fenomena privlačenja. Naime, sasvim je moguće postaviti neki skup tvrdnji koji je točan, precizan i dobro potkrijepljen dokazima, ali nije objašnjenje. Nekada se pitanje ‘zašto’ unutar znanosti smatralo metafizičkim pitanjem, no više ne postoji strah od postavljanja pitanja ‘zašto’ kao supstancijalnog dijela znanstvenog objašnjenja, jer se smatra da se traži »objašnjenje nečega postavljanjem u okvir empirijskih zakona« (Carnap, 2013: 651). Može se reći da pitanje ‘zašto’ se neki fenomen dogodio zapravo znači »prema kojim općim zakonima, i zahvaljujući kojim prethodnim okolnostima se taj fenomen dogodio« (Hempel i Oppenheim, 1999: 164), odnosno da objasniti nešto znači »dati informaciju o njegovom uzroku« (Godfrey-Smith, 2003: 195).

Za Aristotela je objašnjenje značilo poznavanje uzroka nekog događaja i neraskidivu povezanost uzroka i objašnjenja pojmom

aition (uzrok i objašnjenje), koji označava ‘zato’, jer Aristotel govori o četiri *aitía* kao o ‘svim načinima iskazivanja *diṛ ti* (zato)’ (Hocutt, 1974: 385). Bogatstvo Aristotelova četiri uzroka danas je napušteno reduciranjem na materijalni uzrok, a novije teorije prihvaćaju postojanje kauzalnih, ali i nekauzalnih znanstvenih objašnjenja. Pojam uzroka je također pod sumnjom kako je metafizički pojam, još od Humea i ideje uzročnosti »kao vrste skrivene veze između stvari, neopažljive ali esencijalne za funkcioniranje univerzuma« (Godfrey-Smith, 2003: 195). Noviji, instrumentalistički pristup nije opterećen pitanjem je li i što to znanost objašnjava nego usmjerava pozornost na operativni aspekt znanosti, na empiristički ideal ovladavanja skupom pravila koja omogućavaju izračunavanje tj. predviđanje budućih događaja. Empiristima je pojam objašnjenje preblizu nekakvom metafizičkom spoznajnom zahvatu u bit stvari koja se proučava (to je napušteno Aristotelovo načelo esencijalizma), ali može biti prihvatljiv u smislu konstrukcije slike svijeta (objašnjenje) koja je izgrađena na temelju opažajnih tj. empirijskih činjenica. Ovdje je potrebno upozoriti na neke važne jezične veze koje nisu očite u hrvatskom jeziku, ali su nešto jasnije u engleskom (i latinskom iz kojeg su izvedene): engleski pojam *explanation* ima veze s latinskim pojmovima *explanandum* (stvar koju treba objasniti) i *explanans* (ono što objašnjava). Filozofija znanosti upućena na vrednovanje znanstvenih teorija određuje uvjete koje trebaju ispunjavati iskazi da bi bili *eksplanans* i u kojem odnosu moraju biti s *ekspalandumom* da bi se moglo govoriti o legitimnom znanstvenom objašnjenju. U suvremenom smislu, unatoč slabostima i opovrgavanju za standardno tumačenje znanstvenog objašnjenja ili barem za početnu točku rasprave o znanstvenom objašnjenju uzima se tzv. standardni model znanstvenog objašnjenja nazvan deduktivno-nomološki model objašnjenja (*Deductive-Nomological Model*, kratica DN) ili teza (teorija) pokrića zakona (*covering law / theory*) Carla Gustava Hempela (1905. - 1997.) i Paula Oppenheima (1885. -

1977.) objavljen u članku *Studies in the Logic of Explanation* iz 1948. god. Također, ovaj model naziva se i *Hempel-Oppenheim schema*. Jedno od određenja srži Hempel-Oppenheimovog DN modela može se ovako definirati:

... najbolja znanstvena objašnjenja su (logički, nap. a.) valjani zaključci, koji u premisama sadrže barem jedan zakon i opis događaja koji treba objasniti u konkluziji. Ako umjesto objašnjenja događaja imamo njegovu predikciju, uključeni zaključak bio bi vrlo sličan. Formalna sličnost između DN objašnjenja i predikcije vodila je prema ... iskazu da su sva adekvatna objašnjenja potencijalna predviđanja (predikcije) i da su sve adekvatne predikcije potencijalna objašnjenja (Curd i dr., 2013: 648).

Deduktivno-nomološki model znanstvenog zaključka ima dvije 'sadržajne' komponente: (1) *eksplanandum* opisuje fenomen koji treba objasniti i (2) *eksplanans* (fenomen iz kojeg se izvodi objašnjenje ili način objašnjenja) iskaz koji objašnjava *eksplanandum*. DN model zaključka pretpostavlja logički valjan zaključak u kojem je konkluzija izvedena (deduktivno) iz premisa od kojih jedna premissa sadržava nekakav zakon (nomološki). Slično klasičnom valjanom logičkom zaključku (silogizmu) iz udžbenika logike koji pokazuje da konkluzija nužno mora slijediti iz premisa (a ne biti istina koja nema logičke veze s premisama), tako i ovdje da bi *eksplanans* logički legitimno/valjano objasnio *eksplanandum*, taj *eksplanandum* mora biti logička posljedica *eksplanansa*, mora biti izveden odnosno deduciran iz njega na logički valjan način tako da bude konkluzija u shemi logički valjanog zaključka. Također, *eksplanans* mora sadržavati barem jedan prirodni zakon koji mora biti ključna premissa zaključka. Hempel je deduktivno-nomološkom modelu objašnjenja propisao četiri uvjeta, od kojih svaki mora biti nužan, a zajedno su dovoljni da bi neki skup iskaza izgradio znanstveno objašnjenje:

1. Objašnjenje mora biti valjani deduktivni zaključak,
2. Eksplanans mora sadržavati najmanje jedan opći zakon potreban za dedukciju,
3. Eksplanans mora biti empirijski provjerljiv,
4. Iskaz eksplanansa mora biti istinit (Rosenberg i McIntyre, 2020: 42).

Zahtjev za istinitošću eksplanansa i njegova empirijska provjerljivost pokazuju da DN model nije puki logički aparat, nego da zahtijeva istinitost premisa: samo u tom slučaju može se jamčiti da je dedukcija ne samo valjana nego i istinita. Dakle, logički zaključak DN modela mora imati logički valjanu shemu zaključka i istinite premise – riječ je o tzv. pouzdanom zaključku (*sound argument*) koji jamči očuvanje istinitosti (istinitih) premisa u konkluziji i istinitost same konkluzije. Pitanje empirijske provjerljivosti i istinitosti iz zahtijeva (3) i (4) ima jasan prizvuk znanstvene metodologije koja želi odstraniti ne/pseudo znanstvene tvrdnje, međutim, ovdje se otvara područje potrebe određenja vrste provjerljivosti (potvrda, opovrgavanje, načelna ili stvarna provjerljivost, tip provjere i td.) i određenja istine gdje se otvara problem njezinog određenja (koherencije, korespondencije) i nužnosti razlikovanja između prirodnih zakona (*natural laws*) koji univerzalno i beziznimno vrijede uvijek i svugdje, i znanstvenih zakona (*scientific laws*) koji su naše najbolje trenutačne teorije o svijetu, pa i prirodnim zakonima.

U svojoj najopćenitijoj formulaciji DN model objašnjenja primjenjuje se podjednako na objašnjenje ‘općih pravilnosti’ i ‘zakona’, kao na primjer, izvođenje predikcije položaja Marsa iz Newtonovih zakona gibanja, zakona obrnutog kvadrata gravitacije (gdje je sila obrnuto proporcionalna kvadratu udaljenosti između tijela), mase Sunca, Marsa i njihovih položaja i brzina. U izvođenju konkluzije ili predikcije položaja Marsa, Newtonovi zakoni su ključna premissa koja u konjukciji s podacima o inicijalnim uvjetima zajedno uvršteni u valjanu shemu deduktivnog zaključ-

ka omogućavaju eksplanandum, predviđanje ili objašnjenje budućeg događaja – položaj Marsa. DN model objašnjenja može se shematski prikazati kao oblik deduktivnog zaključka (D).

Shematski prikaz DN modela objašnjenja

u obliku deduktivnog zaključka

$C_1, C_2, \dots, C_k$

$L_1, L_2, \dots, L_r$

E

$C_1, C_2, \dots, C_k$ su iskazi koji opisuju određene činjenice uključene u fenomen, dok su $L_1, L_2, \dots, L_r$ opći zakoni koji zajedno s gornjim činjenicama sačinjavaju eksplanans, a E je konkluzija – iskaz koji opisuje događaj fenomen, događaj-eksplanandum. Shema DN zaključka ili objašnjenja pokazuje »deduktivnu supsumpciju eksplananduma pod načela koja imaju obilježja općih zakona; ovo objašnjenje odgovara na pitanje ‘Zašto se događaj eksplananduma dogodio?’ pokazujući da je ovaj događaj nastao kao rezultat posebnih okolnosti navedenih u $C_1, C_2, \dots, C_k$ u skladu sa zakonima $L_1, L_2, \dots, L_r$ » (Hempel, 2013: 658). Ovaj model je deduktivno-nomološki jer se deducira iz općih zakona, također se naziva model pokrića zakona (*covering law model*) jer je ‘pokriven’ nekim prirodnim zakonima. Zakoni koji omogućavaju objašnjenje jedna su od premisa konjukcije zaključka, koji za potpuno objašnjenje treba i specifikaciju svih ostalih uvjeta: Hempel navodi primjer objašnjenja pojave nastanka balončića sapunice koji se objašnjava usponom i naknadnim padom temperature zraka zarobljenog u posudi, no ovo objašnjenje je moguće tek u konjukciji s ostalim uvjetima kao što su postojanje sapunice, stalni tlak zraka oko posude i dr. Znanstveno objašnjenje tako uvijek zahtijeva uzrok povezan s nekim kompleksnim skupom sasvim određenih uvjeta opisanih u premisi $C_1, C_2, \dots, C_k$, koji su zajedno uzrok opisanom fenomenu. Znanstvena objašnjenja sadr-

že i oslanjaju se na opće zakone i/ili hipoteze i/ili generalizacije povezujući i supsumirajući velik broj opažajnih aspekata različitih pojedinačnih fenomena ili klasa fenomena, težeći povećanju područja, supsumpciji što je više stvari pod još općenitije zakone i dubini objašnjenja pojava: Galileijev i Keplerov zakon tako su specijalni primjeri Newtonovog zakona gibanja, a i Newtonovi zakoni gibanja mogu se svesti pod još općenitiju opću teoriju relativnosti – iako takva supsumpcija nema uzročnu narav:

... može se govoriti o uzrocima samo s obzirom na neke *specifične* činjenice događaja, a ne s obzirom na *univerzalne* činjenice iskazane općim zakonima. Neće se čak niti sva deduktivno-nomološka objašnjenja nekih specifičnih činjenica ili događaja moći kvalificirati kao uzročna objašnjenja; jer će u uzročnom objašnjenju neke od eksplanatornih okolnosti vremenski prethoditi učinku koji se objašnjava: ima objašnjenja tipa (D) kojima manjka ovo obilježje (Hempel, 2013: 658).

Na ovo treba napomenuti da opći zakoni koji se primjenjuju u deduktivno-nomološkom modelu, kao i drugdje, nisu prirodni zakoni. Naime, prirodni zakoni su idealizacije koje bi trebale vrijediti uvijek, svugdje i za svakoga, oni su uniformni, ali njihovu vrijednost ne možemo u potpunosti provjeriti jer nemamo pristupa niti vrlo bliskoj budućnosti, još manje udaljenoj, niti možemo izravno zahvatiti događaje iz prošlosti, udaljena mjesta, entitete, fenomene i događaje. U deduktivno-nomološkom modelu objašnjenja i u znanosti općenito, koriste se znanstveni zakoni koji su »hipoteze dobro uspostavljene u znanosti kao naše najbolje procjene prirodnih zakona« (Rosenberg i McIntyre, 2020: 43), no nikako ne možemo znati da su to prirodni zakoni. U prilog ove teze ide cijela povijest znanosti, jer se vidi da su znanstvene hipoteze (znanstveni zakoni), kao aproksimacije prirodnih zakona bile zamijenjene novim hipotezama (znanstvenim zakonima) koje su bile preciznije i vjerojatno bliže prirodnim zakonima. Zbog ovo-

ga mora se sumnjati u stupanj korespondentnosti sadašnjih znanstvenih zakona prirodnim zakonima, zapravo može se biti siguran »da su pogrešni ... da su oni tek naša najbolja nagađanja o prirodnim zakonima« (Rosenberg i McIntyre, 2020: 43-44). Odricanje ili sumnja u točnost znanstvenih zakona kao prirodnih zakona oslabilo je DN model znanstvenog objašnjenja i otvorilo prostor drugim definicijama znanstvenog objašnjenja. Uz to je još od prije postojao problem na koji je također upozorio Hempel tako zvanim Hempelovim paradoksom konfirmacije (verifikacije, potvrđivanja), paradoksom crnih gavrana iz 1945. god. koji je dovodio u pitanje ne same generalizacije kao u nekom stupnju netočne prirodne zakone, nego logičku smislenost univerzalne generalizacije kao univerzalnog suda iz kojeg se deducira konkluzija, tj. njime se upućuje na logičku asimetriju verifikacije i falsifikacije,²¹ pa se naziva i ‘problemom asimetrije’. Ovim paradoksom također se pokazuje neintuitivnost nekih iskaza oblika valjane misli – iskaza logike. Logički oblik univerzalne generalizacije je pogodbeni, implikativni sud ili kondicional: $\forall x (Sx \rightarrow Px)$, za svaki x vrijedi ako je S onda je i P (ili svaki x koji ima svojstva S ujedno ima i svojstva P), odnosno svi S su P , u ovom slučaju svi S (gavrani) su P (crni). Pretpostavka je da univerzalni sud potvrđuju njegove instance, tj. da su pojedinačni gavrani crni, a da se kontrapozicijom koja je logički jednaka implikaciji tvrdi $\forall(x) (\neg Px \rightarrow \neg Sx)$, odnosno da ako nešto nije crno, tada nije gavrani. Prema tablici istinitosnih vrijednosti implikacije, to bi ovako izgledalo:

- (1) gavrani crni (S i P) I
- (2) gavrani necrni (S i $\neg P$) N
- (3) negavrani crni ($\neg S$ i P) I
- (4) negavrani necrni ($\neg S$ i $\neg P$) I²²

21 Više i nastavno na ovo nalazi se u 8. poglavlju.

22 Tablica istinitosnih vrijednosti za pogodbu odnosno implikaciju.

I	I	I
I	N	N
N	I	I
N	N	I

Prema tablici istinitosnih vrijednosti dvopogodbe ili ekvivalencije ($\leftrightarrow$), vrijednosti istinitosti su: I, N, N, I.

Sudovi $[\forall (x) (Sx \rightarrow Px)] \leftrightarrow [(x) (\neg Px \rightarrow \neg Sx)]$ su ekvivalentni.²³ Iz tablice se vidi da bi sud $(\neg S \text{ i } \neg P)$ potvrđivao da svi predmeti koji nisu gavrani su necrni i da su logički ekvivalentni sudovi $\forall x (Sx \rightarrow Px)$ i $\forall x (\neg Px \rightarrow \neg Sx)$, što znači da instance koje potvrđuju jedan sud u isto vrijeme potvrđuju i drugi sud (po Hempelu postoji ekvivalencija iskaza). Posljedica je čudna jer ispada da svi predmeti koji nisu crni nisu gavrani (plavi brod, bijeli šal) potvrđuju sud da su svi gavrani crni! Opažanje negavrana ne samo što po Hempelu potvrđuje hipotezu da su svi gavrani crni, već istom logikom potvrđuje i druge hipoteze koje proturječe toj hipotezi, npr. 'Svi gavrani su zeleni/žuti/crveni', čime situacija postaje još zanimljivija, odnosno problematičnija. Intuitivno, ne bismo htjeli da jedna te ista evidencija potvrđuje proturječne hipoteze, no teorijska razrada (primjena ekvivalencije) pokazuje nam da upravo to jest slučaj makar se radilo o potvrđivanju u slabijoj mjeri (kako to misli Hempel).

Hempel se držao ove posljedice, smatrajući da se sudom $\forall x (\neg Px \rightarrow \neg Sx)$ potvrđuje teza $\forall x (Sx \rightarrow Px)$, ali u znatno manjoj mjeri. Zaista, može biti da je tako u relativno smislu, ovisno o broju predmeta i njihovih svojstava:

Zamislimo da znamo da se u posudi nalaze dva predmeta, kocka i kugla, i da znamo da je jedan crn, a drugi bijel, ali da ne znamo koji je koje boje. U toj situaciji, informacija da je kugla bijela u potpunosti confirmira hipotezu da je kocka crna (Berčić, 2003: 35).

23 Ekvivalentni sudovi po definiciji imaju iste istinitosne uvjete, odnosno iste tablice istinitosti (svaki je redak u tablici jedna interpretacija, odnosno jedan skup istinitosnih uvjeta za sudove koje promatramo). Ekvivalencija se ovih sudova može utvrditi istinitosnom tablicom. Ekvivalenciju se može objasniti u terminima nužnih i dovoljnih uvjeta: u pogodbi (pogodba je Ako..., onda...) svi S su P tvrdimo da je S dovoljno za P, a da je P nužno za S. Samim time, ako izostaje P (nužan uvjet za S), tj. ako vrijedi $\neg P$, onda izostaje i ono za što je ono nužan uvjet, a to je S, tj. vrijedi $\neg S$.

U svakom slučaju, čini se da je objašnjenje u nekoj mjeri jednosmjerno, iako bi u logičkom smislu zaključak morao vrijediti u oba smjera, obje strane bi trebale davati informacije jedna o drugoj. No, »čini se da ne možemo izvesti podjednako dobra objašnjenja u oba smjera, iako teorija pokrića zakona kaže da možemo« (Godfrey-Smith, 2003: 193). Kod DN modela objašnjenja tako postoji problem asimetrije: DN model objašnjenja može dati odlično objašnjenje sjene štapa izloženog Suncu deduktivno valjano izvođeci duljinu sjene iz visine štapa, položaja Sunca, zakona optike i osnova trigonometrije, može se uvjerljivo pokazati zašto je duljina sjene očekivana iz relevantnih zakona i postojećih okolnosti. Međutim, »nije moguće objasniti duljinu štapa terminima sjene i Sunca ... pa ostaje pitanje što je to s visinom štapa da može dobro objasniti duljinu sjene, a ne i *vice versa*« (Godfrey-Smith, 2003: 193-194). Deduktivno-nomološki tip objašnjenja deducira eksplanandum iz znanstvenih zakona iz premise, iako uz ogradu da oni jesu neki stupanj aproksimacije prirodnih zakona i tako samo približni, i uz napomenu da je potrebno paziti na niz pojedinačnih uvjeta koji trebaju biti zadovoljeni, uvijek imaju strog univerzalan oblik koji tvrdi da će se fenomen iz eksplananduma pojaviti u svim slučajevima i uvijek kada god se ispune ti specifični uvjeti iz premisa (eksplanansa). Rasprava oko eksplanatorne moći i slabosti (odnos znanstveni zakon – prirodni zakon i paradoks potvrđivanja) deduktivno-nomološkog modela znanstvenog objašnjenja izvedenog iz determinističkih zakona potaknula je rasprave oko eksplanatornog statusa statističkih zakona.

Osim DN tipa znanstvenog objašnjenja postoji još jedna vrsta nomološkog znanstvenog objašnjenja koja objašnjava zadane fenomene pozivanjem na opće zakone ili teorijska načela, ali nema strog univerzalan oblik nego probabilističko-statistički oblik koji tvrdi da će se prema uvjetima opisanim u prvoj premisi i zakonima iz druge premise neki učinci pojaviti u nekoj mjeri statističke vjerojatnosti. Sažeta shema probabilističkog objašnjenja ima ovaj oblik:

$$(P) \quad \left. \begin{array}{l} F_i \\ \frac{P(O, F) \text{ vrlo visok}}{O_i} \end{array} \right\} \quad \text{Čini vrlo vjerojatnim}$$

(P) je oznaka za probabilistički tip objašnjenja, a eksplanandum O je iskaz prema kojem se dogodio neki događaj (i). Prva premisa (F_i) odgovara iskazu $C_1, C_2, \dots, C_k$ iz DN modela objašnjenja (D), iskazujući da u slučaju (i) nastaje faktor F. Druga premisa iskazuje nekakav zakon vjerojatnosti (probabilistički zakon), s tim da je statistička vjerojatnost da se ishod O dogodi u slučajevima kada se F realizirao vrlo visoka, blizu jedan (Hempel, 2013: 661). Hempel ovdje uvodi označavanje dvostrukom linijom razdvajanje eksplanansa od eksplananduma kao znak da eksplanans logički ne implicira eksplanandum nego mu pridaje visoku vjerojatnost. Vjerojatnost očekivanog ishoda može se procjenjivati iz perspektive stupnja racionalne vjerodostojnosti ili stupnja induktivne potpore (porastom broja proučenih pojedinačnih slučajeva) vjerojatnosti koju eksplanandum ima s obzirom na eksplanans. Ovaj tip objašnjenja ima probabilističko-statistički oblik, a Hempel je razlikovao dva tipa takvih objašnjenja: (1) deduktivno-statistička objašnjenja (DS) i (2) induktivno-statistička objašnjenja (IS).

(1) *Deduktivno-statistička objašnjenja* (DS) su podvrsta DN objašnjenja, to su ona objašnjenja koja uključuju dedukciju uske statističke uniformnosti iz općenitijeg skupa premisa od kojih je barem jedna neki općenitiji statistički zakon, zbog čega slijedi isti opći obrazac DN modela objašnjenja. Ovaj tip objašnjenja naziva se i deduktivno-nomološki model probabilističkog objašnjenja, jer se njime zastupa teza da se i fenomeni koji se događaju slučajno (*chance*), poput nekih fenomena kvantne fizike, mogu objašnjavati istovjetno fenomenima upravljanim determinističkim za-

konima, deduktivno-nomološki. DN probabilističko objašnjenje u konkluziji daje objašnjenje i/ili predviđanje budućeg događaja koje u nekoj mjeri (dolje navedeni primjeri S i C) uključuje uvid u strukturu mehanizma nomičkih veza koji nadilazi puku predviđanje nekog fenomena, ovaj tip objašnjenja podvodi fenomen pod poznate znanstvene zakone pokazujući znanje kako i zašto se fenomen iz eksplananduma događa. DN probabilističko objašnjenje nekog fenomena daje uvid u »mehanizam slučaja odgovornog za njega, pokazujući da naša teorija podrazumijeva postojanje neke fizikalne vjerojatnosti, koliko god male, da će ovaj mehanizam proizvesti eksplanandum u danim uvjetima« (Railton, 1978: 209). Ovaj tip zaključka može se promatrati kao napredovanje u objašnjenju od kako prema zašto, jer je moguće DN probabilističko objašnjenje koje predviđa eksplanandum kao puku predikciju (primjer S), ali i zaključak koji osim predikcije nudi teorijsko objašnjenje fenomena, uzročno-nomičke veze iskazane u eksplanansu. Primjeri ovih tipova objašnjenja dani su u istom tekstu (Railton, 1978: 207-208):

- (S) Živa u barometru pada.
Kad god živa u barometru pada, vrijeme se pokvari.

Vrijeme će se pokvariti

- (C) Živa u barometru pada.
Kad god živa u barometru pada, pada i atmosferski tlak.
Kad god atmosferski tlak pada, vrijeme se pokvari.

Vrijeme će se pokvariti

Razlika u primjerima (S) i (C) je u premisi koja uvodi uzročno-nomičku vezu između mjernog instrumenta i fizičke činjenice pada atmosferskog tlaka u primjeru (C), čiji simptom je loše vrijeme. DN probabilistički model objašnjenja iz gornjih primjera nije

logički deduktivno izvođenje konkluzije-eksplananduma kako je to u tipičnom logički valjanom zaključku, makar su premise zaključka istinite, jer je eksplanandum stvar slučaja, a ne njihov nužan ishod. U eksplanansu je dan opis mehanizma slučaja, a ovaj model objašnjenja usmjeren je na indeterminističke mehanizme koji također uzrokuju događaje i za koje se također mogu pronaći i odrediti njihove unutrašnje strukture i način rada.

(2) *Induktivno-statistička objašnjenja* (IS) su ona objašnjenja koja supsumiraju neki pojedinačni događaj pod neki statistički zakon (Woodward i Ross, 2021). Induktivno-statističko objašnjenje (IS) je dobro ili uspješno iako eksplanans tog objašnjenja ne implicira eksplanandum, dovoljno je da može indicirati visoku vjerojatnost ishoda eksplananduma. Hempel u radu *Aspects of Scientific Explanation* iz 1965. god. detaljno izlaže ovaj model objašnjenja navodeći primjer ozdravljenja bolesnika s pneumokokom liječenog penicilinom. Objašnjenje ozdravljenja upotrebom penicilina ne omogućava opravdanu primjenu općeg zakona na učinke (ozdravljenje) u svim slučajevima oboljenja streptokokom:

Ono što se može tvrditi, i što se može ovdje uzeti za sigurno, samo je to da penicilin ima učinak lijeka u visokom postotku slučajeva, ili kao vrlo visoka statistička vjerojatnost. Ovaj iskaz ima opće obilježje oblika statističkog zakona, i dok vrijednost vjerojatnosti nije određena, iskaz upućuje na to da je ona visoka (Hempel, 2013b: 677).

Induktivni zaključak temeljen na statističkim hipotezama obično ima formu u kojoj se u premisi naznačava neka statistička vjerojatnost (ovdje izlječenja od pneumokoka penicilinom), dok konkluzija sadrži modalni operator/modalitet određenog stupnja (malo vjerojatno, vjerojatno, vrlo vjerojatno, gotovo sigurno i sl.). Iskazni sud konkluzije-eksplananduma koji koristi takav modalni kvalifikator ili modalitet nije istinit niti neistinit. Zbog toga je Hempel uveo, kako je već prije pokazano u shemi probabilistič-

kog objašnjenja, dvostruku liniju koja razdvaja premise (eksplanans) od konkluzije (eksplanandum), jer se tako pokazuje da to nije deduktivno izvođenje nego indukcija čija je snaga iskazana u zgradama s desne strane dvostruke linije. Shema ovog zaključka je (Hempel, 2013b: 679):²⁴

$$\begin{array}{l} p(R, S \cdot P) \text{ je blizu } 1 \\ S_j \cdot P_j \\ \hline R_j \end{array} \quad [\text{čini gotovo vjerojatnim}]$$

Induktivno-statistički zaključak ne tvrdi fenomen iz eksplananduma sa sigurnošću, nego se njegovo očekivanje smatra vjerojatnim, čime se također iskazuje neka vrsta objašnjenja i razumijevanja. IS zaključak ipak sadržava višesmislenost (*ambiguity*) jer zaključak s potpuno istim istinitim premisama može upućivati na to da se događaj iz konkluzije neće dogoditi:

Bilo koje statističko objašnjenje za pojavu nekog događaja mora izgledati sumnjivo ako postoji mogućnost logički i empirijski podjednako pouzdanog računa vjerojatnosti za njegovo nedogađanje. *Ova poteškoća nema analogiju u slučaju deduktivnog objašnjenja*, ako su premise predloženog deduktivnog objašnjenja istinite tada je i konkluzija, i obratno, ako je neistinita, ne može biti logička posljedica konkurentskog skupa premisa koje su podjednako istinite (Hempel, 2013b: 680).

Induktivno-statistički model objašnjenja pati od epistemičke dvosmislenosti (*epistemic ambiguity*), jer se odnosi na ono što

24 Simboli iz ove sheme označavaju p =vjerojatnost, j = pojedinačni slučaj oboljenja, $p(R, S \cdot P)$ =statistička vjerojatnost oporavka od bolesti (blizu 1), simbol $\cdot$ je konjunkcija, S_j =primjer teške infekcije streptokokom, P_j =tretiranje velikom dozom penicilina i R_j =gotovo siguran oporavak.

se pretpostavlja poznatim u znanosti, a ne ono što možda nije poznato iako je to ona činjenica/fenomen o kojoj se zapravo radi. Epistemička dvosmislenost znači da IS model zaključka može sadržavati premise koje impliciraju logički kontradiktornu konkluziju. Epistemička dvosmislenost IS modela je očita poteškoća za prediktivnu moć ovog modela, jer se pojavljuje mogućnost dvaju konkurentskih zaključaka čije su premise podjednako dobro empirijski provjerene i potvrđene, ali jedan od tih zaključaka predviđa gotovo sigurnu pojavu nekog događaja, dok drugi zaključak smatra takav događaj gotovo nemogućim: »Na koji se onda od ovih sukobljenih zaključaka (konkluzija, nap. a.), ako na ijedan od njih, treba racionalno osloniti u objašnjenju ili predikciji« (Hempel, 2013b: 682). Zbog ove dvosmislenosti neki autori (Richard C. Jeffrey) smatraju da IS model objašnjenja uopće nije oblik zaključka, osim u slučajevima »kada je vjerojatnost eksplananduma tako visoka ... da je njegova vjerojatnost 1« (Railton, 1978: 212).

Odgovori na pitanja kako i zašto čine se ključnim aspektima znanstvenog objašnjenja, od Aristotela do DN modela, zahtijevaju uspostavljanje neke veze ili barem informacija o uzrocima događaja. Uzročnost se čini poželjno obilježje objašnjenja, međutim, od Davida Humea (1711. - 1776.) nadalje postoji sumnja da je uzrok/uzročnost tek filozofska tvorevina nastala iz vjere u nastavljjanje redovitosti pojavljivanja događaja u budućnosti, puko induktivno uopćavanje zasnovano na prošlim iskustvima. Zbog toga Bertrand Russell (1872. - 1970.) zahtijeva zamjenu pojma uzroka pojmom funkcije, a Robin George Collingwood (1889. - 1943.) i Auguste Comte (1798. - 1857.) zahtijevaju zamjenu nedostižnog utvrđivanja pravih uzroka s proučavanjem stalnih odnosa (zakona) između opaženih pojava. Pretpostavka uzročnosti je opstala kao sastavni dio objašnjenja, iako je ideja da je poznavanje svih poveznica između pojava u nizu koji vodi do nekog fenomena nužno za apsolutno ili kompletno objašnjenje,

uvijek samo idealizacija. Poznavanje svih aspekata i elemenata uzročnog niza nije nužno jer su samo neki elementi uzročnog skupa događaja relevantni za objašnjenje. Ova kritika DN modela objašnjenja vodila je prema alternativnom modelu Herberta Feigl (1902. – 1988.), Michela Friedmana (1947. -) i Philipa Kitchera (1947. -) koji su na različitim razinama eksplicitnosti uveli ideju da znanstveno objašnjenje treba proučavati iz perspektive unifikacije. Druga alternativa bio je uzročno-mehanički model objašnjenja. Već prije toga Hempel je predložio sadržajno sličnu definiciju objašnjenja kao objektivnog uvida sistematske unifikacije, gdje se fenomen shvaća kao manifestacija općih, fundamentalnih struktura i procesa prikladnih provjerljivim načelima. Slično je tvrdio i Feigl za kojeg je cilj znanstvenog objašnjenja unifikacija ili razumijevanje što je moguće većeg broja činjenica i pravilnosti unutar najmanjeg mogućeg broja teorijskih pojmova i pretpostavki (Feigl, 1970: 12).

Unifikacijska teorija drži da je objašnjenje u znanosti stvar povezivanja raznolikog skupa činjenica njihovim svodeњem na skup osnovnih obrazaca i načela. Znanost neprestano nastoji smanjiti broj stvari koje moramo prihvatiti kao temeljne. Mi pokušavamo razviti opću *eksplanatornu shemu* (eksplanatorne sheme) koja može biti primijenjena što je šire moguće (Godfrey-Smith, 2003: 196).

Unifikacija se smatrala ‘neslužbenom’ teorijom objašnjenja za razliku od ‘službenog’ DN modela ili teorije pokrića zakona, ali s uvjerenjem da je njezin pristup obećavajući. Početna i temeljna pretpostavka unifikacije prije svega kaže da svako objašnjenje ne mora biti deduktivno. Za Kitchera je važno proučavanje i određenje znanstvenog objašnjenja jer misli da prirodne znanosti nisu puka nakupina nepovezanih ‘stavki’ znanja koja imaju neku praktičnu korist, nego da »one povećavaju naše razumijevanje svijeta«, a teorija znanstvenog objašnjenja trebala bi pokazati kako

znanstveno objašnjenje unaprjeđuje naše razumijevanje, i »da bi nam to trebalo omogućiti razumijevanje i odluku u znanstvenim sporovima« (Kitcher, 2013: 712). Neki su ipak, na primjer Bas van Fraassen, osporavali da znanstveno objašnjenje ima bilo kakvu ulogu izvan pragmatičnog područja i da je shvaćanje objašnjenja kao odnosa teorije i činjenica manjkavo (bez konteksta). Uspješna unifikacija trebala bi povezati i staviti u uređen odnos velik broj činjenica i fenomena za koje se prije toga mislilo da nisu povezani nekim uređenim odnosom, a taj odnos bi trebalo iskazati sa što je moguće manjim brojem pojmova i pravilnosti (zakona) u nekom pragmatičnom smislu, ali i teorijskom. Poznati primjer za to je Newtonova unifikacija gibanja zemaljskih i nebeskih tijela unutar teorije sile univerzalne gravitacije. Newton je na temelju mehaničkih načela želio izvesti pravilnosti i otkriti međudnose između čestica koje pod djelovanje sila tvore gotovo sve fenomene u univerzumu, i na taj ih način moći objasniti. Znanstvenici koji su slijedili planirali su objasniti sve prirodne fenomene na ovom tragu »izolirajući nekoliko temeljnih sila srodnih zakonu gravitacije i zatim primjenjujući te temeljne zakone na posebne rasporede konačnih dijelova tijela izvesti sve prirodne fenomene« (Kitcher, 2013: 715). Na temelju Newtonovih dostignuća u objašnjenju gibanja tijela pod utjecajem sila koje djeluju na njih, i spoznaja o dinamici, astronomiji i optici, njegovi nasljednici pokušali su u potpunosti unificirati znanost pomoću zakona sila analognih zakonu opće gravitacije, u opsežnom redukcionističkom programu koji se može nazvati 'dinamična čestičnost' (*dynamic corpuscularianism*), svođenjem na jednu jedinu silu, kako je pisao i Bošković (Kitcher, 2013: 716). Otpori unifikacijskom modelu znanstvenog objašnjenja, kao prije spomenuti van Fraassen, prema kojem znanstveno objašnjenje ovisi o kontekstu (kontekstualizam) različitih znanosti i da nema objašnjenja koje je imanentno znanosti samoj, ili pak da jest imanentno, ali na različite načine (Godfrey-Smith, 2003: 199).

Uz unifikaciju, alternativa DN modelu i probabilističkim modelima (ponegdje se to naziva DNP, deduktivno-nomološko-probabilistički model) bio je uzročno-mehanički model objašnjenja (*the Causal Mechanical model*, CM) prema kojem je uzročnost ključan aspekt objašnjenja, iako i unifikacija ima upotpunjujuću ulogu u objašnjenju (Salmon, 1984). Hempel je također bio na ovom tragu priznajući da u uzročnosti postoji nešto više od metafizičkog pojma koji valja izbjegavati u teoriji znanstvenog objašnjenja. CM model objašnjenja mogao bi se odrediti kao vjerovanje ili pokušaj da se objašnjenjem može zahvatiti ‘nešto više’ od uzročne veze i objašnjenja odnosa činjenica o statističkoj relevantnosti (Woodward i Ross, 2021). Podvarijantna ovog modela je ‘manipulacijski’ ili ‘intervencijski’ model uzročnosti i objašnjenja prema kojem su uzročnost i objašnjenje u odnosu pogodnom za manipulaciju i kontrolu, a poznavanje uzročnosti ima praktičnu svrhu (Woodward, 2003). Uzročni proces je zbiljski fizički proces koji se događa u opaženim predmetima i fenomenima, ali uz lokalnu modifikaciju strukture procesa poput »ogrebotine na površini lopte za bejzbol ili udubljenja na automobilskom blatobranu« (Woodward i Ross, 2021). Možda se u nekim povijesnim trenucima uzročni procesi nisu interpretirali kao zbiljski fizički procesi nego kao matematički odnosi, kao u slučaju Keplerove i Galileijeve heliocentrične teorije, koja je bila prihvatljiva kao matematički iskaz, ali ne i zbiljski opis fenomena. Slično je bilo s Newtonovom teorijom gravitacije:

Objašnjava li Newtonova teorija pad objekata, s obzirom na to da Newtonova teorija gravitacije ne daje intuitivne mehanizme nego samo matematičke odnose? Neki smatraju da ne objašnjava, ali s vremenom je postalo dio njegove baštine da ispravnu vrstu matematičkog zakona treba prihvaćati kao objašnjenje (Godfrey-Smith, 2003: 198).

Uzročni proces može prenositi modifikacije struktura s jedne

prostorno-vremenske lokacije na neku drugu kao što to gore spomenuta loptica za bejzbol prenosi tragove ogrebotine u vremenu i prostoru. Drugi, poput Salmona, ne misle da je prenošenje modifikacije strukture važno za pojam uzročnosti. Umjesto toga on navodi da se uzročna interakcija prepoznaje preko prostorno-vremenskog presjeka dvaju uzročnih procesa koji mijenjaju strukturu oba procesa tako da svaki proces poprima obilježja koja ne bi imao bez interakcijskog odnosa: sudar između dva automobila koji oba udubljuje paradigmatika je uzročna interakcija (Woodward i Ross, 2021). Ovdje se potvrđuje da je uzročna veza jedna sasvim posebna veza između predmeta. Također, čini se da za sada u filozofiji znanosti nema jedinstvene teorije objašnjenja nego se pokazuje pluralizam u definiranju modela znanstvenog objašnjenja, a velik dio neslaganja tiče se pravilnosti ili obrazaca u svijetu koji su izgubili istovjetnost s prirodnim zakonima. Modeli koji oslikavaju, ne više svijet nego pravilnosti ili generalizacije, najčešće se prikazuju u obliku znanstvenih teorija, a znanstvene teorije su glavno oruđe znanstvenika, dok je njihova struktura i uloga u središtu proučavanja filozofije znanosti.

5 ZNANSTVENA TEORIJA

U znanosti i izvan nje raspravlja se o tome što je (znanstvena) teorija, pridaju joj se različita značenja, od idejne (na primjer matematičke) puke spekulacije odvojene od zbilje svijeta (to je samo teorija) ili misaone konstrukcije stalno otvorene za provjeru, do ideje da je to dokazima dobro potkrijepljena tvrdnja čiji sadržaji korespondiraju zbilji svijeta. Postoji i mišljenje da ova tema nije važna dok god teorija ima upotrebnu vrijednost, dok ‘radi’. Početno se može dati enciklopedijska definicija:

Izraz ‘teorija’ u znanosti se različito koristi, odnosi se na nedokazanu slutnju, znanstveno polje (kao na primjer ‘elektromagnetska teorija’) i pojmovni mehanizam za sustavno obilježavanje stanja-promjene ponašanja sustava (Suppe, 2005: 1016).

Za primjer može se vidjeti jednu od najpoznatijih teorija, Newtonovu teoriju gravitacije prema kojoj svaka čestica tvari privlači svaku drugu česticu tvari silom F koja je proporcionalna umnošku njihovih masa, a obrnuto proporcionalna kvadratu njihovih udaljenosti i usmjerena prema njihovoj spojnici. Matematička formalizacija ove teorije vrlo je jednostavna:

$$F = G \times [(m_1 m_2)/r^2]$$

G je gravitacijska konstanta, m_1 i m_2 su mase čestica koje se privlače, a r je njihova međusobna udaljenost. Newtonovom teorijom gravitacije objašnjavaju se brojne pojave međusobnog privlačenja zemaljskih i nebeskih tijela, služi za izračun težine tijela (na primjer, na polovima i ekvatoru Zemlje), objašnjenje gravitacijskog variranja, izračun i predviđanje gibanja planeta oko Sunca i planetarnih satelita, umjetnih i prirodnih (oko planeta i dr.).

Znanstvenicima teorija većinom predstavlja određenu sistematizaciju njihovog područja istraživanja koja svojim iskazom objašnjava neki fenomen, povezujući njegove različite aspekte u cjelinu uključujući mogućnost predviđanja budućih događaja, sve to oslanjajući se na promatranje i uz potporu empirijskih dokaza. Uz to, znanstvena teorija uvijek je puno više od objašnjenja nekog pojedinačnog fenomena, znanstvena teorija uvijek se oslanja na neki fenomen višeg reda, općenitiji od onog koji se teorijom objašnjava. Popperu su znanstvene teorije glavno oruđe znanstvenika, one su mreže kojima zahvaćaju svijet u svome naporu njegovog objašnjenja. U starogrčkom jeziku riječ *theōría*, uz različita druga značenja izvorno je značila gledanje, promatranje, biti gledatelj (sg. *theōrós*) svečanog ophoda, igara ili teatra (sg. *théa*, pogled), slično latinskoj riječi *contemplatio*, promatrati, očima ili umom, razmatrati. U raspravi o znanstvenoj teoriji uvijek je tema i hipoteza, njezino značenje i njihova veza u kojoj hipoteza prethodi teoriji, ona je njezina pretpostavka koju treba nekako empirijski provjeriti, opažanjem i/ili pokusom po mogućnosti potvrditi, da bi teorija mogla znanstveno legitimno objasniti neki fenomen. Pojam hipoteza također se različito razumije: neki govore o uzročnoj hipotezi, egzistencijalnoj, deskriptivnoj, statističkoj ili nul hipotezi. Uzročna hipoteza je ona koja se iskazuje kondicionalnim oblikom ‘ako A onda B’, gdje je A stanje nekog modela, a B vrsta opservacijskog učinka, egzistencijalna hipoteza je ona koja kaže da određeni odnos postoji barem u jednom slučaju ili iskazuje neku empirijsku činjenicu ‘A jest’ (poput neopažljivih entiteta kao što su radio valovi ili neutrino), deskriptivna hipoteza opisuje uzrok i učinak odnosa nekog fenomena, statistička hipoteza je (formalna) tvrdnja o stanju nekog prirodnog fenomena u obliku statističkog fenomena, a nul-hipoteza je također iskaz statističkog tipa koji tvrdi da između dva skupa opaženih podataka i izmjerenih fenomena ne postoji statistički važan odnos u skupu jedne uočene varijable.

U etimološkom smislu opet je riječ o izvorno grčkom pojmu (sg. *hypóthesis*), koji znači ‘staviti ispod’ (*hypó-thesis*) i koji je označavao sažetak grčke klasične drame. Hipoteza je nešto što prethodi ustanovljenim teorijama, ona je slobodnija skica neke ideje koja se provjerava i testira, a njezin uspjeh i neuspjeh znači i njezin kraj – uspješna hipoteza se (polako) preoblikuje u teoriju, a neuspješna hipoteza to nikada neće biti – ona se odbacuje. Neki ovu tvrdnju specificiraju navodeći da niti hipoteza koja je dobro potkrijepljena dokazima ne može postati teorija jer su teorije puno kompleksnije, općenitije i apstraktnije (Eastwell, 2014: 19; Rogers, 2018), one su specifična privremena objašnjenja nekog fenomena koja služe prikupljanju podataka dok su teorije široka i opća objašnjenja koja koriste podatke iz brojnih područja proučavanja (hipoteze). Hipoteza je ideja koju se mora provjeriti promatranjem i/ili empirijskim pokusom, ona je prijedlog objašnjenja nekog prirodnog fenomena koji još nije objašnjen nekom dobro provjerenom teorijom ili njegovo objašnjenje više nije zadovoljavajuće. Hipoteza, kao i teorija, mora biti (načelno) podložna provjeri, i načelno opovrgljiva (*falsifiable*):

Znanstvena hipoteza je ideja koja predlaže probno ili privremeno objašnjenje nekog fenomena ili uskog skupa fenomena opaženih u prirodi. Dvije primarne značajke znanstvene hipoteze su opovrgljivost i provjerljivost, koje se iskazuju izjavom tipa ‘Ako ... onda’ koja sažima ideju, i u mogućnosti da ta ideja bude poduprta promatranjem i pokusom (Rogers, 2018).

Hipoteza koja nije opovrgnuta, i dalje je otvorena provjerama i u nekom trenutku u budućnosti može biti opovrgnuta ako se pojave nova opažanja ili empirijski dokazi za opovrgavanje – zato se može reći da hipoteza nikada nije netočna nego je uvijek nekompletna (Rogers, 2018).

Pouzdana enciklopedijsko-udžbenički prikazi filozofskog pro-

mišljanja značenja znanstvene teorije upućuju na nekoliko određenja: sintaktičko, semantičko i pragmatično viđenje. Sintaktičko gledište definira znanstvenu teoriju kao aksiomatizirani skup iskaza (logički empirizam, Rudolf Carnap), za semantičko gledište teorije su zbirke modela zajedno s hipotezama o tome kako se ti modeli odnose na dijelove prirode (izvorni autor je Patrick Suppes), a pragmatično gledište vidi teoriju kao kompleksni ustroj koji zahtijeva analizu sintakse (gramatike) i semantike (značenja) te različitih pretpostavki i praksi koje podupiru teoriju.

Sintaktičko gledište nastalo je iz logičkog empirizma koji je teorije definirao unutar tog, sintaktičkog gledišta, poznatog kao ‘Primljeni pogled na teorije’ (*The Received View on Theories*, skraćeno RV),²⁵ prema kojem su teorije »skupovi rečenica u danom jeziku logičke domene ... domena jezika uključuje jezik fizike i jezik antropologije« (Winther, 2021). Domena jezika sastoji se od dvaju jezika: teorijskog i opažajnog jezika, koji opet sadrže tri vrste rečenica; teorijske, korespondencijske i opažajne. Teorijske rečenice sadržavaju temeljne ili primitivne teorijske iskaze – aksiome (npr. aksiomi Newtonove mehanike), izvedene teorijske rečenice – teoreme (matematički iskaz za koji postoji dokaz) i zakone teorije (na primjer, aksiomatizirane zakone Newtonove klasične mehanike – zakoni opisuju što se događa kada se zadovolje neki uvjeti). Korespondencijske rečenice su one rečenice koje povezuju teorijske rečenice s opaženim fenomenima, odnosno s aspektima empirijskog, zbiljskog svijeta. Opažajne rečenice su one koje izriču neki opažaj svijeta poput iskaza: masa tijela postavljenog na vagu ima određenu brojnu vrijednost. Rečenice dvaju jezika (teorijskog i opažajnog) koriste teorijske, logičke i opažajne pojmove, riječi. Teorijski pojmovi označavaju pojmove poput atoma, električnog naboja

25 Drugi nazivi ovog gledišta su sintaktički pristup (*Syntactic Approach*), sintaktičko gledište (*the Syntactic View*), standardna koncepcija (*the Standard Conception*), ortodoksno gledište (*the Orthodox View*), iskazno gledište (*the Statement View*), aksiomatski pristup (*the Axiomatic Approach*), jednom primljeno gledište (*the Once Received View*) (Winther, 2021).

ili gravitacijske sile, logičke riječi su veznici ili logički operatori ($\wedge, \vee, \rightarrow, \leftrightarrow$) i kvantifikatori ($\forall, \exists$), a opažajni termini označavaju neku kvalitetu (snažan, topiv) i odnos (zasićen, iznad, ispod). U objašnjenju nekog fenomena empirijskom generalizacijom teorija objašnjava zašto ga generalizacija objašnjava i pod kojim uvjetima ga generalizacija može objasniti.

Za 'Primljeni pogled na teoriju' znanstvena teorija je matematička teorija koju se može empirijski interpretirati, znanstvena teorija »je djelomično interpretirani račun uvećan pravilima korespondencije koja omogućavaju djelomično opažajnu interpretaciju teorijskih pojmova i iskaza« (Suppe, 1971: 57) ili skraćeno, teorija je djelomično interpretirani (predikatni) račun. Pod pojmom računa ovdje se misli na skup pravila za manipulaciju simbolima. Prema 'Primljenom pogledu na teorije' znanstvena teorija se sastoji od (1) formalnog sustava sastavljenog od simbola, pravila formiranja i pravila dedukcije te (2) korištenja ovog formalnog sustava za tvrdnje o fizičkom svijetu i posebno empirijski dokučivih/dokazivih tvrdnji (Halvorson, 2016: 642). Sumnje u neživotnost 'Primljenog pogleda na teoriju' zbog manjka formalizacije brojnih teorija (nisu aksiomatizirane, na primjer teorija evolucije pa ni opća teorija relativnosti i kvantna teorija) dovele su do njezine kritike u sljedećim točkama:

- (1) promatračko-teorijska distinkcija nije bila održiva;
- (2) pravila korespondencije bila su heterogena zbrka značenja odnosa, eksperimentalni dizajn, mjerenje i uzročne veze od kojih neke nisu ispravni dijelovi teorija;
- (3) pojam djelomične interpretacije povezan s liberalnijim pravilima korespondencije bio je nekoherentan;
- (4) teorije nisu aksiomatski sustavi;
- (5) simbolička logika nije prikladan formalizam;
- (6) teorije nisu lingvistički entiteti i stoga se teorije pogrešno razlikuju (Suppe, 2000: 103).²⁶

26 Suppe je smatrao točke 2 i 6 pravim problemom za 'Primljeni pogled na teoriju'.

Iz ovih je prigovora ‘Primljenom pogledu na teoriju’ iznikla potreba za alternativnim objašnjenjem što je to znanstvena teorija, od Kuhnove ideje paradigme do Laudanovog modela znanosti i znanstvenih teorija kao postupaka rješavanja problema i Lakatosovog modela istraživačkih programa. U svim ovim pokušajima definicije i razumijevanja pojma teorije ostaje ono što ujedinjuje različite fenomene pod neku manje-više jednoliku skupinu određenih generalizacija. U nekim slučajevima nije teško prihvatiti jedinstvo nekih aksiomatiziranih teorijskih sustava, najpoznatiji primjer je Euklidova geometrija u objašnjenju prostora čime se određuje odnos između točaka, crta i površina (ploha), ovdje sabranih u tri definicije: Točka je ono što nema dijelove, crta je dužina bez širine, krajevi crte su točke. Iz vrlo malog broja aksioma (nedokazanih pretpostavki) koji se uzimaju kao istiniti unutar tog sustava (ali i definiranih pojmova poput npr. pravac je najkraća udaljenost između dviju točaka ravnine), onda se logički valjanom dedukcijom izvodi veliki broj teorema. Euklidova geometrija svojim aksiomatskim sustavom uspijeva usustaviti velik broj različitih generalizacija – općih istina kao logički izvedenih teorema jer aksiomi u jednom aksiomatskom sustavu mogu biti teoremi izvedeni iz drugih pretpostavki nekog drugog aksiomatskog sistema. Tako se iz Euklidovih geometrijskih aksioma *Elementa* može dokazati:

... da su naizmjenični unutrašnji kutovi pravca između dvaju paralelnih pravaca jednaki. Tada, koristeći ovaj teorem zajedno s definicijom pravca kao kuta od 180 stupnjeva, može se dokazati da trokut ima unutrašnje kutove čiji je zbroj jednak 180° . Pitagorin teorem prema kojem je površina kvadrata nad hipotenuzom pravokutnog trokuta jednaka zbroju površina kvadrata nad katetama toga trokuta također je izveden iz aksioma korištenjem drugim teorema (Rosenberg i McIntyre, 2020: 108).

Međutim, opravdano je pitanje zašto bi se teorije morale aksiomatizirati i što bi se dobilo prevođenjem jezika kojim su iskazane u jezik logičkih simbola? Također, dovoljno je pogledati stvarne znanstvene teorije da bismo vidjeli da neke od njih nisu aksiomatski sustavi i da pokušaj njihovog usustavljenja bi bio smislen jer ne bi donio nikakav novi ili dublji uvid u narav fenomena koji se želi objasniti. Jedan od značajnih prigovora na ‘Primljeni pogled na teoriju’ tiče se gore spomenutih (2) pravila korespondencije koja su trebala pojasniti razliku matematike od empirijske znanosti (primijenjene matematike).

Ovo pravilo proizašlo je iz rasprava o odnosu geometrije i fizičkog svijeta u kojima se pojavila tvrdnja da čista matematička geometrija nema unutrašnje fizičko značenje:

Tvrdnja, na primjer, da je zbroj unutrašnjih kutova trokuta 180 stupnjeva, ne kaže ništa o fizičkom svijetu, barem dok govornik na umu nema ideju o fizičkim korespondencijama riječi ‘crta’, ‘trokut’ i slično. Koordinativna definicija, tada, samo je način odabira klase fizičkih stvari koje korespondiraju riječima ili simbolima našeg matematičkog formalizma (Halvorson, 2016: 645-646).

Korespondencijska pravila interpretiraju teorije i reduciraju teorije, ona su poveznica između teorije (teorijski rječnik) i opažanja (opažajni rječnik). Sintaktički pristup definiciji znanstvene teorije u svom klasičnom obliku danas je napušten, no postoje nove inačice koje su još uvijek ‘žive’ (Halvorson, 2016: 647) kao pokušaji izgradnje i uvođenja univerzalnog matematičkog (i znanstvenog) jezika poput teorije skupova. Pojam teorije prema novim verzijama sintaktičkog gledišta nisu rečenice nego se teorije sastoje od inferencijalnih (izvođenja konkluzije iz opažanja i informacija o uvjetima, odnosno pozadinskim informacijama) odnosa između tih rečenica (Winther, 2021). Sintaktičko gledište na teoriju naziva se i plošno gledište (*flat view*) jer se teorija sa-

stoji od zbirke stvari koje ne stoje u nekom odnosu s drugim stvarima niti s njihovom strukturom. Slično tome i semantičko gledište može držati plošno gledište kada tvrdi da je teorija skup ili klasa modela. Međutim, strukturirano gledište (*structured view*) na teoriju smatra da se teorija sastoji od rečenica i inferencijalnih odnosa između tih rečenica, pa inačica semantičkog gledišta tako smatra da je teorija skup modela i određenog preslikavanja između tih modela kojim se jedan model usađuje u drugi.²⁷

Semantičko gledište znanstvene teorije smatra da je konkretni meta-matematički aparat teorije kojim se može iskazati značenje izraza teorija skupova, a ne predikatna logika, jer je struktura znanstvenih teorija matematička. Zato semantičko određenje teorija ne sadrži formalizaciju, izbjegava korespondencijska pravila i ne zahtjeva razlikovanje opažajnog i neopažajnog:

Razvoj semantičkog gledišta naučio nas je mnogo o posredovanju između teorija i pojava putem promatranja ili eksperimenta, odnosa između modela i teorija, potvrde teorija, njihovih ontoloških opredjeljenja i semantičkog odnosa između teorija, pojava i lingvističkih formulacija (Suppe, 2000: 105).

U semantičkom pristupu znanstvenoj teoriji njezino značenje ovisi o povezivanju njezinog teorijskog opisa nekog fenomena s idealiziranom eksperimentalnom situacijom, odnosno ovisi o razumijevanju kako bi se ponašao zbiljski sustav u slučaju da je teorija koja ga opisuje istinita. Semantički pristup smatra da se znanstvena teorija sastoji od dviju sastavnica: (1) teorijske definicije, i (2) teorijske hipoteze, pri čemu ova prva teži specificirati neke matematičke ‘predmete’ koji će reprezentirati neki dio svijeta (fenomen), a ova druga smatra da neki dio svijet (fenomen) može

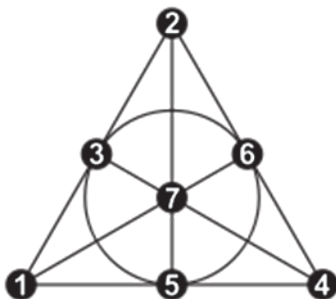
27 Primjer ovakvog usađivanja jednog modela u drugi je usađivanje van Fraassenove zamišljene ‘Fano ravnine’ u euklidovsku ravninu. Više o tome ima u *Stanfordskoj enciklopediji* pod natuknicom The Structure of Scientific Theory, raspoloživo na URL: <https://plato.stanford.edu/entries/structure-scientific-theories/#SemVic>

biti predstavljen matematičkim ‘predmetom’ kojim operira neka teorija (Halvorson, 2016: 648-649). Semantičko gledište smatra da je struktura teorija matematička i da se matematički predmeti, odnosi i funkcije znanstvene teorije mogu izravno proučavati, bez zalaženja u područje meta-matematike, pri čemu postoje barem dva načina definiranja i razumijevanja strukture teorija: *state-space* i *set-/model-theoretic* pristup. U ovim pristupima model postaje ključni semantički analitički alat proučavanja znanstvenih teorija kao *teorija prostornog stanja* (*state space theory*) i teorija skupova, tvoreći pristup teorijskog skupa-/modela (*set-/model-theoretic*) u određenju pojma znanstvene teorije. Teorija skupova u matematici označava određene skupove ili klase predmeta, kao i proučavanje pojma broja i beskonačnosti.²⁸ *State space* ili *phase space* model je N-dimenzionalni prostor u kojem svaka relevantna varijabla teorije korespondira jednoj dimenziji i svakoj točki prostora koji predstavlja moguće stanje zbiljskog sustava (Winther, 2021). Zbiljski fizički sustavi mogu biti u stanju kako je opisano teorijom ili mogu mijenjati stanje prema različitim tipovima zakona, biti unutar iste dimenzije kao i neki drugi sustavi razlikujući se u drugim dimenzijama, kao i biti podložni djelovanju dijela istih zakona na njih: tip zakona slijeda (*laws of succession*) poput Newtonovih kinematičkih zakona koji proučavaju gibanje tijela neovisno o uzroku, može određivati moguće putanje u prostoru fizičkog sustava, a zakoni supostojanja (*laws of co-existence*) poput Boyle–Mariotte zakona koji opisuje međuodnos promjene tlaka i volumena plina određuju dopuštena područja ukupnog prostora fizičkog sustava, i drugo. Model teorijski pristup (*set-/model-theoretic*) pretpostavlja skup teorija kao opći jezik formalizacije matematičkih struktura kao skupa apstraktnih predmeta, uz stav da su meta-matematika i matematika

28 Georg Cantor se uzima za utemeljitelja matematičke discipline teorije skupova. On je 1871-1883. god. odredio skupove kao zbirke predmeta koji se mogu smatrati cjelinom. Prvi je uočio da nisu svi beskrajni skupovi iste veličine: skup svih realnih brojeva $\mathbb{R}$ (skup racionalnih i iracionalnih brojeva) ima više članova od skupa prirodnih brojeva $\mathbb{N}$ ($\mathbb{N}=\{1,2,3,4,5,6,\dots\}$).

neodvojive. Ovaj semantički pristup, možda, više govori o tome što je model nego što je to znanstvena teorija. Teorija modela istražuje odnose između formalnih aksioma, teorema i zakona neke teorije s jedne strane, i s druge strane, matematičkih struktura tj. modela koji omogućavaju interpretaciju te iste teorije koja čini aksiome, teoreme i zakone istinitima (Winther, 2021). U jednoj inačici semantičkog pristupa, Suppesovom skupu teorijskih predikata (*set-theoretic predicates*) aksiomatizacija teorije označava definiranje predikata, onoga što u sudu tvrdimo, u smislu pojmova teorije skupova, a u teoriji skupova se matematičke strukture (brojevi, grafovi, vektorski prostori) definiraju kao skupovi koji zadovoljavaju različita (aksiomska) svojstva. Van Fraassen opisuje odnos teorije i modela tvrdnjom da se »'Model naziva modelom neke teorije ako je teorija potpuno istinita s obzirom na model sam, tj. teorija bi bila istinita ako bi ovaj model bio cijeli svijet'« (Winther, 2021). Van Fraassen je ovu tvrdnju objasnio primjerom, tj. modelom tako zvanog 'Fano prostora, ravnine ili geometrije' (*'the Fano plane'*) projektivne geometrije ili transformacije iz 1892. god. sastavljene od 7 točaka i 7 crta.²⁹

Grafika 5
Prikaz Fano geometrije



29 Aksiomi Fano geometrije su: (1) postoji barem jedna crta, (2) svaka crta na sebi ima točno tri točke, (3) sve točke nisu na istoj crti, (4) kod dvije zasebne točke postoji točno jedan pravac na obje, i (5) svake dvije crte imaju barem jednu zajedničku točku.

Van Fraassen je ‘Fano geometrijom’ želio pokazati kako se određeno geometrijsko tijelo, tj. model, interpretira i čini istinitim skup aksioma i teorema, odnosno čini teoriju ili model istinitom.

Ovdje se polako pojam teorije počinje mijenjati pojmom modela jer se teorija definira kao model, i iako model i teorija objašnjavaju fenomene na različitim razinama (teorije konstruiraju modele). Modeli su idealni ili apstraktni (matematički, fizički, fikcijski, modeli igračke), pa je pitanje mogu li oni i kako dati neko konkretno objašnjenje prirodnog, zbiljskog fizičkog sustava, uz to je upitan njihov međusobni odnos i uloga u reprezentaciji/objašnjenju svijeta. Jezgra svake teorije je u temeljnim pretpostavkama koje čine sadržaj neke teorije, poput na primjer Newtonovih zakona i teorije univerzalne gravitacije. Na ovom primjeru može se prikazati odnos međusobnih uloga i funkcija teorije i modela:

Ova jezgra ograničava ne samo ponašanje nego i reprezentaciju predmeta kojima upravlja teorija, kao i konstrukciju modela teorije. Drugim riječima, zakoni gibanja i univerzalna gravitacija dopuštaju neku vrstu fizičke reprezentacije ponašanja određene vrste predmeta u određenim okolnostima. Temeljna kretanja opisana zakonima zatim se rekonceptualiziraju u konkretnije pojmove konstruiranjem detaljnih modela koji nam dopuštaju reprezentaciju određenih ponašanja slučajeva određenih vrsta kretanja. U ovom smislu teorija ima ujedinjujuću ulogu koja nije prisutna u jednostavnoj obitelji modela (Morrison, 2016: 382).

Interpretacija teorija odnosno povezivanje teorija i modela s empirijskim svijetom putem opažanja (mjerjenja) i pokusa u filozofiji znanosti ima više oblika: (1) hijerarhija modela, (2) sličnost i (3) izomorfizam (paralelizam dviju struktura). (1) Hijerarhija modela je analiza interpretacije strukture teorije koja uključuje modele teorije, pokusa i podataka, pri čemu valja opet razliko-

vati podatke od samih fenomena. Hijerarhijski model ima više razina znanstvenog objašnjenja zbog čega je potrebno povezati tu apstraktnu strukturu sa zbiljskim fenomenima, podacima i fizičkim svijetom. (2) Interpretacija strukture teorija prema sličnosti koristi podjednako semantičke i pragmatičke aspekte putem »teorijske hipoteze koja postavlja reprezentativne odnose između modela i relevantnih dijelova svijeta« (Winther, 2021) pri čemu znanstvenici koriste model sličan stvarnom svijetu za njegovu reprezentaciju (svijeta). (3) Izomorfizam označava sličnost forme između opažljivih fenomena, substrukture fizičkog svijeta i teorijskih modela, to je reprezentacija koja upućuje na strukturni identitet (formi) onoga teorijskog i onoga empirijskog. Ove interpretacije teorija, kao i cijeli semantički pristup analizi semantičkog gledišta na znanstvene teorije unatoč kritici čest je izbor brojnih filozofa znanosti u određenju strukture znanstvene teorije.

Pragmatički pristup, uz sintaktičko i semantičko gledište, treći je pristup u razumijevanju strukture znanstvene teorije. Unatoč razlikama, sintaktičko i semantičko gledište slažu se da znanstvene teorije imaju svojstva: (1) eksplicitnosti, (2) matematičnosti, (3) apstraktnosti, (4) sustavnosti, (5) jednostavne individualizacije, (6) da su različite od podataka i eksperimenata i da (7) dobro objašnjavaju i predviđaju (Flyvbjerg, 2001: 38-39). Za razliku od navedenih svojstava pragmatički pristup smatra da teorije nemaju takva svojstva nego da imaju svojstva (1) ograničenosti, jer idealizirane strukture mogu biti preslabe za objašnjenje i predviđanje, (2) pluralnosti, jer strukture teorija i modela sadrže brojne komponente (matematičke koncepte, metafore, analogije, ontološke pretpostavke, klasifikacije, prirodne vrste, vrijednosti ...) kao i izvanjske razlike jer postoje različite vrste/tipovi teorija i modela (mehanistički, povijesni, matematički ...), (3) neformalnih aspekata, jer brojne komponente strukture teorija nisu formalne (metafore, analogije, vrijednosti) ili su skrivene, tek implicirane i neosvijestene, (4) funkcije, zato što teorije mogu/imaju neku svr-

hu, i (5) prakse, zato što su teorije uvijek podvrgnute nekoj vrsti pokusa, misaonog ili empirijskog (Winther, 2021). Pragmatički pristup analizi znanstvene teorije pojavljuje se u dva oblika: Pragmatičko gledište modela (*Pragmatic View of Models*) i Pragmatičko gledište teorija (*Pragmatic View of Theories*). Pragmatičko gledište modela smatra modele prikladnom razinom proučavanja naravi znanosti. Cartwrightova i Suppes su opisali kako su modeli ono što ‘posreduje’ između znanstvenih teorija i svijeta čije fenomene opisuju i predviđaju:

‘Objasniti neki fenomen znači pronaći model koji ga uklapa u osnovni okvir teorije omogućavajući izvođenje analogije za neuredne i komplicirane fenomenološke zakone koji su istiniti za njega. Postoji veliki broj modela, oni služe različitim svrhama’ (Winther, 2021).

Modeli su, ‘životniji’, oni u praksi ‘modeliraju’ teorijske ideje koje teže objašnjenju i opisu fenomena i koje se trebaju empirijski provjeriti, na primjer pomoću analogija (sličnosti) kao kod modela atoma prema njegovoj sličnosti sa Sunčevim planetarnim sustavom kod Bohra i Rutherforda, sličnosti smjera sila (privlačna i odbojna) s električnom i magnetizmom Maxwella i Faradaya, kinetičke teorije plinova gdje se molekule plina kreću slično rojevima čestica ili modela benzenskog prstena koji je sličan Uroboru, mitskoj zmiji žderačici svog repa (njemački kemičar August Kekulé [1829-1896] rekao je da je do valjanog modela benzenskog prstena došao u snu, baš preko slike mitske zmije). Ovi modeli nisu matematički formalizirani ali pomažu u objašnjenju fenomena jer ga vizualiziraju, uz pomoć onoga što je poznato približavaju ono što nije dovoljno dobro poznato. Pragmatičko gledište teorija za Nancy Cartwright, drži da je teorija samo jedna mala sastavnica unutar znanstvene djelatnosti koja je prvenstveno modeliranje i praksa (Kitcher) pa i praksa modeliranja i teoretiziranja. Ova znanstvena praksa, koju je Kitcher

izveo iz rada znanstvenika koji su se bavili darvinizmom, sastavljena je od (1) jezika, (2) pitanja koja se smatraju važnima za neko područje, (3) tvrdnji (slike, dijagrami) koje se prihvataju o predmetu istraživanja, (4) skupova obrazaca (shema) koji su u osnovi onih tekstova koje znanstvenik smatra objašnjavajućim (5) standardnih primjera vjerodostojnih znanstvenika, uz kriterije vjerodostojnosti kojima se provjerava njihova vjerodostojnost i mogući doprinos potencijalnih izvora informacija, (6) paradigmi pokusa i opažanja te instrumenata i alata pouzdanih za opažanje i pokuse (7) metodologije i primjera dobrog i nevaljanog znanstvenog prosuđivanja (Kitcher, 1993: 74). Pragmatičko gledište smatra praksu, funkciju teorije i njezinu primjenu ključnim svojstvima ili elementima strukture teorije pa se struktura teorije teško ili slabije razlikuje od njezine interpretacije. Za pragmatičko gledište standardna poželjna svojstva teorije poput sposobnosti predviđanja, objašnjenja i podudaranja s područjem empirijskog nisu važna u istoj mjeri kao ciljevi ovog gledišta – plodnost i praktična korist teorije. Također, pragmatično gledište na teorije ne misli da one mogu osigurati razumijevanje značenja fenomena niti da ih opažanja mogu čvrsto empirijski poduprijeti. Praktična korist je ključna, a ona može imati različite svrhe (organizacija znanja o nekom području ili klasifikacija npr. živog svijeta) pa je za te različite svrhe mogu/moraju koristiti različite vrste teorija: Newtonova teorija gravitacije za kretanja tijela unutar mezokozmosa ili makrokozmosa, teorija evolucije za klasifikaciju živoga svijeta, kvanta teorija za izradu nanoračunala i nanolijekova i sl.

Izvrсна tabelarna usporedba ovih triju gledišta na znanstvene teorije dana je u opsežnom i detaljnom razmatranju u *Stanfordskoj filozofskoj enciklopediji* (Winther, 2021):

Grafika 6

	Sintaktičko gledište	Semantičko gledište	Pragmatičko gledište
Struktura teorije	Neinterpretirani aksiomatski sustav	(1) Teorija prostornog stanja (<i>state space theory</i>), (2) Teorijski skup/model (<i>set-/ model-theoretic</i>)	Interni i eksterni pluralizam
Interpretacija teorije	Pravila korespondencije	(1) Hijerarhija modela, (2) Sličnost, (3) Izomorfizam	(i) Struktura je odvojena praksom, funkcijom i primjenom, (ii) Pragmatičke vrijednosti
Da li je interpretacija teorije aspekt strukture teorije?	Da	Ne	Da, iako je to teško razlikovati

Znanost teži otkriću i objašnjenju zakona koji mogu biti objašnjeni samo njihovim uključivanjem u teorije, a teorije su očito uvijek neka vrsta generalizacija koje *lógos* znanstvenika želi poopćiti što je moguće više. Pri tome bi bilo pretjerano reći da su svi zakoni u znanosti izvedeni iz nekih fundamentalnijih zakona – no postoji takva težnja, kao što u razumijevanju teorije postoji težnja prema paralelizmu – korespondenciji znanstvenih zakona prirodnim zakonima (*laws of nature*). Znanstvena objašnjenja i znanstvene teorije u opisu, objašnjenju i predviđanju fenomena koriste prirodne zakone u strukturi znanstvenog mišljenja, pa je razmatranje naravi prirodnih zakona predmet proučavanja sljedećeg poglavlja.

6 PRIRODNI ZAKONI

Filozofsko promišljanje prirodnih zakona pretpostavlja etimološko razjašnjenje hrvatskog naziva i prijevoda s engleskog jezika: engleski jezik razlikuje pojmove prirodni zakon (*natural law*) i zakon prirode (*law of nature*). Prirodni zakon (*natural law*) je filozofsko-etički pojam koji pretpostavlja da u prirodi objektivno postoji univerzalni zakon koji određuje što je ispravno i neispravno za sve ljude, koji je iznad svakog društvenog konvencionalizma ili individualnog relativizma. S druge strane, zakon prirode (*law of nature*) je pojam korišten u znanosti i filozofiji znanosti za označavanje univerzalne pravilnosti (ili u nekom određenom omjeru slučajeva) u odnosima ili redu pojava u svijetu pod nekim određenim skupom uvjeta. U hrvatskom jeziku uobičajeno je korištenje pojma prirodnog zakona (onoga što je na eng. suprotno, zakon prirode, *law of nature*) za označavanje univerzalnih pravilnosti u prirodnom svijetu, onoga što se smatra ključnim dijelom znanstvene aktivnosti – potragom za pronalaskom prirodnih zakona – koji su središnji dio znanstvene prosudbe u objašnjenju prirodnih fenomena koji se moraju povinovati prirodnim zakonima. Također, potrebno je prirodni zakon (na eng. zakon prirode, *law of nature*) razlikovati od znanstvenog zakona (*scientific law*) koji se uglavnom razumijeva kao pravilnosti prirodnog svijeta formulirane nekom, odgovarajućom simboličkom formom generalizacije.

Prirodni zakoni obilježili su nastanak novovjekovne znanosti, znanstvene revolucije 17. st. koja je umjesto uzroka fenomena počela tražiti njihove zakone: Galileijev zakon slobodnog pada, gibanja njihala, zakon inercije, Newtonov zakon univerzalne gravitacije, Boyleov plinski zakon i td. To što se ovi zakoni nisu tada nazivali zakonima nego je recimo Galilei umjesto zakona slobodnog pada govorio o svojstvu ubrzanog gibanja, ne mijenja

supstancijalno njihovu pojavu, smisao i značenje, uključujući filozofsku raspravu oko njihove naravi.

Početno pitanje u razmatranju naravi prirodnih zakona je što su oni, što i zašto oni objašnjavaju i jesu li su nam uopće potrebni jer neke uočene pravilnosti mogu sasvim dobro objašnjavati prirodne fenomene bez pozivanja na prirodne zakone i ideju nužnosti. Prirodni zakoni imaju snažnu moć objašnjenja jer su nužni, oni postavljaju normativnu, logičku nužnost u svoj odnos s prirodnim fenomenima jer kažu »kako stvari *moraju* biti uređene, kako *moraju* biti organizirane, a ne tek kako se događaju, kako su uređene i organizirane« (Rosenberg i McIntyre, 2020: 57). Čini se da kontingentni događaji, koliko god bili istiniti, nisu od interesa za proučavanje unutar ove teme jer se ne mogu podvesti pod prirodne zakone – iako postoje stavovi koji pretpostavljaju neograničeni broj prirodnih zakona – u što spadaju i kontingentni događaji kojih ima bezbroj. Prirodni zakoni su (nomički) opisi prirodnih fenomena koji vrijede uvijek, svagdje i za sve fenomene iste vrste i kada se fenomen događa u istim okolnostima. Najbliži primjer za prirodni zakon, dobro utemeljenu i strogo normiranu univerzalnu generalizaciju, su Newtonov zakon gravitacije i njegovi zakoni gibanja (inercije prema kojoj tijelo ne mijenja svoje gibanje ako na njega ne djeluje sila, razmjernost količine gibanja i djelovanja sile [gibanje u smjeru te sile] i zakon ‘akcije i reakcije’ prema kojem se na svaku silu koja proizlazi iz djelovanja okoline na tijelo javlja silom jednaka protusila suprotnog smjera). Međutim, također se može reći da:

Nije istina da je sila za bilo koja dva tijela nastala zakonom gravitacijom. Neka tijela su (električno) nabijena i sila između njih nije Gmm'/r^2 . Prije će biti da je to neka rezultanta ovih sila sa silom elektriciteta ... Silu tijela koja su masivna i električno nabijena određuju zajedno zakon gravitacije i Coulombov zakon (koji daje silu između naboja)³⁰

30 Coulombov zakon elektrostatike tvrdi da između dviju električno nabijenih čestica djeluje elektrostatska sila (sila između istovrsnih naboja je odbojna, a između

... Električno nabijeni objekti neće se ponašati samo prema zakonu univerzalne gravitacije; a bilo koji masivni objekt čini protuprimjer Coulombovom zakonu. Ova dva zakona nisu istinita, štoviše, oni nisu niti približno istiniti (Ayer, 2013: 874).

Ovaj primjer pokazuje da se nekima čini potrebnim redefinirati pojam zakona, isključujući okolnosti koje utječu na njegovu 'čistoću' i primjenjivost u istinitom opisu zbilje. Može se reći da bi prema tome trebalo tvrditi da se dva tijela ponašaju prema zakonu univerzalne gravitacije privlačenjem ako ne postoje druge sile osim gravitacijske.

Prirodni zakoni tako, čini se, sadrže pravilnost i nužnost, i često se unutar metafizike razmatraju iz aspekta jedne od dviju konkurentskih teorija koje ističu jedan od ovih aspekata: teorije ili pristupa pravilnosti (*regularity theory* or *regularity approach*), teorije i pristupa nužnosti (*necessitarian theory* or *necessitarian approach*). Prije se prirodni zakon proučavao i iz aspekta instrumentalizma prema kojem prirodni zakoni nisu univerzalni, nužni, istiniti ni neistiniti, oni su tek ljudska invencija koja treba poslužiti organizaciji ljudskog znanja o svijetu, reprezentaciji fenomena i njihovom predviđanju. Razmatranje svih ovih teorija naravi prirodnog zakona ima opsežne filozofske ili metafizičke implikacije koje obuhvaćaju pojmove nužnosti, akcidentalne i korespondencijske teorije istine i slobodne volje. Ultimativna implikacija je u promišljanju »je li univerzum kozmička koincidencija ili je vođen i kontroliran vječnim prirodnim zakonom« (Swartz, 2022) pri čemu zagovornici ovih teorija imaju uvjerenja o naravi prirodnog zakona, univerzuma i epistemološkim sposobnostima čovjeka koja nisu podudarna. Moglo bi se reći da teorija pravilnosti i teorija nužnosti ipak dijele realistički pristup jer se slažu da prirodni zakon opisuje neke važne činjenice stvarnosti, zbi-

različitih privlačna) koja je razmjerna umnošku električnih naboja, a obrnuto razmjerna kvadratu udaljenosti između čestica

lje univerzuma. S druge strane, neki smatraju da ovo nije točno, Cartwrightova je 1980. god. zakonima fizike pripisala (ne)moć objašnjenja koja nisu ni aproksimacija istine i koja se iscrpljuju u izvanrednim objašnjenjima koja nisu točna zbog suprotnosti između postizanja točnog opisa i cilja objašnjenja, napetosti između istine i objašnjenja:

Zakoni fizike ... u mjeri u kojoj su istiniti, ne objašnjavaju mnogo. Možemo poznavati sve prirodne zakone i još uvijek ne znati objasniti složene slučajeve ... zakoni koji objašnjavaju složene slučajeve ne ispunjavaju zahtjev činjeničnosti. Ako fizikalni (znanstveni) zakoni trebaju objasniti kako nastaju fenomeni, oni ne iznose činjenice (Cartwright, 2013: 881-882).

Naime, postoje modeli u kojima se uzima u obzir elektromagnetizam, po kojima se gibaju nabijene čestice mase u električnom polju. 'Napetost' između istine i objašnjenja nastaje zato što zakoni iskazuju istine poput tvrdnje ... ako nema električnog naboja, i nema nuklearnih sila ... tada sila između dviju masa veličine m i m' odvojenih udaljenošću r iznosi Gmm'/r^2 . Međutim, ovaj je iskaz nevažan u slučajevima kada postoji električni naboj i/ili nuklearne sile (Cartwright, 2013: 881). Dakle, zakoni fizike ili znanstveni zakoni mogu se promatrati kao nešto različito od prirodnih zakona, možemo ih međusobno razlikovati pri čemu su znanstveni zakoni, uz nekoliko iznimki, neprecizne aproksimacije istine koje imaju vrlo ograničeno područje primjene (Swartz, 2022). Što više, može se reći da zakoni fizike (znanstveni zakoni) nisu aproksimacije istine nego su neistiniti iako daju odlična objašnjenja (Curd i dr., 2013b: 814). O razlici prirodnih i znanstvenih zakona može se reći:

Prirodni zakoni su one empirijske pravilnosti koje upravljaju prirodnim svijetom oko nas, bez obzira na to posjeduju li inteligentna bića znanje o tim pravilnostima ili ne, i neovisno o tome jesu li razvijeni odgovarajući simbolički

prikazi za barem neke od ovih pravilnosti ... Nasuprot tome, *znanstveni zakoni* su one pravilnosti prirodnog svijeta koje su nam poznate i koje su oblikovane u odgovarajuće simboličke oblike (Weinert, 1995: 4-5).

Identifikacija fizikalnih zakona sa znanstvenim zakonima nije nerazumljiva, štoviše, fizikalni zakoni se ponekad poistovjećuju s prirodnim zakonima jer se, barem na Zapadu, vjeruje da se fizikalni fenomeni događaju unutar vrlo precizno određenog raspona matematičkih pravilnosti. Fizikalni fenomeni moraju se povinovati prirodnim zakonima, oni se događaju prema fizikalnim nužnostima, ali zbog metafizičke nužnosti: nužne istine slijede iz naravi ili esencije samih stvari (Hoefer i Smeenk, 2016: 121). Znanstveni zakoni svojim simboličkim, matematičkim formulacijama pokazuju obilježja strukture fizikalnih sustava univerzuma koji je upravljan prirodnim zakonima. Drugi opet vjeruju da su prirodni zakoni 'zbiljski' zakoni koji upravljaju prirodom, dok su znanstveni zakoni, pa i oni fizikalni, ljudska invencija usmjerena objašnjenju, predviđanju i kontroli fizikalnih fenomena univerzuma. Misliti o fizikalnim zakonima kao prirodnim, zbiljskim zakonima neovisnima o ljudskoj spoznaji ima korijen u starogrčkoj metafizičkoj koncepciji u kojoj nije postojala mogućnost izražavanja bestjelesnog bića (sg. *asōmaton*) ili neispunjenosti prostora, što je bilo oblikovano u iskazivanje zbilje pojmom *phýsis*, fizika, narav, priroda ili zbilja. Fizikalni zakon ovdje ima značenje prirodnog zakona (*law of nature*), a oba ova pojma ponegdje se naizmjenično koriste s pojmom znanstvenog zakona, no oni su različitog značenja jer je znanstveni zakon deskriptivan, a prirodni zakon / fizikalni zakon je normativnog tipa.

U objašnjenju naravi ili obilježja prirodnog zakona, teorija regularnosti ili pristup pravilnosti (*regularity theory* or *regularity approach*) bila je dominantna teorija tijekom velikog dijela 20. st. Ova teorija, čini se, nije mogla izbjeći oslanjanje na Humeove ideje stalne zajedničke povezanosti fenomena i uzročnosti (*co-*

njoin and causation) iz kojih se izvodila tvrdnja da su prirodni zakoni (univerzalne) generalizacije manje snage od znanstvenih zakona te nadograđivanja ove tvrdnje uvođenjem dodatnih uvjeta pravilnosti. No, jesu li to bile Humeove ideje ili ono što mu se pripisivalo, stvar je interpretacije: »unatoč svom epistemološkom skepticizmu, on (Hume, nap. a.) je ostao ustrajan u uvjerenju da su prirodni zakoni (fizikalne) nužnosti« (Swartz, 2022). Uobičajilo se zato govoriti o teoriji pravilnosti u razmatranju prirodnog zakona kao regularističkom, primljenom gledištu na prirodne (fizikalne) zakone koji upravljaju ili reguliraju univerzumom, i to je bilo prihvaćeno kao čisti znanstveni podatak, iako je riječ o metafizičkoj teoriji »koju tako treba označavati i vrednovati« (Swartz, 1995: 76). U slučaju da je riječ o metafizičkoj pretpostavci, onda se može dovesti u pitanje pretpostavka o naravi fizikalnih, zbiljskih ili prirodnih zakona koji snagom nužnosti upravljaju prirodom strogom pravilnošću i činjeničnom (fizikalnom) nužnošću koja povezuje njezine fenomene i procese. Hume ipak nije mislio o prirodnim zakonima kao nečemu što je logički nužno. Kada neka propozicija iskazuje prirodni zakon onda ona kaže da se nešto uvijek događa i mora dogoditi pod određenim uvjetima:

Tako, kada kažemo da tijela bez podrške padaju, pretpostavljamo da je to prirodni zakon, kažemo da nije, nikada nije bilo niti će biti da tijela bez podrške neće pasti. Nužnost zakona sastoji se u jednostavnoj činjenici da tu nema iznimki (Ayer, 2013: 823).

Beziznimnost nekih događaja, ili njihove povezane zajedničke redovite pojavnosti ipak je empirijska činjenica, no to ne mora biti ili nije logička činjenica. Generalizacija takvog empirijskog sadržaja nije logička činjenica, ako bismo je pak željeli napraviti logički sigurnom, oduzeo bi joj se dio empirijskog sadržaja (Ayer, 2013: 822). Ako mislimo o teoriji pravilnosti u razmatranju prirodnog zakona kao primljenom gledištu na prirodne zakone koji

upravljaju prirodom, treba istaknuti da regularistička teorija poriče nužnost prirodnih, fizikalnih zakona: »nema fizikalne nužnosti, ni u zakonima ni u prirodi samoj« (Swartz, 2022). Čak i Humeov skepticizam nije bio metafizički nego epistemološki jer se pitao o izvoru našeg znanja o fizikalnoj nužnosti i mogućnostima empirijske potvrde, može se reći da je uočio da su provjereni prirodni zakoni primaran proizvod znanstvenog promatranja i mišljenja koji utjelovljuju generalizirano znanstveno znanje (Mellor, 2013: 853). Za teoriju pravilnosti prirodni ili fizikalni zakoni su puki opisi univerzuma koji ne upravljaju svijetom niti zrcale istinu o svijetu. Prirodni ili fizikalni zakoni postoje, ali nisu nomički nužni, oni ne pokreću svijet nego ga istinito opisuju (Swartz, 1995: 81; 88) kao pravilan poredak stvari. Pravo pitanje je ako u univerzumu postoji red, kako to da on postoji i koji su njegovi izvori. Može biti da prirodne zakone, kako Hobbes kaže, 'Nalaže Um' (Ayer, 2013: 817), da oni djeluju prema nekoj zapovjedi Uma/uma koji ih određuje, da su takve zapovijedi nužne pa određuju univerzalnu beziznimnost svih događaja koji se moraju ponašati prema njima. Ovo gledište stavlja sve svjetske fenomene u čvrste granice nužnosti, postavlja ih snagom logike koja može (us)postaviti entitete u odnos logičke nužnosti i čiste logičke istine neovisno o iskustvu, (raz)umom samim. Tako se prirodnim zakonima pripisuje nužnost prema analogiji s logikom:

... propozicija može iskazati prirodni zakon samo ako je navedeno da su događaji ili svojstva određene vrste nužno povezani, a ta nužna veza se interpretira istovjetnom ili vrlo sličnom nužnosti kojom konkluzija deduktivnog zaključka slijedi iz njegovih premisa, logičkom odnosu (Ayer, 2013: 818).

Suvremena znanost i filozofija znanosti u pravilu odbacuju ideju vrhovnog Zapovjednika, Uma ili Boga koji uspostavlja i specificira prirodne zakone. Teorija regularnosti ili pristup pravilnosti odbacuje ne samo teističke elemente nužnosti prirodnih

zakona nego i neempirijsku zamjenu takvih teističkih elemenata, oni osporavaju nomičku nužnost pravilnosti koju opažamo u svijetu. Ovakav pristup postojao je već u Humea koji je smatrao da su uzrok i učinak dva odvojena događaja koja ne stoje ne samo u odnosu logičke nužnosti, nego uopće ne stoje u logičkom odnosu pa je iskaz koji tvrdi postojanje nekog fenomena tek i samo to – egzistencijalni sud, iz njega nije moguće logičkom dedukcijom izvesti postojanje, svojstva ili ponašanje nekog drugog fenomena. Za teoriju pravilnosti krajnji doseg prirodnog zakona iscrpljuje se u opisu svijeta koji je u nekoj mjeri točan, ali taj opis kao i objašnjenje bez oslanjanja na načela koja bi bila nomički nužna, ne oslanja se na prave, istinite generalizacije. Čini se da »nema dobrog argumenta koji bi pokazao postojanje *empirijskog dokaza* postojanja nomičnosti (fizikalne nužnosti)« (Swartz, 1995: 85). Za teoriju pravilnosti prirodni zakoni su tek generalizacije akcidentalnih događaja, među njima nema nikakve razlike, pa zato što ima bezbroj akcidentalnih događaja postoji i bezbroj prirodnih zakona (Swartz, 2022). Po ovoj teoriji ideja nužnosti ili nomičnosti prirodnih zakona puka je metafizička pretpostavka koju treba napustiti, za nju univerzum ne mora biti onakav kakav jest, on samo i tek jest, ali mogao bi biti drugačiji: ne mora imati vrijednosti konstanti kakve one jesu, ne postoji neka sila ili nužnost koja je odredila njegove vrijednosti, gibanje i svojstva. Prirodni zakoni nisu normativni, još manje su preskriptivni, oni su tek opisi svijeta kako ih opažamo. Ponegdje se nađe da je teorija pravilnosti neopterećena metafizičkim pretpostavkama (Swartz, 1995: 86), no ovdje treba vidjeti da su tvrdnje o akcidentalnom (nenamjernom, slučajnom, nebitnom) i kontingentnom (slučajnom, može biti i drugačije) svijetu isti tip, metafizička tvrdnja, kao i ona o nužnim prirodnim zakonima koji beziznimno ravnaju univerzumom. Konkurentska teorija nužnosti smatra da su iskazi akcidentalnog i kontingentnog marker koji pokazuje da jest odnosno da nije riječ o prirodnom zakonu: iskazi koji ne govore o

zbiljskom nego mogućem – o tome da bi trebalo zadovoljiti neki uvjet da bi se ostvario konzekvens zaključka, nisu zakoni nego akcidentalne generalizacije. Prirodni zakoni, za razliku od generalizacija, podupiru protučinjenične kondicionale (*counterfactual conditionals*) ili uvjetne rečenice koje govore što bi bilo istinito u određenim različitim uvjetima, oblika ‘da sam znao da će ... napravio bih ...’. Dva primjera takvih iskaza kažu:

Da je bio slučaj da je Mjesec sačinjen od čistog plutonija,
tada bi težio manje od 100 000 kg
Da je bio slučaj da je Mjesec sačinjen od čistog zlata, tada
bi težio manje od 100 000 kg

Ovi iskazi govore o mogućim stanjima, da je antecedens takav, konzekvens bi bio ovakav. Međutim, u prvom iskazu protučinjenični kondicional je istinit (uvjetna rečenica je istinita), a u primjeru o zlatu je neistinit (uvjetna rečenica je neistinita): »... univerzalna istina o plutoniju podupire iskaz o plutoniju, dok univerzalna istina o masi zlata ne podupire iskaz o zlatu ... zato što to nije zakon nego jednostavna akcidentalna generalizacija« (Rosenberg i McIntyre, 2020: 59). U smislu određenja odnosa znanosti prema svijetu s obzirom na istinu, može se reći da je teorija pravilnosti anti-realistička jer zakoni prirode prema ovoj teoriji ne nude istinite opise svijeta kakav on jest sam po sebi, neovisno o čovjekovim epistemološkim sposobnostima i spoznajnim alatima – teorijskim i empirijskim. Anti-realizam ovdje ima dvije perspektive: 1) jedna se tiče neopažljivih entiteta i pouzdanosti temelja naše vjere u njihovo postojanje i svojstva, podjednako teorijskih temelja i empirijskih dokaza koji bi to potvrdili, 2) druga smatra da načelno ne postoji nijedan pouzdani spoznajni alat koji bi mogao istinito reprezentirati zbilju kakva ona jest neovisno o ljudskom promatraču i teoretičaru – iako postoji određena gradacija u približavanju istini. Bas van Fraassen (1941. -) je autor koji zastupa prvu perspektivu, a Hilary Putnam (1926. - 2016.) iz realističke perspektive ovu drugu. Teoretičari pravilnosti

smatraju da prirodni zakoni ne opisuju zbilju svijeta, ali također, da imaju vrlo ograničene sposobnosti objašnjenja jer mogu objasniti vrlo pojednostavljene slučajeve fenomena koji se zbivaju u idealnim okolnostima u kojima je potrebno isključiti određene uvjete ili okolnosti: postoji niz modela gdje se koriste zakoni mehanike i elektromagnetizma. Prirodni zakon prema ovoj ideji može objasniti jednostavne slučajeve u nepromijenjenim vanjskim okolnostima (tzv. *ceteris paribus*) u kojima nema remetilačkih faktora, no kada se okolnosti promijene i pojave takvi faktori, prirodni zakon nema moć objašnjenja kompleksnih okolnosti. U stvarnom svijetu, upravo su kompleksne okolnosti ili 'kompozicija uzroka' stvarnost koja je uključena u gotovo sve prirodne fenomene. Svijetom ne upravlja neki vrlo mali skup jednostavnih prirodnih zakona nego veliki broj kompleksnih fenomena živog svijeta (fizičkih, kemijskih i bioloških) izvire iz interakcijskih međudjelovanja jednostavnih procesa koji su pod utjecajem temeljnih prirodnih zakona poput Newtonovog zakona univerzalne gravitacije ili Coulombovog zakon elektrostatičke. Kompleksni fenomeni mogu se objasniti samo objašnjenjem složenih uzroka (*explanation by composition of causes*), pri čemu se neki fenomen pokušava objasniti tako što se iz kompleksa događaja svaki od njih pokušava objasniti kao da djeluje zasebno i izolirano, što je netočno jer zakoni djeluju u nekoj kombinaciji iz koje emergiraju nova pravila. Objašnjenje složenih uzroka koristi zakone koji ne mogu zadovoljiti zahtjev faktičnosti, jer učinci događaja »ne nastaju upravljani bilo kojim zakonom koji djeluje zasebno i odvojeno od drugih« (Ayer, 2013: 875). Ako se pretpostavi da su prirodni zakoni koji upravljaju fenomenima 'pomiješani' tako da se objašnjenje treba tražiti u njihovoj zajedničkoj sili, rezultanti, vrlo je teško izolirati i izmjeriti omjer njihove uloge u tom zajedničkom djelovanju na neki fenomen.

Na dvojbu o mogućnosti slobodne volje s obzirom na prirodne zakone koji bi u slučaju njihove nužnosti morali upravljati svime pa i čovjekovim izborom djelovanja, teorija pravilnosti ima

jednostavno rješenje, jer unatoč tome što nije moguće prekršiti prirodne zakone, to nije zato što oni silom upravljaju djelovanjem u samo jednom mogućem smjeru, nego zato što prirodni zakoni nisu ništa drugo do istiniti sudovi, opisi svijeta, pa tako i ljudskog djelovanja. Ovdje se dovodi u pitanje narav prirodnih zakona.

Nije da prirodni zakoni upravljaju svijetom. Nismo ‘prisljeni’ birati jedno djelovanje prije drugog. Sasvim je obrnuto: mi biramo, a zakoni prirode se prilagođavaju našem izboru. Ako odlučim nositi smeđu košulju, onda je istina da to činim; a ako bih umjesto toga odlučio nositi plavu košulju, onda bi bilo točno da nosim plavu košulju. Ni u jednom slučaju moj odabir ne bi bio ‘pod prisilom’ istinitosti tvrdnje koja opisuje moje djelovanje (Swartz, 2022).

Iz ovog primjera vidi se da teorija pravilnosti prihvaća postojanje prirodnih zakona koji nisu nomički nužni, nego su istiniti opisi onoga što se događa u svijetu (Swartz, 1995: 88).

U objašnjenju naravi ili obilježja prirodnog zakona, teorija ili pristup nužnosti (*necessitarian theory* or *necessitarian approach*) ili univerzalnosti (*universals*) smatra da prirodni zakoni u sebi sadržavaju prirodnu nužnost. Prirodni zakoni »se bave onim što se mora dogoditi, i što se nikako ne bi moglo dogoditi, a ne onim što se samo događa i ne događa« (Leckey and Bigelow, 1995: 92). Ovaj pristup tvrdi da postoji fizikalna, prirodna ili nomička nužnost koju prirodni zakoni iskazuju u obliku univerzalnih istina. Prema ovoj teoriji neko stanje određenom fizikalnom sustavu može biti prirodno, a neko drugo neprirodno pa prirodni zakon ne samo kaže nego i određuje što se mora dogoditi ili što se vjerojatno neće dogoditi. Već kod Aristotela, a i prije, pojavljuje se ideja da materija po nužnosti ima određena svojstva, a slično tome pristup nužnosti smatra da »je fizikalna nužnost svojstvo zakona prirode (zajedno s istinom, univerzalnošću, itd.); prema drugom obliku pristupa nužnosti, fizikalna nužnost inherentna je u samom

tkanju i osnovi (tvari i strukturi) svemira» (Swartz, 2022). Fizikalne nužnosti su svojstva prirodnih zakona, pa elektron ima određenu vrijednost električnog naboja jer je tako određeno prirodnim zakonom, a univerzum je upravljan načelom fizikalne nužnosti i drugim načelima prirodnih zakona (vremenska strijela, prostor-vrijeme, simetrija i dr.).

Svojstva materije inherentna su materiji samoj, elektron ima električni naboj određenih svojstava po nužnosti koja je u njemu samome pa je iskazivanje takve činjenice o njegovom svojstvu istinit opis prirodne nužnosti koja vlada univerzumom. Engleski polihistor William Whewell iz 19. st. je odnos opaženih i empirijski određenih činjenica nazivao koligacijom (grupiranje prema sličnosti) činjenica klasificirajući ih u tri stupnja: određivanje neovisne varijable, formula, koeficijent. Primjer koji se da naći u literaturi oslanja se na Galileijev zakon slobodnog pada:

Zamislimo da želimo pronaći zakon koji opisuje način promjene brzine tijela koje pada prema tlu, ispuštenog iz mirovanja blizu površine Zemlje. Brzina je označena kao ovisna varijabla. Prvi korak je u odabiru druge količine koja varira u brzini, označavajući neovisnu varijablu. U ovom slučaju uzet ćemo vrijeme kao neovisnu varijablu. Sljedeći korak je odabir opće formule povezujući dvije varijable. U ovom slučaju formula je sljedeća:

$$v = at$$

gdje je v brzina u trenutku t objekta u slobodnom padu u blizini površine Zemlje, a pad je počelo iz mirovanja. Formula je općenito karakterizirana jednim ili više koeficijenata – ovdje je koeficijent označen kao a . Ovaj koeficijent može se odrediti pomoću eksperimenta, koji je posljednji korak u formiranju koligacije činjenica (Leckey and Bigelow, 1995: 94).

Jednadžba Galileijevog zakona $v = at$ opisuje približno točan odnos između vrijednosti brzine i vremena u okolnostima bez dru-

gih značajnih faktora, s malim otporom zraka, da se može reći da ova formula precizno iskazuje brzinu padajućeg tijela s obzirom na element gravitacije. Pristup nužnosti smatra da tvrdnja iskazana gornjom formulom nije nešto što se odnosi samo na pojedinačne objekte, situacije i okolnosti, nego se odnosi na klase takvih fenomena, a možda i na klase univerzalnih istina. U svakom slučaju, pretpostavka ovog pristupa je nepromjenjivost prirodnih zakona, oni se ne mogu 'izumiti', ljudi otkrivaju prirodne zakone koji postoje neovisno o ljudima i njihovim spoznajama koje su promjenjive. Dakle, »status nekog iskaza koji iskazuje prirodni zakon nije ovisan o njegovom epistemološkom statusu. O epistemološkim faktorima ovisi ljudska sposobnost identificiranja drugačije kvalificirane izjave *kao istinite*, dakle kao *iskaza zakona*« (Dretske, 2013: 838). Zato se može misliti o zakonima kao nečemu što je dobro utemeljeno prije ispitivanja svih slučajeva na koje bi se takav zakon mogao primijeniti: prije ispuštanja objekta iz stanja mirovanja prema Zemlji, već znamo njegovo kretanje s visokim stupnjem preciznosti – to je prediktivna moć zakona koju znanost uspješno koristi. Formalizacija fenomena (1) ispuštanje objekta – (2) pad objekta može se prikazati pomoću iskaza kondicionala ili implikacije (x) ($Fx \rightarrow Gx$) (za x vrijedi, ako je F, onda je i G), ali i bikondicionala ili ekvivalencije (x) ($Fx \equiv Gx$) (za x vrijedi, ako i samo ako je F, onda je i G). Još preciznije ovo bi se moglo zapisati iskazom (x) ($Fx \text{ N } \rightarrow Gx$), gdje F u fizikalnom (ne i logičkom) smislu mora biti G (N označava fizikalnu vrstu nužnosti koja se mora ostvariti). Pitanje što je N naziva se problemom identifikacije (*identification problem*). Problem identifikacije, zajedno s problemom zaključivanja (*the inference problem*) kritizira oblike formule (x) ($Fx \text{ N } \rightarrow Gx$) jer ne nalazi objašnjenje zašto bi bilo nemoguće imati Fx bez Gx, odnosno $N(F,G)$, osim ako N nije neka konstantna konjunkcija, sama ili uz dodatak još nekog faktora. Nužnost je ono što čini ovaj N univerzalnim zakonodavcem (Carroll, 2020), a odnos između F i G je uzročan odnos.

Logički iskaz $(x) (Fx \supset Gx)$ simbolizira nomičku nužnost između (dvaju) događaja, ta nužnost se razumijeva kao univerzalna istina koja je prikazana prirodnim zakonom, a taj prirodni zakon je vrsta univerzalne istine. Zato prirodni zakoni ne specificiraju kakav je ispušten predmet: kakvog je oblika i boje, koje je težine, nego govore o kvalitetama i kvantitetama koje ti predmeti predstavljaju. Prirodni zakoni, prema novijoj inačici teorije nužnosti, u svojoj osnovi govore o odnosima univerzalnih svojstava, oni su univerzalne generalizacije univerzalija, općih pojmova. U prijašnjim inačicama teorije nužnosti smatralo se da nužnost zakona, ili iskaza sličnih zakonima, proizlazi iz posebne i jake veze (nelogičke) nužnosti koja povezuje stvari s njihovim svojstvom: iskaz »bakar provodi elektricitet ... nužno povezuje objekte koji su bakar s objektima koji provode elektricitet« (Curd i dr., 2013c: 894). Novija gledišta nemaju takvu snažnu specijalnu vezu nužnosti, jer stavke povezane zakonom nisu fenomeni ili fizikalni predmeti nego svojstva koja su uvijek povezana s nekim drugim svojstvima. Ovak bi se pristup mogao simbolizirati $F\text{-ness} \rightarrow G\text{-ness}$ (svojstvo da je F zahtijeva svojstvo da je G).

Unatoč razlikama između teorije pravilnosti i teorije nužnosti, čini se da se njihovi stavovi preklapaju oko uvjeta koje moraju ispuniti iskazi da bi bili prihvaćeni kao prirodni zakoni, iako prema teoriji nužnosti ti uvjeti nisu dovoljni za priznanje nekog iskaza prirodnim zakonom – tu je još potrebna nomička, fizikalna, prirodna nužnost. Ovo su uvjeti koje obje teorije prihvaćaju:

1. Zakoni prirode su činjenične, a ne logičke istine,
2. Zakoni prirode su univerzalni u vremenu i prostoru,
3. Zakoni prirode ne sadrže vlastita imena,
4. Zakoni prirode su univerzalne ili statističke tvrdnje,
5. Zakoni prirode nisu kategoričke nego kondicionalne tvrdnje (Swartz, 2022).

Može se reći da unatoč razlikama između dvaju gledišta »Većina suvremenih filozofa prihvaća realistički stav vezano uz (prirodne, nap. a.) zakone; oni vjeruju da su neki izvještaji o tome što su zakoni uspješni u opisu zbilje« (Carroll, 2020). Na kraju, može se reći da najzanimljivija implikacija ontoloških određenja univerzuma iz perspektive obiju teorija propituje narav univerzuma, mora li biti takav kakav jest i jesu li prirodni zakoni u njemu nužni, ili je to stvar koincidencije. Za teoretičare pravilnosti svemir je kontingentnost koju ne treba objašnjavati, a za pristup nužnosti to je činjenična, no ne i logička istina. Prema oba pristupa, univerzum i njegova svojstva nisu proizvod nekog diktata kojemu se mora povinovati sva priroda, mogli su (logički) biti drugačiji, svemir je mogao biti drugačiji kao i prirodni zakoni i konstante.

7 LOGIČKI EMPIRIZAM

Empirizam u svojoj osnovi smatra da je iskustvo izvor znanja o pojmovima, da su pojmovi vezani uz predmete iskustva i da se na njih mogu primijeniti, a da su racionalna uvjerenja i iskazi opravdani ako ih možemo iskustveno spoznati, preko opažanja i/ili osjetila. Stariji empirizam polazio je od ideja, percepcija, osjeta i kvalitativnih elemenata koji motritelj iskustveno doživljava, a znanstveni mogu biti samo oni pojmovi koji su izvedeni iz iskustva i koji se mogu reducirati na iskustvo: »Opažanja se stoga izražavaju iskazima, a iskazi su tvrđenja o činjenicama opažanja« (Lelas, 2000: 94).

Na ovu temeljnu ideju empirizma nastala je, uz razlike oko prikladnog oblika i spoznajnog statusa empirizma, inicijativa uobličavanja filozofije znanosti u odvojenu disciplinu te radikalno poricanje vrijednosti tradicionalne spekulativne spoznaje i apriornog filozofskog uvida. Ova ideja nastaje početkom 20. stoljeća, 20-ih i 30-ih godina na nekoliko mjesta u Europi (Austrija i Njemačka), a poslije tijekom 50-ih i 60-ih u SAD-u. Sve do 50-ih godina logički empirizam bio je vladajući pravac filozofije znanosti, danas je izvan 'mode' iako su neke njegove postavke žive, poput teorija istine (korespondencije ili adekvacije,³¹ redundancije³² i semantičke teorije istine³³) i opravdanja (promjene) vjerovanja (fundacionizam, koherentizam i relijabilizam³⁴). Za

31 Teorija adekvacije pretpostavlja poklapanje, istovjetnost mišljenja i bitka (slaganje misli i stvari) gdje se bitak zrcali u mišljenju, a teorija korespondencije pretpostavlja slaganje iskaza i činjenica.

32 Teorija redundancije smatra da se iskazom koji nešto tvrdi može tek potvrditi nečije pristajanje na tu tvrdnju.

33 Za semantičku teoriju istine ta istina predstavlja svojstvo rečeničnog iskaza.

34 Fundacionistička teorija opravdanja vjerovanja oslanja se na opažanje, koherentizam na usklađenost s drugim vjerovanjima, a relijabilizam na pouzdani spoznajni proces koji mora sadržavati više istinitih vjerovanja nego onih neistinitih.

anglo-američku filozofsku tradiciju znanost je uzor, ideal i paradigma sve ostale spoznaje, potrebno je poznanstveniti i filozofiju uklanjanjem nepotrebne i nekorisne metafizike. Najpoznatiji projekt racionalne rekonstrukcije znanosti unutar te filozofske tradicije bio je logički empirizam izrastao na nasadima logičkog pozitivizma (s različitim nazivima: logički pozitivizam, logički neopozitivizam, neopozitivizam) – ovdje treba napomenuti da se pojmovi logičkog pozitivizma i logičkog empirizma često navode kao sinonimi i da to nije fundamentalno neispravno – oba su neopozitivizmi. Logički pozitivizam smatrao je da je cilj filozofije u razjašnjavanju značenja osnovnih pojmova i tvrdnji kojima se znanost koristi, izbjegavajući bavljenje metafizičkim pitanjima na koja se ne može odgovoriti – poput pitanja o naravi univerzuma ili postojanja apsolutnog bića. U te besmislene i nepotrebne tvrdnje osim metafizike treba uvrstiti i moralne i estetske tvrdnje koje nisu drugo do »pitanje ukusa« (Feigl, 2021).

U staroj dilemi o tome preteže li izvor ljudskog znanja u umu i idejama neovisnima o iskustvu (*a priori* ili analitički) ili u znanju koje je ovisno o iskustvu (*a posteriori* ili sintetički), logički empirizam poricanjem pouzdanosti metafizike ističe da su brojni filozofski problemi u svojoj osnovi besmisleni, da sintetičko znanje *a priori* nije moguće, tj. da nije moguće potvrditi istinitost nekog iskaza neovisno o empirijskom iskustvu (ako nije riječ o logičkim ili matematičkim sudovima). Matematika je pravi primjer *a priori* znanja, jer znanje pravila euklidske geometrije o zbroju kutova trokuta ili algebarske operacije nije potrebno opravdavati iskustvom. *A posteriori* znanje je ono koje nalazi potrebnim opravdati takvo znanje, na primjer Galileijev zakon slobodnog pada koji se mora empirijski provjeriti.

Logički empirizam i pozitivizam prije su bili filozofski pokret(i) nego neko učenje koje se sastojalo od skupa čvrstih doktrina. Logički empirizam uključivao je više različitih skupina: (1) Bečki krug sastavljen od neformalnih skupina okupljenih oko njemač-

kog filozofa i fizičara Moritza Schlicka i članova Društva Ernsta Macha (Rudolf Carnap, Friedrich Waismann, Otto Neurath i dr.); (2) manje Berlinsko društvo za empirijsku filozofiju (tu je najpoznatiji Karl Hempel) i (3) skupine koje su sa gore spomenutima bile intelektualno srodne ili pod njihovim utjecajem, u Poljskoj i Skandinaviji (Creath, 2021) i posebno Engleskoj (Bertrand Russell, Alfred N. Whitehead, Alfred Ayer i Ludwig Wittgenstein). Bečki krug smatrao je da je došlo vrijeme uspostave znanstvene filozofije koja će okončati tradicionalnu filozofiju, metafiziku, i to su iskazali objavom pamfleta *Znanstveno poimanje svijeta: Bečki krug* (njem. *Wissenschaftliche Weltauffassung: Der Wiener Kreis*) 1929. god. Poslije, velik utjecaj na proučavanje filozofije znanosti imalo je djelo Karla Poppera *Logika znanstvenog otkrića* (njem. *Logik der Forschung*) iz 1934. god., on je bio neovisan o Bečkom krugu iako je bio u stalnom kontaktu s njegovim brojnim pripadnicima.

Logički empirizam bio je pod utjecajem prijašnjih filozofskih mišljenja pozitivizma koji je bio jedna vrsta nekritičkog scijentizma, nasljeđujući ih prihvaćanjem ili reagirajući na njih osporavanjem i izgradnjom novih teorija. Različita su mišljenja o filozofijama na kojima je izrastao logički empirizam (na primjer Hegel i neohegelijanci koji su objašnjavali svijet metafizičkim entitetima [apsolut, entelehija] i reakcija koja je željela ukloniti metafiziku), međutim čini se uvjerljiva teorija da je logički empirizam bio (kritička) reakcija na mehanistički materijalizam koji je vladao njemačkom filozofijom, ona je znanost vidjela kao potragu za mehaničkim zakonima materije koji su inherentni samim stvarima. Slika svijeta mehanističkog materijalizma bila je idealizirana jer se nedvojbeno smatrala apsolutnim i objektivnim znanjem.

... prema mehanističkom materijalizmu znanost može izvesti sliku svijeta čvrsto utemeljenu na empirijskim istraživanjima, prije nego na filozofskim spekulacijama. U ovoj slici svijeta materija je primarna, a nema sumnje o njegovom objektivnom postojanju neovisno o pojedinačnim proma-

traćima; znanost je otkriće mehanizama tog objektivnog svijeta kojim se živa i neživa materija ponaša i ostvaruje. Proizvod znanosti biti će mehanički zakoni koji upravljaju životom i svijetom – to jest, mehanički zakoni upravljaju materijom u gibanju (Suppe, 1999: 17).

U ovakvoj slici svijeta nema mjesta metafizičkim objašnjenjima niti *a priori* znanju prirode koje zahtijeva opažanje i empirijsko zahvaćanje mehaničkog zakona kojem se svijet pokorava. Ovu tezu dovodile su u pitanje neke druge ideje: neokantovska filozofija znanosti (znanost otkriva strukturu i opću formu opažaja koji zahvaćaju svijet kao mrežu logičkih odnosa, koja se otkriva opažajnim iskustvom – otkriva se struktura pojava a ne predmeta kakvi su objektivno, po sebi) i Machov neopozitivizam (koji u zreloj fazi smatra da se znanstveni iskazi moraju moći svesti na iskaze o opažanjima i da moraju biti provjerljivi, a posebno se poriče mogućnost apsolutnog vremena i prostora – znanost je pojmovna refleksija činjenica čiji su elementi sadržaj svijesti dobiven osjetima). Pojava teorije relativnosti i kvantne fizike svojom novom vrstom logike, kao i nejasnost implikacija ovih dviju fizika – hoće li ‘smijeniti’ klasičnu fiziku ili ne – dovele su u pitanje ove novije pristupe. Sada se pojavljuju tvrdnje da su znanstveni zakoni puke konvencije (Poincaré), da znanstvene teorije samo bilježe pravilnost nekih fenomena i to kao teorijskih pojmova koji mogu biti puki matematički pojmovi. Teorijski pojmovi, na primjer masa, sada se vide kao numeričke kvantitete nastale mjerenjem nekog fenomena, a zakoni se također mogu prikazati matematički. Problem za ova gledišta bi bio u tome što (1) teorije koje koriste teorijske pojmove (koji su puke konvencije) mogu biti uklonjene ekvivalentnim iskazima jezika koji iskazuje osjetilna opažanja, pa zato (2) *a priori* znanja poput matematičkog nisu bila poželjna jer iskazuju samo neke određene odnose među pojavama, matematički zakoni su tek konvencije. Teorijski pojmovi u logičkom pozitivizmu postaju dopušteni u znanosti samo »ako

moгу osigurati korespondencijska pravila koja im daju eksplisicitu pojavnu (*phenomenal*, nap. a.) definiciju, tako da neželjeni metafizički entiteti ne mogu biti uvedeni u znanstvene teorije« (Suppe, 1999: 21). Neki teorijski pojmovi, poput mase i sile, prihvatljivi su jer se mjerenjem mogu opažajno, iskustveno odrediti i može im se pripisati neku određenu veličinu. Metafizika, pak, na primjer za Carnapa označava »‘područje navodnog znanja biti stvari koje transcendiraju područje empirijski utemeljenog, induktivne znanosti’« (Berčić, 2002: 40). Za pozitiviste metafizičke tvrdnje i pitanja su besmisleni, bez sadržaja, ili se može reći da su pitanja i tvrdnje metafizike smisleni, ali bez nade u mogućnost spoznaje istinitosti odgovora na njih. Za pozitiviste metafizički pojmovi su bez značenja jer se ne mogu navesti empirijski uvjeti istinitosti, prema tome nemaju značenja.

Logički empirizam pokušao je aksiomatizirati cjelokupnu znanost po uzoru na geometriju i logiku. Logički pozitivizam prihvatio je simboličku logiku djela *Principia Mathematica*. Njegovi autori Alfred N. Whitehead i Bertrand Russell pretpostavili su čistu matematiku kao djelatnost koja radi s pojmovima koji se mogu odrediti-definirati u obliku vrlo malog broja fundamentalnih logičkih pojmova. Sve znanstvene teorije, tj. tvrdnje shvaćaju se kao oblici svedivi na vrlo mali broj fundamentalnih logičkih načela jer je logika bit matematike. Pojmovi logičke aksiomatizacije trebali bi se podijeliti u tri vrste

- (1) logički i matematički pojmovi,
- (2) teorijski pojmovi i
- (3) opažajni pojmovi kojima se interpretiraju opažanja i/ili fenomeni.

Filozofija također treba biti izgrađena po uzoru na znanost, bez metafizike i spekulacija, ali tako da su iskazi takve znanstvene filozofije inter-subjektivno provjerljivi, filozofiji je namijenjeno mjesto proučavanja teorije znanosti, znanost je uzor i jedini predmet filozofije: »Predmet filozofskih studija pojmovi su i tvrdnje

znanosti, dakle jezik znanosti« (Lelas, 2000: 103). Prema ovome je pozitivizam podijelio forme i istraživanja sposobnosti proizvodnje znanja na dva tipa:

- (1) empirijska istraživanja u nadležnosti različitih znanosti,
- (2) logička analiza znanosti kao poslanje filozofije.

Glavna doktrina logičkog pozitivizma bila je doktrina verifikacije po kojoj su neanalitički sudovi (sudovi koji nisu matematički i logički) tj. njihove tvrdnje, smisleni onda i samo onda ako se mogu empirijski verificirati (načelno, ne u praksi). Ako takve empirijske metode odlučivanja ne postoje ili su nemoguće, tada je riječ o besmislenim pseudo-tvrdnjama. Drugačije rečeno, za logički empirizam verifikacijska teorija značenja kaže da su kontingentni sudovi (oni koji mogu biti i drugačiji, za razliku od nužnih sudova) smisleni ako i samo ako se mogu empirijski verificirati. Pojam verifikacije upućuje na usmjerenost prema potvrdi istinitosti neke tvrdnje ili suda, no njihov je napor bio usmjeren prema provjerljivosti (*testability*) koja upućuje na određenje je li nešto istinito ili neistinito pa bi možda »bilo bolje zvati njihovu teoriju ‘provjerljivost teorije značenja’« (Godfrey-Smith, 2003: 279). Pozitivizam je smatrao da su analitički sudovi, iskazi logike i matematike, univerzalno i nužno istiniti zbog istog značenja termina od kojih su sastavljeni: »Ako termini imaju isto značenje, onda su *sinonimi*, ako se rečenicom tvrdi identitet između dvaju sinonima, rečenica je *tautologija*, istina je *analitička*« (Berčić, 2002: 59). Neki iskaz je analitička istina kada se u rečenici ‘A je B’ A može zamijeniti s B zadržavajući istinitosnu vrijednost rečenice, kada je značenje A i B isto. U takvoj tautologiji istinit je sud neovisno o istinitosnoj vrijednosti sudova od kojih se sastoji, na primjer $A \rightarrow A$, a poricanje analitičkog suda je kontradikcija. U analitičkom sudu predikat je već na neki način sadržan u subjektu. S druge strane, sintetički sud je onaj čija se istinitosna vrijednost ne može utvrditi pojmovnom analizom jer predikat nije sadržan u subjektu:

U slučaju analitičkih sudova, njihovu istinitosnu vrijednost možemo utvrditi, a da ne znamo ništa o predmetu o kojima govore, dovoljno je da razumijemo pojmove od kojih su sastavljeni; ako razumijemo značenje pojmova, znat ćemo i jesu li istiniti ili neistiniti. U slučaju sintetičkih sudova, razumijevanje pojmova nije nam dovoljno za utvrđivanje istinitosne vrijednosti (Berčić, 2002: 24).

Nakon Russella i Whiteheada, presudan utjecaj na razvoj logičkog pozitivizma nastaje djelom Ludwiga Wittgensteina *Tractatus Logico-Philosophicus* iz 1921. god. Već u djelu *Principia Mathematica* nalazimo istinitosnu funkciju (*Truth-functional*) s podjelom sudova na elementarne, tj. atomarne (ne mogu se deducirati iz drugih atomarnih sudova, a atomarni sudovi ne mogu biti kontradiktorni drugim atomarnim sudovima) i molekularne sudove, od kojih ovi drugi imaju određenu istinitosnu vrijednost s obzirom na istinitosnu vrijednost elementarnih sudova koji ih sačinjavaju (imaju istinitosnu funkciju atomarnih sudova). Shema ili struktura empirijskog znanja sastoji se od skupa elementarnih, atomarnih sudova, unutar kojih bilo koji sud može biti promijenjen bez ikakvog učinka na druge sudove. Wittgenstein sada uvodi (ili barem čini poznatima jer se nalaze već u radu Charlesa Peircea iz 1902. god.) istinitosne tablice (*Truth-tables*) koje uzimaju u obzir sve moguće istinitosne vrijednosti molekularnih tvrdnji uključujući najproblematičniju logičku tvrdnju (tautologiju) koja bi u skladu s tradicionalnom definicijom logičke istine mogla biti definirana kao »istina u svim mogućim svjetovima«. Istinitosne tablice sadržavale su tri tipa ili oblika: (1) forma tablice je takva da je istinita za jedne vrijednosti argumenata, a neistinita za druge, (2) forma neistinita za sve vrijednosti argumenata, i (3) forma istinita za sve vrijednosti argumenata – tautologija.

Wittgenstein je zajedno s Russellom, kojemu je bio student, osmislio metafizički sustav nazvan logički atomizam: »Prema logičkom atomizmu, sudovi se izgrađeni od elemenata koji kores-

pondiraju osnovnim sastojcima svijeta, baš kao što su rečenice građene od riječi» (Preston, 2022).

Wittgenstein u *Tractatusu* piše:

1. Svijet je sve što on jest.

1.1 Svijet je cjelokupnost činjenica, ne stvari.

2 Ono što jest, činjenica, jest postojanje stanja stvari.

2.01 Stanje stvari je spoj predmeta.

Iz ovih iskaza može se vidjeti da nije smisleno pitati od koji je stvari sačinjeno sve što jest, svijet, jer ono što postoji nije ova ili ona stvar već su to činjenice (odnosi među stvarima). Za Wittgensteina je logička slika svijeta, a da bi jezik mogao biti slika svijeta, oni moraju imati nešto zajedničko: (logičke) strukture svijeta i jezika moraju se preklapati. Pitanje koje se ovim otvara tiče se određenja odnosa u kojem moraju biti (1) stvar i (2) njezin prikaz da bismo mogli reći da je prikaz (2) slika te (1) stvari.³⁵ Ovdje su usklađene struktura svijeta (stvarnost, predmeti i odnosi) i struktura jezika (riječi za predmet – imena i riječi za odnose – predikate).

Za Wittgensteina osnovna jedinica iskustva jest činjenica u formi određene kvantitete i kvalitete u danom vremenu i prostoru. Činjenica je ono što se zaista zbiva, to je odnos, relacija. Wittgensteinov svijet sastoji se od totaliteta činjenica, a ne stvari - objekata; jednostavne pak tvrdnje koje čine osnovni sloj našeg empirijskog znanja su logički neovisne, a zbog svoje jednostavnosti se ne mogu izvesti iz drugih jednostavnih tvrdnji niti mogu biti kontradiktorne. Naše empirijsko znanje, po Wittgensteinu, sastavljeno je od jednostavnih iskaza koji se mogu mijenjati bez učinka na druge iskaze. Iskazi koji korespondiraju sa stanjem stvari (svijetom) su smisleni, dok su oni koji korespondiraju s činjenicama (odnosima među stvarima) istiniti. Smisleni iskazi su logičke slike stanja stvari pa će u logički korektnom jeziku sve

35 U ovaj problem uputio me prof. Berislav Žarnić (1959. – 2017.) kojemu sam bio asistent na kolegiju logike.

besmislene kombinacije riječi i pseudo-tvrdnje kršiti pravila sintakse. Logički pozitivizam je želio izgraditi upravo takav, logički korektan jezik, na osnovi logičkog formalizma djela *Principia Mathematica*.

Smislenost iskaza u strogoj je verziji pozitivističke verifikacije bila podijeljena u četiri skupine:

- (1)Čisto formalni iskazi: Tautologije i kontradikcije čija se istinitosna vrijednost ispituje kroz njihovu formu;
- (2)Jednostavni iskazi: Iskazi čija se istinitosna vrijednost određuje s obzirom na to potvrđuju li se ili ne potvrđuju činjenice;
- (3)Složeni iskazi: To su istinitosne funkcije jednostavnih iskaza, njihova istinitosna vrijednost je određena istinitosnom vrijednošću jednostavnih iskaza kao sastavnih dijelova i primjenom definicije logičke konstante;
- (4)Sve ostale kombinacije riječi: Sve ostale kombinacije riječi koje ne spadaju u gore navedene klase su pseudo-iskazi iz besmislene kombinacije zvukova ili znakova bez spoznajnog sadržaja.

Ova tablica je ekstremna konzekvenca stava po kojem se istinitosna vrijednost bilo kojeg smislenog iskaza može odrediti jednom, a vrijediti trajno, putem opažanja i logike. Teorija koja je jednom verificirana ostaje to zauvijek, a nova opažanja ili biva ju supsumirana pod tu teoriju ili zahtijevaju njezino proširenje. Glavni problem logičkog pozitivizma je bio upravo u tome, u nemogućnosti uvjerljivog verificiranja znanstvenih zakona nekom konačnom skupinom opažajnih stanja. Većina pozitivista nije željela odustati od stroge verifikacije teorije smisla, no zato logički empirizam kao njegova osuvremenjena inačica liberalizira teoriju značenja logičkog pozitivizma tvrdeći nemogućnost uvjerljive verifikacije bilo koje znanstvene teorije, predlažući zamjenu pojma verifikacije pojmom stupnjevitog rasta potvrđivanja (*gradually increasing confirmation*). Pojam potvrdljivi (ili vjerodostojni) predikat (*confirmable predicate*) gubi svoju ulogu i sada

ga se definira pojmom opažljivi predikat (*observable predicate*). Odustajanje od stroge verifikacije istovremeno je značilo odustajanje od pozitivističke teze da je rečenica temeljna jedinica značenja, i povratak pojmu kao temeljnoj jedinici značenja (Brown, 1977: 23).

Glavna doktrina logičkog empirizma sastoji se u razlikovanju između konteksta otkrića (*discovery*) i konteksta potvrđivanja (*justification*): moglo bi se reći da je kontekst opravdanja dio konteksta otkrića, iako nije lako odrediti granicu između ovih pojmova (Brown, 1977: 129-130). Filozofski interes isključivo za logička pitanja koja se javljaju samo kada su znanstvene teorije već formulirane, ne daje nade za cjelovito razumijevanje razvitka prirodnih znanosti. Iako je logički empirizam usvojio novi fundamentalni pojam opažljive tvrdnje koja služi za definiranje potvrđujuće rečenice, logički empirizam je rješavajući jedne dobio druge probleme:

- (1) prvi se tiče analize odnosa potvrđivanja između znanstvenih zakona i opažajnih stanja koja ih potvrđuju ili pobijaju – odnosno uviđanja kako opažanje nije potpuno neovisno o teoriji;
- (2) problem analize pripisivanja značenja znanstvenih termina, što je posebno problematično s obzirom na teorijske termine koji se izmiču promatranju poput teorijskih termina moderne fizike.

Prve kritike logičkog empirizma upućivale su upravo na to kako opažanje nije neovisno od teorija, te kako opažajno i teorijsko unutar svake pojedine teorije tvore jedinstvenu cjelinu (logički empirizam je nasuprot tome bio u sferi potpunog ontološkog, lingvističkog, metodološkog i epistemološkog monizma). Neuspjeh logičkog empirizma u rješavanju problema paradoksa potvrđivanja (po kojem što god potvrđuje ili pobija jednu od dvije ekvivalentne rečenice, također pobija ili potvrđuje drugu – najjasniji primjer je tvrdnja »svi gavrani su crni« koja se otkrićem

objekata koji nisu crni i nisu gavrani može potvrditi kao ispravna hipoteza) potaknuo je druge pristupe filozofiji znanosti, pogotovo one koji ne pretpostavljaju da sve znanstvene situacije moraju biti formulirane pojmovima logike, koji ne uzimaju za glavni zadatak filozofije znanosti logičku analizu tvrdnji ili one koji ne prihvaćaju pretpostavku da se znanstvene tvrdnje daju direktno potvrditi.

Interpretaciju logičko-empirističke slike znanosti daje Ernan McMullin redukcijom logičkog empirizma na tri teze (L, F i I teza) u članku »Empiricism at Sea« iz 1974. god.:

1. L-teza ili logicizam: »Opravdavanje znanstvenih tvrdnji mora, u načelu, biti iskazivo u obliku formalnih pravila logičkog zaključivanja« (McMullin, 1974: 122).

McMullin smatra da 'klasične' teorije znanosti, od Aristotela do pozitivizma, smatraju da su teorije znanosti same logika i da zato filozof znanosti treba otkriti njezinu logičku strukturu. Znanost je potvrđeno znanje koje se razlikuje od drugih oblika potvrđenog ili opravdanog znanja jer je znanstveno znanje potvrđeno posebnom vrstom opravdanja (*justification*). Ova posebna vrsta opravdanja u načelu mora moći biti iskazana formalnim pravilima zaključka, to jest logičkim pravilima, logikom. L-teza dijeli skup znanstvenih iskaza koji tvore neku znanstvenu teoriju na dva podskupa: na podskup iskaza o opažanjima i na podskup teorijskih iskaza.

Prva klasa iskaza tvori tzv. jezik opažanja, a druga jezik teorije. L-teza kaže da se podskup opravdavanja neke teorije ili neke teorijske tvrdnje svodi na uspostavljenje *logičke veze* između ova dva podjezika. Nakon uspostave čvrste logičke veze i logičke homogenizacije znanstvenog jezika, jednostavnim uvidom ustanovljuje se istinitost ili lažnost empirijskih iskaza, koji se onda šire cijelim sustavom. Intencija logičkog empirizma je u transformiranju svih drugih epistemoloških problema u logička pitanja (Lelas, 1990: 17).

2. F-teza ili fundamentalizam: »Znanost mora početi od nekog fundamenta koji je izvan svake sumnje, bio taj temelj skup prvih načela ili skup iskaza o opažanjima ili nešto treće« (McMullin, 1974: 124).

Ova je teza zajednička 'klasičnom' filozofskom razmišljanju o znanosti, bez takvog fundamenta činilo se da nema mogućnosti napretka u znanosti ili bijega od skepticizma koji je uvjeren u sličnu slabost spoznaje. »Znanost mora posjedovati temelje koje sama ne može ispitivati jer je to *par excellence* posao filozofije. Logički empirizam je samo utoliko empirizam što za temeljne uzima iskaze koji govore o iskustvu, opažajima, pretpostavljajući da je onaj neposredan uvid u istinitost ili lažnost takvih iskaza objektivan i pouzdan« (Lelas, 1990: 17). Ipak, nisu svi članovi Bečkog kruga prihvaćali ovu tezu bez rezervi, Neurath i poslije Quine kritizirali su je tako da je u velikoj mjeri bila napuštena, s obrazloženjem da su osjetilni podatci o kojima se navodno govori u opažajnim iskazima tek »umjetne rekonstrukcije predmeta izravnog iskustva ... iako mogu služiti kao potkrepljujući dokazi našeg svakodnevnog znanja činjenica« (McMullin, 1974: 124).

3. I-teza ili induktivizam: »Znanosti primjeren način zaključivanja je indukcija, a ona u biti znači napredovanje od neproblematičnih iskaza o opažanjima prema problematičnim teorijskim iskazima, od pojedinačnih slučajeva prema generalizacijama« (McMullin, 1974: 125).

Drugim riječima, opće teorijske tvrdnje podložne su reviziji isključivo 'odozdo' u onoj mjeri u kojoj se razvija točnost opažanja i širi područje promatranja. Revizija se, međutim, može ticati samo stupnja općenitosti iskaza ili teorije (McMullin, 1974: 122-127). Hipoteze u teorijskom i dedukcija u metodološkom smislu imaju drugorazrednu ulogu u znanstvenoj spoznaji, hipoteze su prihvatljiv aspekt znanstvene metodologije samo ako se iz njih mogu deducirati provjereni 'induktivni zakoni'. Provjera znan-

stvenih teorija ne smije se oslanjati na subjektivno promatranje pojedinaca, nego na empirijske eksperimentalne zakone (McMullin, 1974: 126). Pod eksperimentalnim zakonima vjerojatno se misli na zakone koji su višestruko provjereni brojnim empirijskim slučajevima, opaženi induktivnim oblikom zaključivanja.

Ove tri teze opisuju metafizičku pretpostavku logičkog empirizma, koji se želi odreći metafizike, ali ipak ima određenu metafizičku pretpostavku kakav je svijet i kakvo je znanje moguće o njemu: to je homogen svijet kauzalno određenih odnosa među prirodnim fenomenima. Iz epistemološke perspektive znanje o ovom svijetu je »izvjesno, konačno i jedinstveno« (Lelas, 1990: 17) pa je tako stečeno znanje, jer je konačno, dalje zatvoreno za propitivanje i na taj način dogmatizirano. Za logički empirizam postoji istovjetnost ontološkog, epistemološkog, metodološkog i lingvističkog područja, pravi koherentni monizam.

Jednom spoznato znanstveno znanje ostaje trajno istinito i nedodirljivo: ovdje se otkriva ideja jedinstva logičke strukture svijeta i logičke strukture znanstvenog jezika kao logičke slike svijeta koja opisuje taj svijet, ovdje se pokazuje »homomorfizam jezika i svijeta« (Lelas, 1990: 17). Stjecanjem konačnog znanja logički empirizam vidi rast znanja kao linearnu akumulaciju spoznaja o svijetu, što će osporiti najprije Popper koji je osporavao pozitivnu verifikaciju i I-tezu (induktivizam) uvođenjem načela opovrgavanja ili falsifikacije prema kojem su znanstvene teorije tek hipoteze stalno otvorene mogućnosti opovrgavanja. Prema Popperu, umjesto trajno stečenog znanja znanost je stalno otvorena za promjene znanstvenih teorija, što gotovo 'jamči' teško preživljavanje bilo koje teorije. Druga velika kritika logičkog empirizma (i pozitivizma) je Kuhnova ideja revolucionarne promjene znanstvenih teorija i postojanja strukture znanstvenih teorija koje se razvijaju u fazama, kao i znanost, koja više ne napreduje akumulacijom znanstvenih teorija, nego revolucionarnom smjenom znanstvenih 'paradigmi' (obrazaca). Američki filozof analitičke filozofije Wi-

llard Van Orman Quine još je jedan od kritičara logičkog empirizma (i pozitivizma), a Quineova kritika najbolje se može iskazati kroz njegov članak »Dvije dogme empirizma« (*Two Dogmas of Empiricism*) iz 1951. u kojem piše da su dvije dogme cijele pozitivističke filozofije teze (1) razlikovanje analitičkih i sintetičkih sudova i (2) redukcionizam prema kojem se svi sintetički sudovi mogu svesti na najjednostavnije, temeljne sudove koji opisuju neposredno osjetilno iskustvo. Quineove tvrdnje osporavale su rekonstrukciju znanosti u jedan nov, idealan normativni jezik znanosti prema kojem bi se trebalo usklađivati sve ono što želi imati znanstveni legitimitet. Pozitivizam je očekivao da će razvojem logike i njezinom primjenom na svakodnevni jezik biti riješena većina filozofskih problema (ili svi), no Quine je pokazao da upotreba pojma 'analitički istinito' u formaliziranom jeziku logike ne može biti primijenjena na 'analitički istinito' u prirodnom jeziku (Berčić, 2002: 68). Za redukcionizam, Quine tvrdi da se značenje neke riječi ili rečenice ne može analizirati do sastavnih elemenata i da takva podjela nije moguća i da značenje pojmova nikada nije moguće u potpunosti utvrditi jer njihovo značenje ovisi o njihovoj vezi s iskustvom i odnosu njihovog značenju prema drugim pojmovima. Umjesto redukcionizma, Quine uvodi holističko-empirističku teoriju značenja. Povijesno, sadržajno i logički zanimljivo je da je kritika logičkog empirizma nastala upravo u području gdje se on osjećao najsnažniji i najsigurniji, u području prirodnih znanosti. Teorija relativnosti i kvantna teorija pokazale su da relativnost vrijedi za kozmološke dimenzije, ali ne vrijedi za mikrosvijet, dok je kod kvantne teorije obratno i da u njihovom slučaju postoje dvije logike i dva puta od opažajnih podataka prema znanstvenim teorijama. Poslije, filozofija biologije, teorija evolucije i genetika još su više poljuljale ideju jedinstvene znanosti koja opisuje homogeni, svijet istovrsnih, fizikalnih predmeta i jednoobraznih odnosa među njima. Također, pokazalo se da pretpostavka logičkog pozitivizma iz Carnapovog, Hahnovog i

Neurathovog rada koja kaže kako iskaz »‘U znanosti nema ‘dubina’, svagdje je površina’, nije točna postoje skrivene razine strukture koje stvaraju opažljive fenomene ... u znanosti *postoje* dubine i *brojni* slojevi« (Godfrey-Smith, 2003: 36-37). Logički empirizam nije želio prihvatiti teorijski pristup, teoretiziranje, kao metodu otkrivanja ili opisivanja skrivenih razina strukture svijeta (na primjer geni, elektroni i kvarkovi su skriveni entiteti različite razine ‘skrivenosti’). Više je razloga propasti logičkog empirizma (jezik logičkog empirizma nije zaživio i pritisak realizma i holizma), a jedan od važnih je svakako u neuspjehu uspostave induktivne logike kao temelja logički valjane metode zaključivanja i njezinog logičkog opravdanja kao osnova znanstvene metodologije.

8 INDUKCIJA, POTVRĐIVANJE I OPOVRGAVANJE, PODODREĐENOST TEORIJE PODATCIMA

Logički empirizam se u znanstvenom objašnjenju ili opisu prirodnih pojava oslanjao na osjetilne opažaje, tu se tvrdi potrebnim i mogućim potvrditi (verificirati) znanstvene zakone i teorije nekim konačnim skupom opažajnih stanja. Potvrda ili verifikacija odnosi se na to da podatci opažanja i dokazi podupiru neku znanstvenu teoriju ili hipotezu. Međutim, čini se da se u logičkom empirizmu »nije pokušalo pokazati da znanstvene teorije mogu biti dokazane ... nego da dokazi mogu podupirati jednu teoriju pred drugom« (Godfrey-Smith, 2003: 40). Potvrda dokazima ili u korist neke teorije vezana je uz indukciju jer je znanost pretpostavljala opažanje pojedinačnih fenomena koje je trebalo generalizirati pretvarajući ih u prirodne ili znanstvene zakone, koji su se mogli provjeravati. Verifikacija zakona i teorija je tako morala biti potvrđena indukcijom, racionalnim oslanjanjem na ograničen i konačan skup empirijskih dokaza koji su trebali opravdati uvjerenje u određene teorije i zakone. Načelo indukcije temelji se na tome da se na osnovi onoga što je opaženo zaključuje na ono što još nije opaženo, tj. indukcijom se iz ograničenog broja opaženih slučajeva izvodi opća konkluzija (o svim takvim mogućim slučajevima). Standardan primjer najjednostavnijeg tipa logičkog zaključka indukcije (indukcija nabranjem ili jednostavna indukcija, *enumerative induction*)³⁶ pojašnjava ovu situaciju: nakon

36 Više je tipova induktivnih zaključaka, tako se još spominju induktivno snažan zaključak koji se smatra pouzdanim, zaključak po analogiji u kojem se zaključuje o sličnost nekih fenomena na osnovi nekih drugih sličnosti (opažamo da neki predmet x ima brojna obilježja F_1, F_2, F_n , zajednička s predmetom y). Uz to, opažamo i da predmet y ima neka daljnja obilježja G . Tako se po analogiji zaključuje da vjerojatno (s obzirom da su x i y analogni na mnogo načina) i x ima obilježje G .

opažanja nekoliko crnih gavrana zaključujemo da će: (1) sljedeći opaženi gavrani također biti crni, kao i (2) da su svi gavrani crni. Shematski ovaj zaključak ima oblik (a_{1-n} je pojedinačni slučaj, S je gavrani, a P je crni):

Svi S_p su P

Premisa 1: (a_1) ($Sa_1 \rightarrow Pa_1$)

Premisa 2: (a_2) ($Sa_2 \rightarrow Pa_2$)

Premisa 3: (a_3) ($Sa_3 \rightarrow Pa_3$)

:

Schema induktivnog zaključka

Premisa n: (a_n) ($Sa_n \rightarrow Pa_n$)

Konkluzija: (a_{1-n}) ($Sa_{1-n} \rightarrow Pa_{1-n}$), $\forall a (Sa \rightarrow Pa)$

Prikazana shema induktivnog zaključka sastoji se od niza premisa P_1 do P_n i konkluzije K. Premise ovdje nude dokaz za konkluziju i postoji logički odnos između premise i konkluzije, no to nije implikacija ili pogodba (kondicional) koji temeljem premisa tvrdi moguću (kontingentnu) konkluziju. Čini se da se ovdje tvrdi nužna (logička) povezanost premisa i konkluzije. Shema prikazanog zaključka može se usporediti s deduktivnim oblikom zaključka: ovdje shematski oblik pokazuje da su sve premise partikularni sudovi, a da je konkluzija univerzalan sud što nije u skladu s pravilima deduktivnog zaključka (ako je jedna od premisa partikularna, konkluzija ne može biti univerzalna) čija valjana shema jamči očuvanje istinitosti premisa u konkluziji. Logika se bavi upravo proučavanjem valjanog zaključka, dok je istinitost posljedica valjanog zaključka kojemu su premise istinite, čime se ne bavi logika (takav zaključak koji ima valjanu shemu i kojemu

Statistička ili induktivna generalizacija želi izvesti konkluziju o nekim obilježjima određenog skupa izučavanjem malog postotka obilježja članova tog skupa, kao što to rade ankete o političkim ili kupovnim preferencijama.

su premise istinite prenosi istinitost na konkluziju, to je pouzdan zaključak). Dobro je ponoviti da je zaključak valjan ako je istinit implikativni sud čiji je antecedens konjunkcija premisa, a konzekvens konkluzija – tautologija, a da je shema zaključka valjana ako je implikacija čiji je antecedens konjunkcija shema premisa, a konzekvens shema konkluzije – tautologija. U logički valjanom zaključku konkluzija je istinita neovisno o istinitoj vrijednosti premisa.

Konkluzija gore navedenog zaključka može se činiti uvjerljiva, no u logičkom smislu ovo nije deduktivan nego induktivan zaključak koji nije logički valjan jer ne jamči očuvanje istinitosti premisa u konkluziji, ne jamči se očuvanje nepobitne istinitosti opaženog iz premisa. Konkluzija induktivnog zaključka može biti istinita, ali nije valjana pa ne daje nužan oblik konkluzije čak i kada su sve premise istinite, jer se može pojaviti slučaj gavrana koji nije crn, ili se barem ne može u potpunosti isključiti. Istinitost konkluzije induktivnog oblika zaključka je kontingentna čak i kada su sve premise nepobitno istinite (za razliku od deduktivnog oblika zaključka), konkluzija može ali ne mora biti istinita. Povećanje broja opaženih slučajeva opisanih u premisama ne može učiniti zaključak logički valjanim, ali povećava stupanj njegove vjerojatnosti i smatra se vjerodostojnim (*reliable*), induktivno jakim (*inductively strong*) zaključkom. Premisa ili premise induktivno jakog zaključka podupiru konkluziju, ali je ne mogu učiniti nužnom istinom. Prva provjera snage induktivnog zaključka ispituje broj promatranih predmeta, i što je veći broj proučenih primjeraka, veća je vjerodostojnost konkluzije takvog zaključka.

Francis Bacon je 1620. god. u djelu *Novi organon* (lat. *Novum Organum sive Indicia Vera de Interpretatione Naturae*), koje je bilo dio velikog i nedovršenog projekta inauguracije znanstvene spoznaje nazvanog *Instauratio magna*, izložio ideju znanstvene metode utemeljene na opažanju bez ikakvih predrasuda ili pretpostavki i induktivnom obliku zaključka. Baconova ideja bila je vrsta

prijelaza iz renesanse u novo doba, on je poricao prijašnji put anticipacije prirode u korist njezinog tumačenja. Tumačenje prirode ili znanstveno istraživanje svijeta mora otpočeti analizom pojedinačnih stvari, a zatim se spoznaja može od pojedinačnog uzdignuti do općega koje se sastoji u spoznaji prirodnih zakona.³⁷ Bacon je želio uspostaviti metodu kojom bi se moglo postaviti teorije koje bi bile istinitije od teorija nastalih nekim drugim metodama (O'Hear, 2007: 21), a to je bila metoda eliminativne indukcije kojom se eliminiraju mogući ili potencijalni uzroci koji se pojavljuju bez učinka. Slična teza pojavljuje se kod Descartesa, Humea i Milla – na primjer, ako se proučava zaraza influencom koja se pojavljuje tijekom ljetnim mjeseci, hladnoća se može isključiti kao potencijalni uzrok ili jedan od elemenata uzroka ove bolesti.

Induktivan oblik zaključka koristio se u znanosti za nastanak novih teorija (*logic of discovery*) iz opažanja i empirijskih dokaza i za kasniju potvrdu, odnosno opravdanje tih istih teorija (*logic of confirmation*). Danas je napuštena prijašnja pretpostavka da teorije nastale induktivnim poopćavanjem, generalizacijom, ne trebaju dodatne dokaze za svoje opravdanje i potvrdu:

Ovo je gledište postalo nepoželjno uglavnom zato što se brojne teorije suvremene znanosti odnose na entitete i procese koji nisu izravno opažljivi. Teorije pretpostavljaju gene, kvarkove i elektrone, ali bi bilo nemoguće indukcijom izvući te teorije iz izvještaja o opažanju u kojima nema takvih pojmova (Curd i dr. 2013: 387).

Problem određenja načina i veze na koji opažanja potvrđuju znanstvene teorije jedan je od ključnih problema filozofije zna-

37 Poznatiji su Baconovi tipovi negativnog učenja ili *idoli* koji udaljavaju od znanja, to su predrasude ili pretpostavke koje zamagljuju sliku prirode kakva je u stvarnosti: (1) idoli plemena su predrasude koje nastaju zbog same pripadnosti ljudskoj vrsti, (2) idoli špilje su manjkavosti nastale odgojem ili navikama pojedinačnih ljudi, (3) idoli trga su predrasude nastale upotrebom pojmova bez značenja i (4) idoli teatra su predrasude nastale štetnim utjecajem filozofskih učenja.

nosti koji se dugotrajno opire rješenju. Na Baconovu spoznajnu ideju skeptičkom kritikom prvi se obratio David Hume u 18. st. tvrdeći da nema racionalnog odnosno logičkog opravdanja prijenosa znanja s opaženih slučajeva na one neopažene:

Jer u našem se navodnom opravdanju (indukcije, nap. a.) pozivamo na prošlu dokaznu građu (prošli uspjeh indukcije), dok je upravo valjanost takvih pozivanja na prošlu dokaznu građu to što pokušavamo pronaći opravdanje... Čak i kada bi imali neko jamstvo da će budućnost nalikovati prošlosti, to nam ne bi govorilo *kako* će budućnost nalikovati prošlosti (O'Hear, 2007: 30-31).

Ovdje se indukcija pokazuje kao neprecizno predviđanje i zato što ljudi mogu generalizirati pojedinačna iskustva iz različitih perspektiva individualnog subjektivizma ili društvenog konvencionalizma. No, upravo je to ono na što je Bacon upozorio svojim *idolima*, dok je Hume smatrao da je indukcija psihološka činjenica koja nije racionalno, logički utemeljena, jer nema jamstva da se budućnost neće razlikovati od prošlosti. U činjenici da neovisno o velikom broju opaženih pojedinačnih slučajeva konkluzija induktivnog zaključka ne može biti opravdana, problem indukcije sastoji se u »pitanju može li induktivni zaključak biti opravdan i pod kojim uvjetima«, odnosno:

Problem indukcije može se formulirati kao pitanje kako ustanoviti istinitost univerzalnih iskaza koji su utemeljeni na iskustvu, kao što su hipoteze i teorijski sustavi iskustvenih znanosti ... ipak je jasno da prikaz iskustva – opažanja ili rezultat pokusa – u prvom redu može biti samo pojedinačni iskaz, a ne univerzalni (Popper, 2013: 406).

Očekivanje ponavljanja obrasca nekog fenomena iz prošlosti može biti prikriivanje prave naravi indukcije, naime, pravo pitanje je ima li bilo kakve osnove za vjerovanje da će se obrasci proš-

losti ponoviti u budućnosti, za objašnjenje kako se i zašto ponavljaju ti događaji. Filozof Nelson Goodman (1906.-1998.) smatra da očekivanje ponavljanja događaja i njegovo generaliziranje, u čemu je srž indukcije, ovise o kriterijima klasifikacije stvari u svijetu na osnovi iste dokazne građe zbog čega se konstruiraju različita očekivanja događaja koji će nastupiti:

‘Reći da su valjana predviđanja ona koja se temelje na prošlim pravilnostima, a da se ne kaže na *kojim* pravilnostima, posve je besmisleno. Pravilnosti su tamo gdje ih pronađete, a pronaći ih možete bilo gdje ...’ Tako će netko, na osnovi iste dokazne građe, projicirati na različite načine, ovisno o načinu na koji promatra dokaznu građu ... opće uvjerenje da će budućnost biti poput prošlosti nije dovoljno ukoliko ne znamo *kako* će budućnost biti poput prošlosti, te *kako* ćemo projicirati iz naše dokazne građe (O’Hear, 2007: 33).

Poznat je Goodmanov primjer iz 1955. god. koji opisuje boju smaragda za koji nam prošlo iskustvo govori da je zelene boje pa je opravdano tvrditi da su svi smaragdi zelene boje, a nema onih koji su nezeleni. Goodman kaže da bi ista dokazna građa opravdavala i tvrdnju da su oni *zelave* (*grue*) boje što bi bio predikat koji bi vrijedio za sve stvari ispitane prije neke određene godine, recimo 2024. god., u slučaju da su one zelene, dok bi za druge stvari vrijedio samo u slučaju da su plave: prema ovome zeleni predmeti ispitani prije 2024. zvat će se *zelavim*, dok će plavi predmeti ispitani nakon 2024. god. biti također *zelavi*. *Zelave* stvari ispitane nakon 2024. god. izgledat će drugačije od zelenih stvari ispitanih prije te godine. Goodmanov primjer nije posve jasan, ali se čini da je njegov cilj bio pokazati da nije moguća formalna teorija opravdanja (konfirmacije), jer formalna teorija indukcije nije moguća: logička valjanost deduktivnog zaključka ovisi o njegovom obliku ili shemi takvog zaključka, a ne o sadržaju. S druge strane, istinitost induktivnog zaključka nije u njegovoj formi,

odnosno shemi takvog zaključka. Na ovaj primjer je bilo brojnih zamjerki, od toga da je riječ *zelavo* neprikladna za indukciju, da s njom nešto nije u redu (za razliku od riječi zeleno ili plavo), i da je treba ograničiti, do toga da pojam *zelavo* upućuje na specifičan trenutak (Godfrey-Smith, 2003: 53) u kojem se mijenja značenje pojma, u ovoj interpretaciji to je 2024. god. Ovo očito ne bi bilo u skladu s uniformnošću i univerzalnošću prirodnih zakona – no to je opet samo metafizička pretpostavka da zakoni postoje i to u tom obliku.

Za Poppa određena načina opravdanja ili potvrde induktivnog zaključka pretpostavljaju određenje načela indukcije, a pobornici indukcije postavljali su njezino načelo kao ono koje određuje (potvrđuje) istinitost znanstvenih teorija. Određenje načela induktivne logike ili ekspliciranja pravila ili kriterija empirijske potvrde znanstvenih hipoteza, odnosno detaljnog objašnjenja pojma potvrđivanja ili opravdavanja, može biti kvalitativno kada se određuje stupanj potvrde ili kvantitativno kada se o odnosu dokaza i hipoteze mora odrediti binarno: DA-NE. Primjer eksplikacije kriterija induktivne logike pretpostavka je potvrde ili opravdanja znanstvenih teorija u radu Jeana Nicoda (Nicodov kriterij) o *Temeljima geometrije i indukciji* iz 1924. god. Nicod kaže da generalizaciju može podupirati 1) eliminacija ili poništenje koje eliminira sve druge hipoteze koje govore nešto drugo (npr. da se planeti kreću oko Zemlje) ili 2) indukcija potvrdom koja potvrđuje hipotezu pozitivnim slučajevima koji nalaze da se planeti okreću oko Sunca. Odnosno, Nicodov kriterij kaže da je univerzalni sud potvrđen pojedinačnim slučajevima. Znanstveni zakoni imaju logičku formu $\forall x (Sx \rightarrow Px)$, što znači da za svaki x vrijedi ako je x S onda je i P (ili svaki x koji ima svojstva S ujedno ima i svojstva P), odnosno da su svi S ujedno i P. Nicodovim kriterijem tako bi bio potvrđen Keplerov prvi zakon gdje bi hipoteza imala logičku formu $H = \forall x (Sx \rightarrow Px)$ u kojoj bi individualna konstanta a , bila takva da bi opažanja pokazala da konjunkcija Sa i Pa potvr-

đuju H. Međutim, ako bi hipoteze H i H' bile logički ekvivalentne (što znači da se ista stvar iskazuje na dva različita načina), tada bi dokaz E potvrđivao H ako i samo ako dokaz E potvrđuje i hipotezu H' (jer su sudovi $[\forall(x) (Sx \rightarrow Px)] \leftrightarrow [\forall(x) (\neg Px \rightarrow \neg Sx)]$ ekvivalentni)³⁸ pa se upada u Hempelov ili paradoks crnih gavrana. Jednostavan prijevod bi bio: svaki predmet koji je gavran je crn, a ekvivalencija bi bila da svaki (bilo koji) predmet koji nije crn nije gavran. Univerzalan sud konfirmiraju pojedinačni slučajevi, no isto tako potvrđuju i njemu ekvivalentan sud: sve što je ne-crno nije gavran. U ovom slučaju univerzalni sud kako ništa što nije crno nije gavran potvrđen je pojedinačnim slučajevima opažanja bijelog psa, crvenog automobila i plavog neba, sve su to slučajevi opažanja predmeta koji nisu crni i nisu gavrani – čime se potvrđuje ne samo ovaj univerzalan sud nego i njemu ekvivalentni sud (ista stvar drugačija rečena, ali istog značenja) – svi ovi slučajevi potvrđuju sud 'Svi gavrani su crni'.

O ovome se detaljnije govorilo u poglavlju 4 Znanstveno objašnjenje, no ovdje se može ponoviti da je Hempel smatrao da postojanje predmeta koji nisu crni i nisu gavrani zaista može potvrditi hipotezu da su svi gavrani crni. U ovom slučaju neke nerelevantne informacije o svijetu potvrđuju neku teoriju koja opisuje vrlo specifičan djelić tog istog svijeta. Pri tome, Hempelovo razumijevanje potvrde pretpostavlja da nema pozadinskog znanja o svijetu, kao i uvjeta adekvatnosti za bilo koji odnos potvrđivanja ili opravdanja (E je dokaz, a H hipoteza). Kriterij adekvatnosti (*criterion of adequacy*, skraćeno CoA) kaže da bi logika prikupljanjem dokaza E logičkom potporom trebala učiniti vjerojatnim cjelokupan skup istinitih tvrdnji o dokazima, pokazujući da su lažne hipoteze vjerojatno lažne i da su istinite hipoteze vjerojatno istinite. Hempelovi uvjeti adekvatnosti za bilo koju relaciju potvrde kažu:

38 Tablica istinitosnih vrijednosti istovjetna je u zadnjem stupcu implikaciji (kondicional) i ekvivalenciji (bikondicional) za slučajeve kad su obje premise istinite i neistinite.

Uvjet uključenja: Ako dokazni iskaz E logički implicira neku hipotezu H, tada E potvrđuje H.

Uvjet posebne posljedice: Ako dokazni iskaz E potvrđuje neku hipotezu H, i ako H logički implicira neku hipotezu H', tada E također potvrđuje H'.

Posebni uvjet konzistentnosti: Ako dokazni iskaz E potvrđuje neku hipotezu H, i ako H nije kompatibilan s nekom hipotezom H', tada E ne potvrđuje H'.

Uvjet obrnutih posljedica: Ako dokazni iskaz E potvrđuje neku hipotezu H, i ako je H logički impliciran nekom hipotezom H', tada E također potvrđuje H' (Huber, 2022).

Za Hempela je uvjet obrnutih posljedica faktor koji čini trivijalnim svaku relaciju potvrde ili opravdanja koja zadovoljava uvjete 1, 2 i 4 (uvjet 3 slični na eliminacijsku indukciju). Upitnost potvrđivanja ili opravdanja teorija induktivnom metodom načelno je bila postavljena već kod Bacona s njegovom eliminativnom indukcijom prema kojoj je negativnu dokaznu građu smatrao važnijom za stjecanje znanja od potvrđujuće dokazne građe koja je povezivala fenomene. Hume je smatrao da znanstveno znanje, a to je poznavanje uzroka događaja i uzročnih veza, nije moguće steći apriorno nego iz iskustva – indukcijom koja ne može logički jamčiti nužnost konkluzije nego samo vjerojatnost njezine istinitosti. Vjerojatnost je neka (ne)određena skala ili stupanj potvrde neke hipoteze koji se koristi kao koristan alat za nesigurno obrazloženje, za mjerenje vrijednosti fizičkih veličina, opis pogreški mjerenja, a testovima vjerojatnosti hipoteza procjenjuju se teorije i pokušava povezati filozofska analiza induktivnog zaključka sa znanstvenom praksom u pokušaju njihovog normativnog i deskriptivnog podudaranja (Sprengler, 2016: 193). Na ili iz proučavanja vjerojatnosti kao stupnja potvrde teorija u smislu stupnja vjerovanja razvila se Bayesova teorija vjerojatnosti, o njoj će uskoro biti više rečeno.

Vrhunac induktivnog skepticizma, a onda i rušenje znanstvene legitimnosti induktivnog zaključka vjerojatno su započeli Popperovom idejom opovrgavanja (*falsification*)³⁹ kao načelom ili kriterijem demarkacije između znanosti i neznanosti. Popper na mjesto znanstvene metode umjesto indukcije postavlja dedukciju i deduktivno testiranje teorija:

... metoda kritičkog testiranja teorija i njihovog izbora u skladu s rezultatima testiranja uvijek ide istom linijom. Od nove ideje, uvjetno rečeno, još uvijek nepotvrđeno na bilo koji način – anticipacija, hipoteza, teorijski sustav, ili ako hoćete – konkluzije su izvedene logičkom dedukcijom. Ove se konkluzije zatim uspoređuju jedna s drugom i s drugim relevantnim iskazima, kako bi se pronašlo koja logička relacija (poput ekvivalencije, izvodljivosti, podudaranja ili nepodudaranja) postoji između njih (Popper, 2013: 410).

Popper je slično Humeu smatrao da vrijednost neke hipoteze nije određena brojem i stupnjem potvrdnih opažanja u prošlosti, niti se ikad hipoteza ili teorija može dokazati ili učiniti vjerojatnom na osnovi opažanja, nego prije točnošću predviđanja i otpornošću prema pokušajima njezinog opovrgavanja. Za Poppera je nastanak znanstvenih teorija proces za koji »nema logičke metode stjecanja ideja ili logičke rekonstrukcije tog procesa. Moje gledište može biti iskazano riječima da svako otkriće sadrži ‘iracionalan element’ ili ‘stvaralačku intuiciju’ ...« (Popper, 2013: 409). Znanstvena procedura u stvarnosti se sastoji od nagađanja i opovrgavanja (*conjecture and refutation*), a posao znanstvenika nakon otkrića nije u pronalasku pozitivnih slučajeva koji potvrđuju hipotezu ili teoriju nego u pokušaju opovrgavanja. Nagađanje je dio znanstvene procedure o kojem se ne može puno reći iz znanstvene ili logičke perspektive, logika znanstvenog

39 Sadržajno slično načelo ili metodu razvio je i francuski filozof Paul Ricœur procedurom zvanom ‘postupak poništenja’.

otkrića nije moguća niti »postoji uputa kako doći do značajnih novih znanstvenih hipoteza« (Rosenberg i McIntyre, 2020: 196). Logički pozitivizam želio je razgraničiti znanost od metafizike određenjem znanstvenih iskaza kao onih koji su barem načelo empirijski provjerljivi, a Ernst Mach postavio je ključno načelo da (neanalitički) iskazi koji se ne mogu potvrditi niti opovrgnuti ne spadaju u znanstvene iskaze. Na tom tragu je, uz napomenu da je logički pozitivizam težio razgraničenju znanosti od metafizike, a Popper znanosti od neznanosti, Popper pokušao uspostaviti kriterij demarkacije tj. razgraničenja između znanstvenih (empirijskih) teorija od neznanstvenih⁴⁰ teorija što je za njega bio »ključan problem filozofije znanosti« (Popper, 1962: 39). Konkretno, Popper je težio određenju logičko-metodoloških razlika između znanstvenih disciplina fizike s jedne strane, i neznanstvenih disciplina metafizike (čiji iskazi, prema njemu, ipak nisu besmisleni), astrologije, psihoanalize i marksizma s druge strane. U jednom dijelu svoga rada Popper neznanstvenim određuje i načelo prirodnog odabira koje je ključan dio strukture teorije evolucije, tvrdnjom da ne zadovoljava načelo opovrgljivosti i da zato nije znanstveno nego metafizičko načelo ili metafizički istraživački program koji *bi mogao* biti okvir za provjerljive znanstvene teorije. Posebno je pod optužbom za tautologiju, metafizičnost i neosporivost bilo načelo opstanka najpodobnijih (relativno najprilagođenijih), a najpodobniji su bili oni koji opstaju! Popper je 1977. god. odustao od ovih tvrdnji predavanjem kojim je prihvatio prirodni odabir kao iskaz koji je opovrgljiv i koji je moguće provjeriti testiranjem.

Glavni kriterij razlikovanja znanstvenih od neznanstvenih teorija (iskaza) je falsifikacija, mogućnost načelne osporivosti ili opovrgavanja takvih iskaza, kao nužan uvjet ovakvog razlikova-

40 Ovdje je potrebno razlikovati pojmove *non-scientific* kao nešto što nije znanstveno (slikarstvo, glazba), i *unscientific* kao nešto što je u konfliktu sa znanstvenim i to ne kao pseudoznanost koja oponaša znanstvene procedure i načela, nego kao djelovanje koje poriče znanstvenu metodologiju i smatra se boljom alternativom.

nja, iako neki smatraju da Popper ima i drugi kriterij – praktično testiranje teorija čiji se negativni ishodi prihvaćaju, kao uvjet koji onda s prethodnim postaje nužan i dovoljan uvjet klasifikacije neke teorije kao znanstvene. Popper daje jasnu proceduru kritičkog testiranja teorije: (1) logička provjera konkluzije kojom se proučava interna konzistentnost teorije, (2) proučavanje logičke forme teorije (je li teorija empirijsko-znanstvena ili tautološka), (3) usporedba s drugim teorijama da se vidi ima li prednosti pred njima i može li ‘preživjeti’ različite provjere, i (4) provjera teorije empirijskom primjenom konkluzije koja se može izvesti iz nje (Popper, 2013: 410). Na drugom mjestu, opet, eksplicitno stoji »‘Iskaz (ili teorija) je empirijska-znanstvena ako i samo ako je opovrgljiva’ ... Teorijski iskaz je opovrnut ako i samo ako stoji u odnosu logičke kontradikcije prema nekim (empirijskim) iskazima koji opisuju logički moguć događaj, koji bi bilo logički moguće opaziti« (Hansson, 2021) čini se neovisno o praktičnim mogućnostima ili provedbi takvog testa u praksi. Popper je smatrao da je falsifikacija teorija kriterij demarkacije znanosti od neznanosti, a to je pokazao na primjeru Einsteinove opće teorije relativnosti kao znanstvene teorije, u odnosu na Freudovu i Adlerovu teoriju psihoanalize kao teorije koje nije znanstvena. Obje teorije mogu objasniti opažene fenomene: teorija relativnosti uspješno predviđa perihel Marsa (najbliža točka putanje Marsa do Sunčevog središta) dok psihoanaliza objašnjava kako je moguće da se ljudi ponašaju suprotno svojim dugoročnim interesima. Međutim, opću teoriju relativnosti moguće je testirati usporedbom s drugom teorijom (Newtonovom mehanikom), kao što je napravljeno praćenjem pomaka (zakrivljenja) svjetlosti udaljenih zvijezda koji je prolazio blizu Sunca. Testirane su obje teorije, koje su nudile različita predviđanja zbog čega nisu obje mogle ponuditi točnu predikciju. Pokusom Arthura Eddingtona iz 1919. god. tako su uspoređena predviđanja ovih dviju konkurentskih teorija, Einsteinove opće teorije relativnosti i Newtonove mehanike, prema

kojem je barem jedna teorija morala biti osporena, to je znanstvenicima dalo jake razloge za prihvaćanje teorije koja nije bila opovrgnuta (u ovom slučaju to je bila opća teorija relativnosti). S druge strane, teorije psihoanalize mogu biti usklađene s bilo kojim mogućim opažanjem, mogu objasniti svako ponašanje i ne nude predviđanje budućeg događaja koje bi moglo biti osporeno. Poznat je primjer dvoje ljudi od kojih jedna osoba gura dijete u vodu da bi ga utopila, a druga skače u vodu da bi spasila od utapanja. U prvom slučaju psihoanalitičar objašnjava da je radnju potaknula potisnuta komponenta (nesvjesne) strukture ličnosti – ida, a u drugom slučaju objašnjava postupak kao uspješnu sublimaciju istog poriva od strane ega i superega.

Ni Freud ni Adler ne isključuju djelovanje bilo koje određene osobe na bilo koji poseban način, bez obzira na vanjske okolnosti. Je li čovjek žrtvovao svoj život da bi spasio dijete koje se utapa (slučaj sublimacije) ili je ubio dijete utapanjem (slučaj potiskivanja), Freudova teorija nikako ne može predvidjeti ili isključiti. Psihoanaliza prema tome ne može predvidjeti ili isključiti neko ponašanje, pa je precizna predikcija nemoguća. U praksi pojava nekog izdvojenog slučaja u metodološkom smislu nije dovoljna za osporavanje i odbacivanje neke teorije kao netočne, a ponekad čak postoji više protudokaza zbog kojih se ipak ne napušta teorija koja nije usklađena s tim dokazima ili im je kontrarna, različita. Popper je vezano uz mogućnost postojanja teorija koje ‘preživljavaju’ protudokaze uveo logički pojam ‘osnovnog iskaza’ (*basic statement, basic proposition*) u obliku singularnog egzistencijalnog suda ‘X postoji na Y’ koji može biti formalno kontradiktoran univerzalnim iskazima, sa sposobnošću opovrgavanja takvih iskaza (Univerzalno-afirmativnom sudu kontradiktoran je partikularno-negativan sud) i inter-subjektivne provjerljivosti i mogućeg opovrgavanja. Osnovni iskaz tvrdi da je opažen neki pojedinačni događaj u određenom trenutku prostora. Provjera neke teorije nije moguća u beskonačnost, negdje se mora zaustaviti testiranje i od-

lučiti je li provjera u skladu s teorijom ili teoriju treba odbaciti, ta točka je ‘osnovni iskaz’ koji je eksperimentalno nedovoljno određen. Popper to u *Logici znanstvenog otkrića* iz 1959. god. uspoređuje sa sudskom presudom kojom porota sporazumno u skladu sa zakonskim odredbama donosi odluku o nekoj činjenici, kao konačan, temeljni iskaz (Popper, 2002: 92-93). Popper je osporavao opravdanost vjerovanja u istinitost ili vjerojatnu istinitost znanstvenih teorija s više informativnog sadržaja koje nisu opovrgnute, no u isto vrijeme je govoreći o stupnjevima vjerodostojnosti ostavljao mogućnost da su takve teorije bliže istini nego prije opovrgnute teorije (Shea, 2022). Provjera teorija testiranjem koje bi pokazalo povećanje preciznosti predikcije i perspektivu daljnjih novih predviđanja usklađenih s eksperimentalnim podacima, moglo bi se reći da potvrđuje tu teoriju, no kako bi se ovime jezično i sadržajno približili ili bi se čak preuzela ideja logičkog pozitivizma, Popper je uveo pojam potkrijepljenosti ili potpore (*corroborated*) teoriji pa znanstvene teorije nikada ne mogu biti potvrđene (*confirmed*) nego imaju potporu dokaza. U smislu porasta stupnja vjerodostojnosti neke teorije može se reći da je falsifikacionistička metoda usmjerena prema spoznaji istine, iako ne nudi pozitivne razloge opravdanja vjerovanja te iste teorije, nego samo eliminira opovrgnute, nevjerodostojne teorije koje idu izravno u povijest znanosti kao neuspjezne teorije. Ovom metodom može se postići viši stupanj vjerodostojnosti i aproksimacije istine, no upitno je koliko znanost može napredovati bez novih spoznaja, novih opažanja, novih teorija, svakako i preuzetog rizika za njihovu moguću netočnost.

Svakodnevno iskustvo pokazuje nam da je stalna sumnjičavost u istinitost empirijski dokazanih teorija preuveličana i da empirijski dokazi nisu bez značenja za potvrdu ili opravdanje teorija, upravo suprotno, empirijski dokazi na određeni način potvrđuju ili opravdavaju povjerenje u prihvaćanje neke teorije, pa čak i kada su one bile opovrgnute. S druge strane, metodologija logič-

kog pozitivizma koja se oslanja na jednostavnu ideju indukcije nabranjanjem (crnih gavrana) čime se potvrđuje početna hipoteza (opaža se crni gavrani) u konkluziji (svi gavrani su crni) pokazuje se logički i stvarno manjkavom. Pretpostavka potvrde teorija na temelju dokaza nije u potpunosti napuštena, jer se pojavila ideja koja se usmjerila na razumijevanje dokaza korištenjem teorije vjerojatnosti (*probability theory*). Suvremeni pokušaj ustanovljenja epistemološkog povjerenja u induktivnu metodu, koji tvrdi da je moguće stupnjevati razinu našeg povjerenja u znanstvene teorije, u jednoj inačici oslanja se na Bayesov teorem koji formulom opisuje vjerojatnost teorije, nakon što je ta teorija bila poduprta provjerenom dokaznom građom. Subjektivistički odnos prema dokazu drži da uvjerenja dolaze u stupnjevitoj skali snage te da se stupnjevi tih uvjerenja kod savršeno racionalnog prosuditelja mogu predstaviti subjektivnom funkcijom vjerojatnosti označenom slovom P (*probability*). Bayesovski epistemološki pristup je subjektivistički, jer smatra da je racionalnost ljudskih uvjerenja vođena zakonom vjerojatnosti oslonjenim na početnu vjerojatnost teorije (i provjerenost) dokazne građe.

Izvorni Bayesov teorem vjerojatnosti računa sa samo dvije vrijednosti:

h , hipotezom, i

e , nekim novo-otkrivenim dokazom/dijelom dokaza.

P -*probability* je vjerojatnost, a formula vjerojatnosti kaže:
 $P(h|e)^{41} = P(e|h) \times P(h)/P(e)$ ili

$$P(h|e) = \frac{P(e|h) \times P(h)}{P(e|h) \times P(h) + P(e|\text{not-}h) \times P(\text{not-}h)}$$

$P(h)$ je ovdje vjerojatnost h mjereno neovisno o dokazu e , a $P(h|e)$ je vjerojatnost h s obzirom na dokaz e , ili vjerojatnost h i

41 Simbolički iskaz $P(h|e)$ se čita: Vjerojatnost h s obzirom na (dokaz) e .

poteze s obzirom na pojavu dokaza e . Formula teorema $P(h|e)$ je funkcija dvaju tipova vjerojatnosti: (1) prethodne ili ranije (*prior*) vjerojatnosti hipoteze; $P(h)$ (2) dok je formula $P(h|e)$ kasnija (*posterior*) vjerojatnost hipoteze h . Prethodne vjerojatnosti hipoteze h i njezine negacije su $P(h)$ i $P(\text{not-}h)$, dok je vjerojatnost $P(e|h)$ vrsta vjerojatnosti (*likelihoods*) dokaza o teoriji, u dva različita oblika, $P(e|h)$ i $P(e|\text{not-}h)$. Ova vjerojatnosti $P(e|h)$ upućuje na to da bi znanstvene teorije mogle reći kolika je vjerojatnost onoga što će se opaziti.

Bayesov teorem kaže kako računati ... možemo mjeriti kakvu *razliku* radi dokaz e vjerojatnosti h . Možemo reći da dokaz e *potvrđuje* h ako je $P(h|e) > P(h)$. To znači da dokaz e potvrđuje hipotezu h ako *čini hipotezu h vjerojatnijom* nego što bi to inače bila ... Bayesov teorem kaže nam kako *ažurirati* vjerojatnosti s obzirom na dokaze (Godfrey-Smith, 2003: 204).

Bayesov teorem implicira da se vjerojatnost neke hipoteze povećava dokaznim materijalom, istovremeno opravdavajući induktivno zaključivanje i vjerovanje u znanstvene generalizacije na temelju pozitivnih činjenica. Subjektivistički program u bayesovskoj inačici konstruira procjenu potpore dokazima pretpostavljajući sljedeće uvjete:

Potvrdna relativnost. Dokazni odnosi moraju se relativizirati na pojedince i njihove stupnjeve uvjerenja.

Proporcionalizam dokaza. Racionalni vjerovatelj procijeniti će i gradirati svoje povjerenje u hipotezu H s njezinim ukupnim dokazima za H , tako da njezina subjektivna vjerojatnost za H odražava ukupnu ravnotežu razloga koje ona pruža za ili protiv njezine istinitosti.

Inkrementalna potvrda. Skup podataka pruža inkrementalne (porasta ili dodatka, nap. a.) dokaze za H u mjeri u kojoj uvjetovanje podacima (dokazima, nap. a.) povećava H -ovu vjerojatnost (Joyce, 2021).

Pojava novih dokaza u prilog neke hipoteze mijenja nečije vjerovanje o određenoj hipotezi. Prema izračunu vjerojatnosti Bayesovog teorema, ispada da će u konačnici svi doći na istu poziciju, jer će dovoljno dokaza konvergirati njihova mišljenja neovisno o njihovim početnim gledištima i prethodnom ili pozadinskom znanju:

Neovisno o početnoj razini stupnja vjerovanja, niskoj ili visokoj, u Galileijev zakon – poslije 1000 promatranja tijela u padu svi će u konačnici vjerovati u njegov zakon slobodnog pada sa stupnjem koji je blizak broju 1 (100%, nap. a.) (Papineau, 2003: 292).

Teorije i empirijski dokazi za subjektiviste već unaprijed imaju neku početnu vjerojatnost koja proizlazi iz prethodnog ili pozadinskog znanja koje se ne može isključiti iz procesa provjere i procjene vjerojatnosti teorija. Ipak, iako se pokazuje da gotovo sve teorije imaju neku prethodnu vrijednost koja proizlazi iz našeg znanja o njima, takve je teorije onda moguće strože testirati pa Bayesov teorem upućuje na konvergenciju uvjerenja o stupnju ili omjeru vjerojatnosti takvih teorija. Ovim ipak nije moguće dati logičku valjanost načelu induktivnog zaključka, naime nije objašnjeno zašto su u krivu oni koji ne vjeruju u Galileijev zakon slobodnog pada, očekujući skoriju promjenu prirodnih zakona jer smatraju da ono već opaženo (u prošlosti) ne može jamčiti događaje koji još nisu opaženi (u budućnosti). Štoviše, kada se govori o vjerojatnosti iz subjektivističke perspektive, onda se ne govori o vjerojatnosti samog događaja, nego o stupnju vjerovanja u njegovu pojavu, »vjerojatnost mjeri stupanj povjerenja neke osobe u istinitost nekog iskaza« (Godfrey-Smith, 2003: 205). Subjektivistički iskazi o svijetu koji pretpostavljaju teorije koje imaju neku prethodnu vrijednost, početno znanje o tim teorijama koje nešto govore o svijetu, uključuju vjerovanje u neku vrstu naše osjetilne interakcije s tim svijetom koja predstavlja dokazni materijal. Opažanje i empirijska osnova temelj su legitimnih znanstvenih

teorija, međutim, znanost unutar svog legitimnog dosega proučavanja zahvaća i neopažljive fenomene.

Međutim, ponekad i ponegdje čini se da postoje fenomeni, entiteti i sile, za koje se čini razumno misliti kako ih trenutačno nije moguće izravno opažati ili je to načelno nedostupno – ili da postoje takve opažajno nedostupni fenomeni koje moramo pretpostaviti da bismo objasnili opažanja i podatke koje imamo. Za prvi slučaj imamo niz primjera pretpostavljenih entiteta koje nije bilo moguće izravno opažati, za neke se kasnije empirijski potvrdilo da postoje (neki kemijski elementi) dok drugi trajno ostaju nedostupni opažanju čak i pomoću tehnoloških pomagala našim opažajnim sposobnostima (neke subatomske čestice). Empirijska provjera iskaza o neopažljivim entitetima, silama, procesima i modelima opažajne potvrde hipoteza također pretpostavlja odabir između dviju hipoteza ili teorija s obzirom na opažene podatke. Međutim, čini se da to nije lagan zadatak, dapače, da je u nekim slučajevima nemoguće na osnovi opaženih podataka racionalno se odlučiti o izboru neke teorije ili bilo kojeg drugog vjerovanja. Primjer za ovakav slučaj može biti usporedba između empirijski ekvivalentnih, ali logički inkompatibilnih teorija:

Usporedimo newtonovsku mehaniku – četiri zakona koji objašnjavaju toliko toga u fizici. Doda li se na ove zakone aksiom da se univerzum i sve u njemu kreće brzinom od 100 km na sat vektorskim pravcem čiji je smjer zadan produženjem linije od Zemlje do zvijezde Sjevernjače, Polaris. Ove bi dvije teorije s podjednakom snagom objasnile i predviđale; ne bi bilo empirijskog načina vidjeti razliku među njima. One su empirijski ekvivalentne, što znači da bi izbor između ovih teorija bio pododređen podacima (Rose-
nberg & MyIntyre, 2020: 201).

Razmatranje ovakvih slučajeva bilo je osnova izgradnje ideje Pododređenosti teorije opažajnim podacima (UTD, *The Under-*

determination of Theory by Observational Data) ili pododređenosti empirijskoj dokaznoj građi, koja tvrdi:

Uz bilo koju teoriju o neopažljivom koja je usklađena s činjenicama, postoji neka druga s njom inkompatibilna teorija podjednako tako usklađena s istim tim podacima (Papineau, 2003: 297).

Znanstvene teorije u pokušaju objašnjenja onoga opažljivoga uvode teorijske pojave, predmete i sile koje nije moguće opažati osjetilima ni tehnološkim dostignućima koja daju veću opažajnu sposobnost – neka pojava objašnjava se opažanjem učinaka neopažljivih entiteta. Može se reći da je narav neopažljivog svijeta skrivenog iza pojave neodvojiva od teorije koja ju je odredila. Za primjer se može uzeti kritika Newtonove gravitacijske sile koju neki svode na tajanstvenu metafizičku pretpostavku koja nije opažljiva: opažanje kretanja planeta oko Sunca i poznati pad jabuke sa stabla samo su pretpostavljeni učinci gravitacijske sile. Moguće je gravitacijsku silu smatrati samo opažanjem određene pravilnosti koja djeluje u skladu sa zakonom obrnutog kvadrata (opadanja sile djelovanja), koju su kasniji teorijski fizičari objašnjavali zakrivljenošću prostora.

Ideja (i teorija) koja je u temelju ovog tumačenja ne odnosi se isključivo na kontekst znanstvenog znanja jer baštini tradiciju od Descartovih tvrdnji da nije moguće razlikovati osjetilnu stvarnost vanjskog svijeta od stvarnosti čiji bi uzrok bio hipotetski zli demon koji želi obmanuti čovjeka. Ideja kako uvijek postoji više od jedne teorije koja je u skladu s uočenim činjenicama može biti utemeljena u Duhem-Quine hipotezi prema kojoj bilo koja znanstvena teorija (Duhem je izvorno mislio sam na teorije fizike, a Quine ne samo na sve znanstvene teorije nego i na znanje uopće) suočena s kontrarnim zapažanjima može biti obranjena prilagođavanjem pomoćnih hipoteza.

U osnovi se teorije pododređenosti podacima mogu podijeliti na holističke i kontrastne. Jedno tumačenje u prilog UTD je Duhem-

Quine hipoteza prema kojoj znanstvena teorija (T) u pravilu ne sadržava predviđanje (P) bez povezanosti s pomoćnom hipotezom (H):

$$T \wedge H \Rightarrow P$$

Prema ovoj formuli opovrgavanje predviđanja (P) ne poriče teoriju (T) nego isključivo konjukciju teorije (T) i pomoćne hipoteze (H). Ovo je holistička pododređenost teorije podacima, ona opisuje slučaj nemogućnosti provjere hipoteze izolirano od ostalih okolnih uvjeta zbog čega nema dovoljno određenog stava s obzirom na neuspjelo predviđanje ili neki drugi dokaz koji ne potvrđuje hipotezu. Ako hipoteze imaju empirijske implikacije tek kada su izmiješane/spojene s drugim hipotezama, tada neuspješna predviđanja ili njihovo opovrgavanje upućuju na napuštanje jedne ili više pomoćnih hipoteza. Izvorna hipoteza određena za provjeru tako ostaje ‘živa’. Tako se postojanje Newtonove gravitacijske sile koja se dovodila u pitanje opaženim anomalijским gibanjem Merkura, lako može braniti pretpostavljenim postojanjem neopaženog planeta ili nepravilnom raspodjelom mase Sunca. Na ovaj bi se način svaka teorija mogla zaštititi od bilo kojih opažajnih podataka koji bi išli u prilog neke druge, njoj konkurentske teorije, a sve bi konkurentske teorije bile usklađene (konzistentne) podacima. Iz druge perspektive na to upućuje kontrastna pododređenost teorije podacima koja tvrdi da za bilo koji skup dokaza koji potvrđuju neku teoriju mogu postojati i druge teorije također dobro potvrđene istim tim dokazima: anomalijско gibanje Merkura može se objasniti Newtonovom teorijom podjednako dobro kao i nepravilnom raspodjelom mase Sunca. Kontrastna pododređenost teorije podacima tako podriva mogućnost dokaza u potvrdi ne samo neke hipoteze, nego i teorija koje se smatraju pouzdanima i snažnima, u usporedbi s alternativnim hipotezama ili teorijama. Primjer za to opet može biti Newtonova kozmologija koja uključuje zakon gibanja i gravitacijsko privlačenje:

...potpuno ista predviđanja daje teorija neovisno o pretpostavci miruje li cijeli svemir ili se kreće nekom konstantnom brzinom u bilo kojem smjeru: iz našeg položaja unutar njega nemamo načina otkriti konstantno, apsolutno gibanje svemira u cjelini...ovdje smo suočeni s empirijski ekvivalentnim znanstvenim teorijama: Newtonovom mehanikom i gravitacijom povezanim ili s temeljnom pretpostavkom da svemir miruje (kao što je i sam Newton vjerovao), ili s bilo kojom iz beskonačnog niza alternativnih pretpostavki o konstantnoj brzini kojom se svemir kreće u nekom određenom smjeru. Sve ove teorije daju sva i samo ista empirijska predviđanja, tako da nam nijedan dokaz nikada neće dopustiti da se odlučimo između njih na empirijskoj osnovi (Kyle, 2021).

Opet, čini se pretjeranim da baš sve hipoteze ili teorije imaju alternative koje su podjednako dobro usklađene s empirijskim podacima, pogotovo ako se ima u vidu da u znanosti postoji snažni konsenzus u prihvaćanju i izboru (između alternativnih) znanstvenih teorija. Pitanje je onda, na koji način se stvara takav konsenzus, je li on logički, empirijski ili drugačije ustanovljen, i u kojoj mjeri, ako uopće, upućuje na razumijevanje koje približava znanstvenu spoznaju svijetu kakav on jest neovisno o promatraču. Empirijski dokazi i provjere unutrašnje konzistentnosti teorija nisu jedini kriterij za njihovo prihvaćanje, to uključuje i njihovu jednostavnost, koherentnost s drugim dobro potvrđenim teorijama, ali i druge faktore: teorijske ili metafizičke pretpostavke, društvene uvjete i ideološke pritiske, pa čak i intelektualno-kulturnu modu.

9 TEORIJE NAPRETKA U ZNANOSTI

Popper je smatrao kako nije moguće konačno opovrgavanje teorije niti njezino potvrđivanje, jer se u pouzdanost eksperimentalnih rezultata uvijek može sumnjati. Pododređenost teorije opažajnim ili empirijskim podacima također je, bez mistifikacija, uputilo na sumnju u mogućnost sigurne spoznaje temeljene na empirijskom i vezi teorijsko-empirijskog. Filozofi znanosti (i znanstvenici) nezadovoljni postojećim rješenjima željeli su uspostaviti novi znanstveni sustav koji uz logičku strogost razmatra i mogućnost nestandardnog pristupa. Za Poppera ljudska spoznaja ne može se osigurati vanjskim (božanskim) autoritetom ili unutrašnjim autoritetom osjetila ili uma čovjeka. Za njega znanost treba stvarati što je moguće veći broj teorija koje onda treba provjeravati pokušavajući ih opovrgnuti. U konkurentskoj borbi teorija mogu opstati samo one »najžilavije«, one koje se mogu oduprijeti svim poduzetim provjerama. Po uzoru na teoriju biološke evolucije, odnosno *hard inheritance* teorije nasljeđivanja (pokušaj i pogreška: nagađanje i opovrgavanje), Popper vidi ispravnu metodu spoznaje prirode kojom možemo privremeno postići pogrešivo znanje (*fallible knowledge*). Pouzdanom ili nepromjenjivom sadržaju znanja (sg. *epistēmē*) ovdje nema mjesta, jer su znanstvene teorije tek autentična naslućivanja – visoko informativna nagađanja o svijetu koja se ne mogu verificirati (tj. dokazati istinitima). Za Poppera razlika između racionalnog i kreativnog znači razliku između logičkog, tautološkog i mehaničkog s jedne strane, i onoga neovisnoga o umu (iracionalnog) s druge strane. Racionalnost znači samo proširivanje upotrebe mehaničkih pravila, a odlazak izvan okvira mehaničkih pravila znači iskorak u iracionalno – no upravo je to iracionalno (stvaralačka intuicija) odgovorno za nastanak znanstvenih otkrića. Ono što konstituira znanost više nisu

ustanovljeni rezultati vječne istinitosti nego istraživački procesi – jedini stalan aspekt znanosti je istraživanje u formi istraživačkih projekata sastavljenih od prihvaćenih pretpostavki, koje određuju predmete opažanja i način njihove interpretacije. Početak 20. stoljeća u znanosti obilježile su znanstvene revolucije (teorija relativnosti i kvantna teorija) koje su pokazale raspadanje stare slike svijeta i zahvaćanje objekata znanstvenog interesa što postaje moguće samo neizravnim putem. I dalje se govori o nekoj elementarnoj čestici (npr. neutronu), ali se više ne može dati dobro definirana slika te čestice niti točno reći što se misli pod tim nazivom. Isti predmet sada se opisuje kao čestica, val ili valni paket, podrazumijevajući odmah kako ni jedan od tih opisa ne može biti ispravan. Također, kako čisto spekulativni pristup u spoznaji više nije prihvatljiv, a izravno promatranje nije moguće ni pomoću promatračkih uređaja kojima promatrani objekti izmiču svojom prirodom – tako je moguće izvoditi konkluzije o promatranim objektima tek putem složenog interpretiranja interakcije promatranog objekta, subjekta koji promatra i teorije kojom se interpretira opažanje (predmeta). Izvođenje teorija postalo je u nekim područjima moguće tek neizravnim određenjem dinamičkih stanja, a dinamički aspekt-razvoj znanosti postaje ono čime možemo detektirati znanstvenu djelatnost. Posebno utjecajno viđenje i specifičan stav o smjenjivanju znanstvenih teorija iznio je Thomas Kuhn.

9.1 Sociološki obrat

Dinamičkim zahvaćanjem znanosti kroz koncept znanstvenog razvoja opada zanimanje za ‘esencijalistički’ pristup u pokušajima definiranja znanstvene djelatnosti razmatranjem uspostavljenih vječnih i nepromjenjivih kategorija. Pojam sociološkog obrata u tumačenju uzroka smjene znanstvenih teorija i razvoja znanosti proizlazi iz ideje kako su socijalni razlozi u temelju znanstvenog, možda ne napretka, ali svakako smjene znanstvenih teorija. Soci-

jalni razlozi kojima se objašnjava smjena znanstvenih teorija su raznoliki, idu od ekstremnog pripisivanja smjene teorija isključivo socijalnim interesima, preko njihove obavezne uključenosti u smjenu znanstvenih teorija (što su tvrdili pripadnici *edinburške škole* Barry Barnes i David Bloor) do Feyerabendovih tvrdnji kako su u osnovi smjene teorija višestruki izvan-logički faktori poput ‘propagande’ i ‘ideologije’. Paul Feyerabend time zapravo tvrdi kako ne postoji nikakva, pa ni metodička jedinstvenost znanosti. Za njega nema nikakve razlike između znanosti i *quasi* znanosti, između npr. astronomije i astrologije. Kuhn je ponešto blaži, iako i njegove tvrdnje vide brojne izvan-logičke razloge pristajanja uz određenu znanstvenu ideju. Ono što je zajedničko svim ovim ‘sociološkim’ objašnjenjima unutar filozofije znanosti jest smještanje smjene znanstvenih teorija unutar područja *znanstvene zajednice*:

...znanstvena zajednica sastoji se od onih koji se aktivno bave jednom znanstvenom specijalnošću. U mjeri koja je nezamisliva u većini drugih područja, oni su prošli kroz slična poučavanja i profesionalna posvećivanja; u tome su procesu oni apsorbirali istu tehničku literaturu i izvukli iz nje jednak broj lekcija. Granice te standardne literature obično označavaju granice nekog znanstvenog predmeta, a svaka zajednica obično ima svoj vlastiti predmet (Kuhn, 2002:185).

Članovi znanstvenih zajednica imaju brojne karakteristične zajedničke osobine: slično obrazovanje (završavaju slične škole i savladavaju slične obrazovne stupnjeve), sličnu ‘profesionalnu inicijaciju’ (prolaze slične akademske stupnjeve, procedure i postupke), apsorbiraju istu tehničku literaturu (postoje vladajući pravci i autoriteti, uči se iz istih udžbenika i knjiga), izvlače istovjetne zaključke iz te literature (postoji usmjerenost prema prihvaćanju određenog načina razumijevanja literature).

Robert K. Merton u članku 'The Normative Structure of Science' tiskanom prvi put 1942. god. piše da znanstvenici trebaju prepoznati ovisnost svog znanstvenog djelovanja o društvenoj strukturi. On definira strukturu znanosti, znanstvenu zajednicu, pomoću znanstvenih ili moralnih normi koje naziva 'institucionalnim imperativima' i vrijednostima koje sadržavaju etos suvremene znanstvene zajednice i znanosti same:

Univerzalizam: isključivi imperativ prosuđivanja doprinosa pojedinca znanstvenoj zajednici je u unutrašnjoj vrijednosti, a neovisno o autoru i njegovoj društvenoj ulozi koja nije važna za objektivnu znanstvenu prosudbu.

Komunitarizam (*communism*): ovaj imperativ pripisuje svaki znanstveni doprinos vlasništvu cjelokupne znanstvene zajednice i daje ga na upotrebu svakome tko ga zna upotrijebiti. Znanost je zajedničko nasljeđe zajednice.

Nesebičnost ili nezainteresiranost (*disinterestedness*): objektivnost je ključni element strukture znanosti i znanstvenog djelovanja, istina je najvažnija. Znanost naglašava spoznaju istine neovisno o posljedicama na pojedince i zajednicu.

Organizirani skepticizam: organizirani skepticizam i nepovjerenje je obavezno u znanosti podjednako metodološki i institucijski. Znanost nalaže anonimnost, odbacivanje autoriteta u smislu zahtjeva za slobodnom kritikom – ničiji individualni doprinosi se ne prihvaća bez provjere (Merton, 1973: 270-277).

Određenje prirode znanstvenih zajednica ipak tek djelomično pomaže u pokušaju definicije znanosti tradicionalnim »esencijalističkim« pristupom. Kuhnov sociološki obrat odvaja znanost od neznanosti pretpostavljajući kako je određenje znanstvenosti neproblematično ako uključuje trajnu klasifikaciju slučajeva koji nisu kontroverzni poput Newtonove mehanike ili Maxwelove elektrodinamike. Može biti kako ovakvo određenje znanosti kroz

trajnu klasifikaciju proizlazi iz naklonosti školstva prema određenim područjima. Za Kuhna pretpostavke razumijevanja znanosti zaista postaju problematične u kontroverznim slučajevima poput astrologije, psihoanalize ili marksizma. Kuhn narav ovih područja ostavlja otvorenom kada je riječ o suvremenim slučajevima, a ako povijesni slučajevi imaju upitan status znanstvenosti, tada procjena ovisi o načinu rekonstrukcije dostupnih tragova.

Središnje mjesto u Kuhnovoj teoriji znanosti problematizira znanstveni napredak, a znanstveni napredak je strukturiran modelom univerzalnog faznog modela znanstvenog razvoja, kao slike 'algoritma' ili pravilnosti prema kojem se izmjenjuju faze u napretku znanosti. Paul Hoyningen-Huene koji je jedan od najboljih poznavatelja Kuhnovog rada – studirao je godinama njegova djela i proveo s njim godinu dana isključivo radi analize *Strukture znanstvenih revolucija*, piše da riječ *struktura* iz naslova rada u općem smislu sugerira: (1) kako je riječ o nečemu nehomogenom, što ima dijelove; (2) da takvi dijelovi ne stoje u proizvoljnoj vezi kaotično mijenjajući odnose, nego da postoji logički određen poredak dijelova; 3) da zbog poretka stvar na neki način opstaje cijela (Hoyningen-Huene, 1993: 24-25). U konkretnom smislu za Kuhna struktura znanstvenog razvoja znači univerzalni fazni model znanstvenog razvoja, strukturiran proces koji u vremenskom okviru sadrži faze koje su komponente tog procesa. Ispitivanje pojedinačnih otkrića pokazuje da to nisu izolirani događaji nego dugotrajne epizode s pravilnom periodičnom strukturom.

Kuhn nalazi postojanje triju samostalnih i vremenski različitih faza procesa otkrića koje su konstanta. Početak razvoja znanosti je u pred paradigmatском razdoblje koje je nezrelo i sadrži brojne 'struje' ili 'škole' koje su u neprestanom sukobu ili bar rivalstvu oko zastupanja svojih slika svijeta i pogleda na prirodu. Zrela pak faza znanosti sadrži preobražaje paradigmi⁴² koji predstav-

42 «Paradigma je ono što članovi jedne znanstvene zajednice dijele, i obratno, znanstvena se zajednica sastoji od ljudi koji dijele jednu paradigmu» (Kuhn, 2002: 185).

ljaju znanstvene revolucije, a uzastopni prijelazi s jedne na drugu paradigmu putem revolucije uobičajen je razvojni obrazac zrele znanosti. Uspostavom paradigme nastaje faza normalne znanosti ili konsenzusa koji je vodič ili uputa za rješavanje konkretnih problema znanstvene djelatnosti kao i da uspjeh konsenzusa u rješavanju konkretnih problema učvršćuje njegov položaj. Sposobnost rješavanja konkretnih problema tako postaje glavni čimbenik u uspostavi institucije konsenzusa unatoč brojnim drugim suparnicima koji bi željeli takvu ulogu, poput pojmova, zakona, teorija, točki gledišta, pravila, fundamentalnih pretpostavki, generalizacija, racionalizacija (paradigmi), logičko-elementarnih čestica (paradigmi) i apstraktnih karakteristika (paradigmi).

Normalna znanost smještena je unutar faze zrele znanosti (*mature science*) u kojoj je znanstvena praksa poduprta širokim konsenzusom znanstvene zajednice oko fundamentalnih pojmovnih i metodoloških pitanja. Najslikovitiji pokušaj pojašnjenja istraživačke prakse normalne znanosti vidi analogiju između normalne znanosti i rješavanja zagonetki (*puzzle solving*). Ova analogija temelji se prvenstveno na postojanju pravila, očekivanju rješivosti, pomanjkanju sposobnosti trenutnog rješenja problema i očekivanju inovacija, nesukladnosti takvih aktivnosti testiranju ili potvrđivanju te individualnoj motivaciji sudionika takvih djelovanja. Prva usporedba rješavanja zagonetki i normalne znanosti je u normativnom ograničavanju procesa rješavanja problema koji potpadaju pod skup određenih pravila čime se regulira pristup rješenjima kao i sama rješenja. Usporedba o očekivanju rješivosti je ponešto manjkava jer je unutar rješavanja zagonetki tvorac zagonetke jamac rješivosti dok se očekivanje rješivosti u području aktivnosti normalne znanosti zasniva samo na analogiji s prije riješenim paradigmatskim problemima. Znanstvenici koji djeluju unutar faze normalne znanosti nisu skloni rješavati probleme uvođenjem fundamentalnih promjena jer bi takve poremetile vladajuće pravilnosti. Djelovanje unutar normalne znanosti

po svojoj prirodi teži suzbijanju pojava i problema koji dovode u pitanje čvrstoću konstrukcije rukovodećih pravila. Testiranje i(li) potvrđivanje vladajućih pravilnosti može biti proizvod djelovanja normalne znanosti samo kao popratna pojava, a nikako ciljano djelovanje, jer to nisu svojstva pravilnosti koja vode znanstvenu praksu normalne znanosti. Usporedba normalne znanosti i rješavanja zagonetki može se naći i kod ispitivanja motiva za djelovanje unutar takvih aktivnosti: glavni motiv je u mogućnosti dokazivanja vlastitih sposobnosti pod uvjetima koje postavlja i prihvaća neka zajednica. Prijašnja pozornica za nadmetanje pretparadigmatske znanosti (sukob između suprotstavljenih škola) u fazi normalne znanosti premješta se u borbu za reputaciju unutar zajednice. Zajednica je ta koja sebe predstavlja kao isključivog arbitra za određenje metoda kojima se određuje valjana slika svijeta. Normalna znanost osigurava vladajućoj teoriji rješavanje svih važnih problema (iako mogu postojati problemi koji se trajno opiru rješenju u skladu s postojećom teorijom), a pravilnosti sadržane u paradigmatiskom postignuću koje vode normalnu znanost zatvorene su za prosuđivanje. Takav dogmatizam pravilnosti normalne znanosti nije bez razloga jer se njime omogućava temeljitost, dubina i točnost istraživanja, a istovremeno se sprječava iscrpljivanje oko fundamentalnih pitanja. Istraživanje u skladu s pravilnostima normalne znanosti pokazuje jasan napredak dok god te pravilnosti potvrđuju znanstvenu djelatnost analognu rješavanju zagonetki. Normalna znanost proširuje znanje sebi pripadajućeg dijela svijeta na osnovi prethodno dostupnog znanja. Takvo znanje ne dopušta ugrožavanje svog konsenzusnog okvira, progres tog znanja je u proširivanju i produbljivanju znanja i povećavanju preciznosti znanja o činjenicama unutar tog konsenzusa. Postoji li onda nekakav napredak unutar normalne znanosti? Pojam napretka unutar normalne znanosti (ali isto je za revolucionarnu promjenu) pretpostavlja da (1) kasnija faza pokazuje porast u određenom pogledu s obzirom na raniju fazu i nije samo dopuna

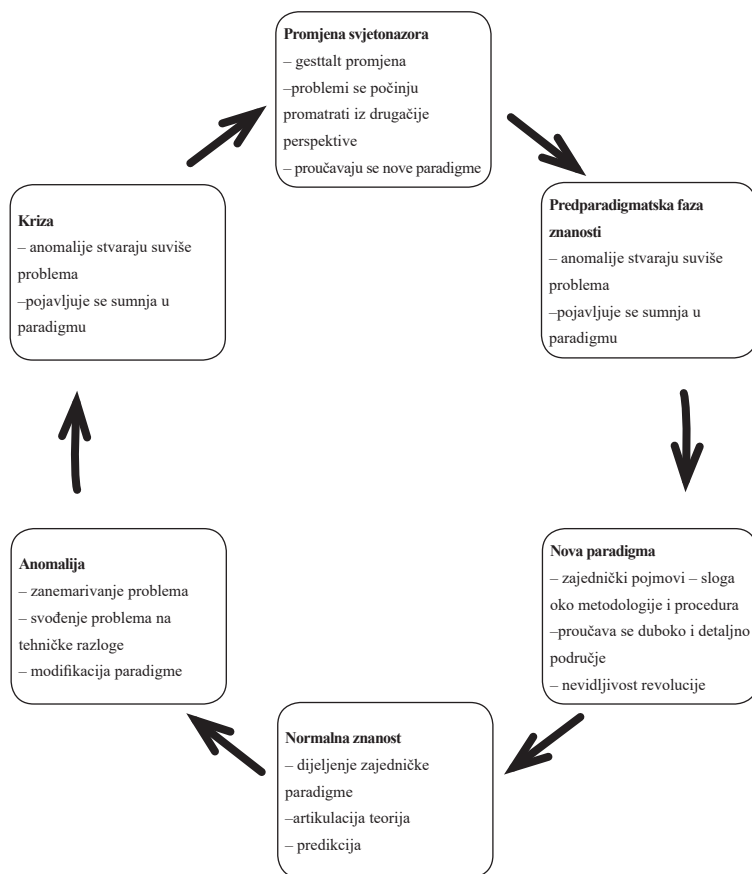
ili jednostavna promjena, da (2) takav porast nije slučajan aspekt procesa nego je to upravo ono bitno, i da (3) pojam napretka ima afirmativan predznak i pozitivno određenje na vrijednosnoj skali proučavanog područja.

Razvoj znanosti revolucijom destruktivan je po istraživački model normalne znanosti jer revolucionarno znanje nije kumulativno nego uništava staro znanje. Nova teorija mora biti sposobna riješiti velik dio problema o kojima je govorila stara teorija i izaći na kraj s anomalijama koje su dovele do kriznog stanja. Razlozi prihvatanja nove teorije nisu samo logičke prirode jer ni same teorije koje su u pitanju najčešće nisu logički uskladive, štoviše, često su neusporedive, nesumjerljive i nespojive:

Znanstvenici tada često govore o padanju koprene s očiju ili bljesku munje koji obasjava prije toga mračnu zagonetku omogućavajući da se njezini sastavni dijelovi sagledaju na novi način. U drugim prilikama relevantno rasvjetljenje dolazi u snu (Kuhn, 2002: 132).

Univerzalni fazni model razvoja znanosti vidi razvoj znanosti kroz inicijalnu fazu prednormalne znanosti, a zatim kroz smjenjivanje razdoblja normalne znanosti i revolucionarnih događaja. Grafički bi se izmjena faza s njihovim obilježjima mogla prikazati ovako:

Grafika 7



Izmjena faza razvoja znanosti prema ovoj shemi-obrasцу, od Newtonove optike do Planckovih i Einsteinovih otkrića, nije karakterističan za razdoblje prije Newtona:

Od davnog antičkog doba pa sve do sedamnaestog stoljeća, niti jedno razdoblje nije iskazalo niti jedno jedino općeprihvaćeno stajalište o prirodi svjetlosti. Umjesto toga postojao je određen broj suparničkih škola i pod-škola, od kojih

je većina prihvaćala neku od varijanti epikurejske, aristotelevske ili platonske ideje (Kuhn, 2002: 25).

Kao što pokazuje shema slike 1, samo prikupljanje činjenica bez nekog jasnog teorijskog okvira nije drugo nego put u neku vrstu anarhije. Bez oslanjanja na nekakav skup zajedničkih uvjerenja, svaki je istraživač prisiljen izgrađivati svoje područje iz samih temelja. Ovakav pristup stjecanju znanja može se usporediti s društveno uvjetovanim učenjem (*social facilitation*), koje po Boydu i Silku (2000) omogućava individualno učenje, ali bez kumulativnih učinaka. Prvobitno prikupljanje činjenica u nedostatku standardnih metoda predstavlja tek nasumičnu aktivnost kojoj je nužno potrebno izvanjsko unošenje određenih uvjerenja – nekakav svjetonazor – kako bi se omogućilo vrednovanje i kritičnost prema prikupljenim činjenicama. U odsutnosti kandidata za paradigmu, sve prikupljene činjenice mogu izgledati podjednako vjerojatne pa vrlo rijetko činjenice sakupljene s malim usmjeravanjima od strane prethodno uspostavljene teorije govore dovoljno jasno u prilog uspostave prve paradigme. Kuhn navodi :»Osim toga, budući da prosječan skupljač činjenica rijetko kad ima vremena ili sredstava biti kritičan, prirodne povijesti često suprotstavljaju opise..., kao npr. grijanje uz pomoć antiperistaze (ili pomoću hlađenja), koje danas nikako ne možemo potvrditi« (Kuhn, 2002: 29). Prvobitna razilaženja oko temeljnih pretpostavki određenog područja ipak brzo nestaju u značajnoj mjeri, a onda i potpuno. Nestanak razilaženja nastaje kao učinak prihvaćanja teorije jedne od pretparadigmatskih škola, one koja uspije »nametnuti« svoja specifična uvjerenja i prijedlog rješenja. Nova, općeprihvaćena teorija pri tome naglašava samo jedan dio preglomazne početne zalihe prikupljenih informacija. Takva teorija izgleda bolje od ostalih teorija suprotstavljenih škola iako ne objašnjava sve činjenice s kojima se suočava. Uspješnoj sintezi nekog područja istraživanja pristupaju brojni preobraćeni članovi »poraženih« škola, kao i istraživači nove generacije, a starije škole počinju iščezavati. Pripadnici starijih škola koji ne

pristanu uz novu, općeprihvaćenu teoriju, više nemaju utjecaja na rad novoformirane skupine i mogu samo napustiti staru profesiju (odnosno biti izbačeni iz nje ili ignorirani) ili postaju izolirani. Prihvaćanjem prve paradigme ostvaruju se uvjeti za oblikovanje neke znanstvene discipline. Prvo prihvaćanje nove paradigme obično je vezano uz osnivanje specijaliziranih časopisa, formiranje profesionalnih društava i polaganje prava na određena mjesta u nastavnim programima. Kuhn smatra kako je slučaj razvoja institucionalizirane znanstvene specijalizacije star najmanje stoljeće i pol, te da je danas specijalizacija postala stvar prestiža sama po sebi. Prihvaćanje novo-uspostavljene paradigme znači veliko rasterećenje za istraživače koji ne moraju izgrađivati iz temelja svoje područje niti opravdavati svaki novo uvedeni pojam, nego se mogu posvetiti finijoj strukturi istraživane materije. Upravo zbog toga ovaj tip stjecanja znanja koji omogućava akumulaciju znanja može potaknuti pravu revoluciju znanosti-i zaista je tako-znanost se upravo u spomenutom razdoblju počinje razvijati neslućenom brzinom. Prijelaz iz jedne u drugu strategiju znanstvenog djelovanja usporediv je s prelaskom iz biološke u kulturnu evoluciju ljudske vrste. Kulturna evolucija i znanstvena paradigma, svaka na svoj način, usmjeravaju napore cijele skupine u jedinstvenu rezultantu koja omogućava koncentriranu akumulaciju znanja.

Uspostavom paradigme unutar Kuhnovog modela nastaje faza normalne znanosti, koju Kuhn u prijašnjim djelima naziva i razdobljem konsenzusa. Hoyningen-Huene u knjizi *Reconstructing Scientific Revolutions* piše kako nije posve jasno što je točno objekt univerzalnog konsenzusa niti u kojem je smislu takav konsenzus proizveden. Moglo bi se reći kako je konsenzus vodič ili uputa za rješavanje konkretnih problema znanstvene djelatnosti, kao i da uspjeh konsenzusa u rješavanju konkretnih problema učvršćuje njegov položaj. Potvrdu stava po kojem je sposobnost rješavanja konkretnih problema najvažniji čimbenik izgradnje konsenzusa nalazi u sljedećim argumentima:

Ispitivanje istraživačke tradicije s obzirom na konsenzusne momente pokazuje općenitu neproblematičnost pronalazanja biti rješenja konkretnog znanstvenog problema.

Rješenja konkretnih problema služe za fiksiranje značenja pojmova kojima se koriste jer se sadržaj znanstvenih pojmova, zakona i teorija uči zajedno s primjerima rješavanja problema. Neizravna potvrda vladajućem statusu rješenja konkretnih problema nad pravilima je u činjenici da se intenzitet rasprave o pravilima povećava u situaciji osciliranja ili slabljenja konsenzusa o rješenjima konkretnih znanstvenih problema. Većina znanosti može biti bolje objašnjena upućivanjem na rješenja konkretnih problema nego na pravila (Hoyningen-Huene, 1993: 137-139).

Uvidjevši barem djelomično značenje i obilježja institucije konsenzusa, može se prići i pokušaju zahvaćanja pojma paradigme. Smisao pojma paradigme nikako nije jednostavan, Margaret Masterman (1970) navodi kako je izučavajući Kuhnov rad izračunala kako on koristi pojam paradigme u najmanje dvadeset i dva različita smisla. Početna točka ispitivanja shvaća pojam paradigme kao općeprihvaćen obrazac rješavanja problema, a zatim i kao uputu za rješavanje problema i model znanstvene prakse. Kuhn tvrdnjom: »Paradigma je ono što članovi jedne znanstvene zajednice dijele i, obrnuto, znanstvena se zajednica sastoji od ljudi koji dijele jednu paradigmu« (Kuhn, 2002: 185) tek opisno pripisuje paradigmu u vlasništvo neke skupine specijalista kojom se oni služe za usuglašavanje prosudbi oko profesionalnih pitanja.

Nezadovoljan svojim originalnim tumačenjem Kuhn je pokušao zamijeniti pojam paradigme pojmom *disciplinarne matrice* – pri čemu se *disciplinarnost* trebala odnositi na dijeljenje iste discipline od strane profesionalne skupine, a *matrica* na složenost uređenih elemenata različitog tipa sa zahtjevom za daljnjom pojedinačnom specifikacijom. Napuštanje pojma paradigme bilo je ipak kratkotrajno, jer je Kuhn koristio pojam disciplinarne ma-

trice samo tijekom 1969. Izgleda da je znanstveni napredak normalne znanosti očit i nedvosmislen unatoč zatvorenosti znanstvene zajednice, naravno, ako postoji konsenzus oko premisa koje dopuštaju tvrdnju da napredak zaista postoji. Međutim, akoprilikom promatranja, teorijskih ili eksperimentalnih zahvata unutar normalne znanosti dođe do iznenađujućih nalaza s obzirom na paradigmom propisana očekivanja, ili su ti nalazi čak kontradiktorni propisanom, tada se mora konstatirati postojanje anomalije. Anomalija po svojoj definiciji znači odstupanje od pravilnosti, u ovom slučaju pravilnosti propisane paradigmom, tako da je pojava anomalije moguća samo tamo gdje postoji neka pravilnost ili očekivanje. Anomalije koje izazivaju krizu u funkcioniranju normalne znanosti nazivaju se ozbiljne ili značajne anomalije. Kuhn nije definirao univerzalno primjenjive kriterije za prepoznavanje značajnih anomalija (za razliku od običnih), nego je tek naveo neke od čimbenika prepoznavanja:

(1) značajna anomalija je ona koja odmah dovodi u pitanje prihvaćenu simboličku generalizaciju – to se najčešće prepoznaje po kvantitativnom razilaženju između teorijskih predviđanja i eksperimentalnih ili opservacijskih nalaza, (2) anomalija ispočetka prepoznata kao neznčajna može tijekom razvoja na drugom mjestu u okviru normalne znanosti ukazati na probleme vladajućih pravilnosti, (3) anomalija može postati značajna ako se njezino rješavanje tijekom dužeg razdoblja opire čak i najboljim stručnjacima tog područja, (4) anomalija koja se ponavlja u različitim pokusima ili različite anomalije kojima se može naći isti korijen.

Pojava značajnih anomalija dovodi do kriznih stanja i potkopava same temelje neke, do tada opće prihvaćene teorije. Pojava značajnih anomalija širi sumnju u postojeću paradigmu pa se nužno zahtijeva otvaranje rasprave o prijašnjim pravilnostima i vladajućim teorijama pretpostavljenima od normalne znanosti. Takvu znanost u stanju krize nazivamo »neuobičajena znanost«. Neuobičajena znanost želi mijenjati postojeće pravilnosti rastva-

rajući anomalističke uzročnike krize uz istovremenu težnju očuvanja prethodno dostignutih rješenja problema koliko god je to moguće. Simptomi neuobičajene znanosti su: nezadovoljstvo sposobnošću prijašnje vladajuće teorije u rješavanju problema, stalna upotreba starih pravilnosti za rješavanje problema s dopunskim i modificiranim formama, eksperimentiranje sa situacijama bez precizno očekivanog rezultata i prepoznavanje temelja prethodne istraživačke prakse pomoću filozofske analize.

Krizno stanje normalne znanosti uzrokovano pojavom značajnih anomalija može biti razriješeno na više načina. Anomalija može nestati unutar granica do tada vladajućih pravilnosti, anomalija se može priznati i ignorirati ako ne ometa rad na problemima izvan nekog uskog područja ili se teorija uzročnik krize prakse normalne znanosti zamjenjuje novom teorijom. Ovaj posljednji način razrješenja anomalijom uzrokovane krize opisuje revoluciju u znanosti.

Razvoj znanosti revolucijom destruktivan je po istraživački model normalne znanosti. Nasuprot djelovanju normalne znanosti revolucionarno znanje nije kumulativno jer staro znanje koje konstituiralo znanstvenu sliku pojavnog svijeta postaje manje važno, ograničeno na dio prirode ili uklopljeno u novu teoriju kao aproksimacija. Napredak revolucionarnog znanja tako je destruktivno-konstruktivan i nije kumulativan. Nova teorija mora biti sposobna riješiti velik dio problema o kojima je govorila stara teorija i izaći na kraj s anomalijama koje su dovele do kriznog stanja. Razlozi prihvatanja nove teorije nisu samo logičke prirode, jer ni same teorije koje su u pitanju najčešće nisu logički usklađive, štoviše, često su neusporedive, nesumjerljive i nespojive. Nesumjerljivost (*incommensurability*) između teorija starije i novije paradigme koje nemaju zajedničku mjeru, implicira da se ne mogu uspoređivati svođenjem na neko njima zajedničko mjerilo. Paradigme su pojmovno, opažajno i metodološki nesumjerljive: jezik kojim opisuju prirodu ne može se (jednostavno) prevesti,

iako se gleda isti fenomen (na primjer kretanje Sunca po nebu), pripadnici paradigmi vide drugačije stvari, postavljaju se različiti kriteriji uspjeha, različita pitanja, a onda i odgovori.

Takvi relativno iznenadni i nestrukturirani događaji izmjene paradigmi ili gledanja na svijet nazivaju se *Gestalt* prebacivanjima. U kasnijim radovima Kuhn ponešto modificira svoj stav tvrdnjom o vremenskoj rastegnutosti procesa znanstvene revolucije (Hoyningen-Huene, 1993). U početnoj fazi nova je teorija inferiorna staroj pa se odluka o izboru nove teorije donosi na osnovi vjere kako će nova paradigma uspješnije rješavati probleme. Nova teorija također treba veći dio problema riješenih starom teorijom rješavati s većom ili barem podjednakom točnošću. Pojave koje su za staru teoriju predstavljale nešto neočekivano, za novu teoriju moraju biti u području predvidivog.

Univerzalni fazni model razvoja znanosti vidi razvoj znanosti kroz inicijalnu fazu prednormalne znanosti, a zatim kroz smjenjivanje razdoblja normalne znanosti i revolucionarnih događaja. Inicijalnu fazu prednormalne znanosti određuju prvotne zajednice ili škole koje zbog ne nasljeđivanja znanja iz svog područja interesa nužno moraju same izgrađivati takvo znanje iz samih temelja. Ovu fazu razvoja znanosti karakteriziraju stalni međusobni sukobi između škola oko pitanja primjenjivosti fundamentalnih pojmova, prikladnosti fundamentalnih pitanja i legitimnosti istraživačkih metoda. Sljedeću fazu, normalne znanosti, najbolje predstavlja pojam paradigme – onog općeprihvaćenog modela ili obrasca čije svojevrsno dotjerivanje angažira većinu znanstvenika tijekom njihovog cijelog radnog vijeka. Unatoč opiranju teorijskim i činjeničnim novostima, normalna znanost ipak stalno širi obujam i preciznost znanstvenog znanja. Izbor nove paradigme ne provodi se logičkim nego čimbenicima sociološke i psihološke prirode. Osjećaj o prestanku apstraktnog funkcioniranja postojeće paradigme u ispitivanju aspekata prirode prema kojem je ta ista paradigma pokazivala put te odbacivanje starije paradigme

bez unutrašnjih razloga koji potiču iz logičke strukture znanstvenog znanja, kao i vjera u to da će nova paradigma bolje objašnjavati zadane pojave od stare paradigme (iako se nova paradigma uopće ne mora baviti pojavama kojima se bavila stara paradigma, ili ne na istoj razini) nije racionalno djelovanje. Ovdje je objašnjavajuća moć teorije prihvaćena kao psihološka kategorija, a ne ona koja bi poslužila kao kriterij prihvaćanja. Ispostavlja se onda kako je i sama znanost tek djelomično racionalna djelatnost, u fazi normalne znanosti.

9.2 Lakatos i Laudan: istraživački program i istraživačka tradicija

Kuhnova struktura znanstvenih revolucija upućuje na određenu vrstu diskontinuiteta u razvoju znanosti – revolucionarnu promjenu paradigmi kojoj zbog nesumjerljivosti njihovih teorija (*incommensurable*), na primjer Newtonove i Einsteinove teorija gibanja, manjka zajedničke ‘mjere’ što uključuje neprevodivost pojmova i logike dvaju područja. Nesumjerljive teorije nije moguće usporediti, povezati ili raspravljati njihove sadržaje jer su u drugačijem odnosu s fenomenima koje objašnjavaju. S druge strane, što se može činiti oprečno njegovoj prijašnjoj tvrdnji o nesumjerljivosti, Kuhn je tvrdio kontinuitet u znanosti zbog kojeg znanstvenici ne napuštaju znanstvene teorije unatoč anomalijama s kojima se one suočavaju pa čak i dokazima koji ih osporavaju. No, mađarski filozof Imre Lakatos (1922. - 1974.) smatrao je da osporavanje ne znači odbacivanje teorija. On je kao vrstu kritike Popperovog rada, i referirajući se na njegovo djelo *Nagađanja i opovrgavanja*, u nizu od četiri članka *Dokazi i opovrgavanja* (*Proofs and Refutations*) potvrdio Popperovu ideju o razvoju matematike slično njegovom modelu razvoja znanosti, ali i više od toga. Za njega je razvoj matematike sličniji razvoju ljudske misli općenito, slično Hegelovom dijalektičkom obrascu teze, antiteze i sinteze. Druga, puno ozbiljnija kritika Popperove ideje

znanstvenog napretka, metodologije i demarkacijskog kriterija između znanosti i neznanosti te Kuhnovog dogmatskog falsifikacionizma i njegovih revolucionarnih smjena znanstvenih teorija, Lakatoseva je postavka ‘Metodologije znanstvenih istraživačkih programa’ (*Methodology of Scientific Research Programmes*). Lakatos je smatrao da je Popperovo i Kuhnovo naglašavanje iracionalnosti i neznanstvenosti u postupku znanstvenog otkrića i smjeni znanstvenih teorija pretjerano, iako ima neke osnove za takvo razumijevanje ‘života’ znanstvenih teorija zbog čega Lakatos ostavlja preoblikovano načelo falsifikacije u svojoj metodologiji znanstvenog istraživačkog programa. Dogmatski falsifikacionizam koji je Popper zagovarao barem u nekom dijelu svoga djela, smatra da su sve znanstvene teorije pogrešive i podjednako nedokazive. Kasnije se pojavila ideja metodološkog falsifikacionizma za koju empirijski pokusi imaju moć osporavanja novijih teorija, ali ne i snagu za rušenje starijih dobro etabliranih teorija. Znanstveni istraživački proces sličan je Kuhnovom pojmu paradigme, s time da kod Lakatosa neko područje ili polje istraživanja može sadržavati više istraživačkih programa.

Umjesto pojedinačne osporene teorije koju bi trebalo odbaciti čim je se opovrgne, imamo slijed opovrgnutih teorija koje obilježava zajednička tvrda jezgra (*hard core*) središnjih teza koje se čine neopovrgljivim – ili barem otpornim na opovrgavanje iz metodoloških razloga. Ovaj slijed teorija čini *istraživački program* (Musgrave and Pigden, 2021).

Slijed teorija iz istog korijena upućuje na povijesnost znanosti i evolucijsko ‘napredovanje’ iako se u tom slijedu ili usporednom natjecanju teorija mogu, kao i kod Kuhna, pojaviti anomalije koje ukazuju na empirijsku slabost jedne teorije ili njihovog slijeda. Zato Lakatos uvodi pojam tvrde ili čvrste jezgre koji označava ključni, temeljni neopovrgljivi dio teorije ili slijeda teorija, kao što je na primjer slijed usavršavanih teorija evolucije (klasična etapa,

genetska etapa, sinteza i poslijesintetski razvoj) koje se značajno razlikuju svojim sadržajem, ali dijele zajedničku nepromjenjivu jezgru unatoč opsežnim promjenama. Tvrdi jezgra istraživačkog programa je aspekt njegove negativne heuristike, koji nije metodološki osporiv. U slučaju teorije evolucije to je mehanizam slučajnih genskih mutacija i neslučajnog prirodnog odabira koji je ključna pretpostavka teorije evolucije. Bez ovog sadržaja, ova teorija ne bi bila više teorija evolucije, nego bi bila opovrgnuta i odbačena. Teze sadržane u tvrdoj jezgri nemaju empirijske posljedice pa je potrebno uvođenje pomoćnih hipoteza (*auxiliary hypotheses*), često su to *ad hoc* hipoteze uz pomoću kojih je moguće odrediti uvjete potrebne za empirijske posljedice kojima se mogu konkretno predvidjeti proučavani fenomeni. Pojava poteškoća ne znači nužnost odbacivanja teorije iz slijeda teorija ili istraživačkog programa u slučaju pojave neke anomalije ili druge empirijske poteškoće. Umjesto toga, znanstvenici radije modificiraju taj dio programa kako bi riješili problem ili poteškoću. To da bi neki dobar protudokaz, neki krucijalni eksperiment mogao biti kriterij prihvaćanja ili odbacivanja neke teorije, samo je idealistička pretpostavka koja se u stvarnosti rijetko događa. Naime, predviđanja neke teorije mogu biti u neskladu s višestruko ponovljenom empirijskom provjerom zbog promjenjivih vanjskih okolnosti, a predviđanja teško mogu ići izvan nepromijenjenih vanjskih okolnosti, uvjeta *ceteris paribus* gdje nema promjenjivih faktora. U promjenjivim uvjetima teško je izabrati jedan od brojnih promjenjivih faktora kao ključan element nad kojim se može provesti potpuna kontrola promovirajući ga za odlučujući, krucijalni eksperiment koji može označiti propast ili opstanak neke teorije. Uočavanje nesklada neke teorije s empirijskim nalazima ne mora značiti njezino odbacivanje. Dobar primjer može se naći u slučaju teorije evolucije koja je tvrdila da se živi oblici razvijaju sporim i stupnjevitim preoblikovanjem i umnažanjem živih vrsta tijekom vrlo dugih geoloških razdoblja. Međutim, kada su

Eldredge i Gould 1974. teorijom ili modelom ‘isprekidane ili točkaste ravnoteže’ (*punctuated equilibrium*) utvrdili da geološki i fosilni nalazi upućuju na drugačiji evolucijski tok koji se sastojao od dugotrajnih razdoblja nepromjenjivosti, i zatim vrlo brzih promjena popraćenih opet dugim razdobljima nepromjenjivosti, suvremena sinteza evolucije nije odbacila standardno viđenje niti mehanizam evolucijskih promjena. Umjesto odbacivanja tvrde jezgre, uvedene su pomoćne hipoteze koje se koriste za primjenu tvrde jezgre na konkretne fenomene. Te manje važne ideje u ovom slučaju su utvrdile da postoji više evolucijskih brzina koje dopuštaju tako brze specijacijske događaje i reaktivirale stare tvrdnje o nedostatnosti fosilnih i geoloških podataka. Ti podatci su tako manjkavi da je očekivano pronaći slojeve s nalazima koje su Eldredge i Gould interpretirali kao empirijske podatke koji nisu u skladu sa standardnim tumačenjem teorije evolucije. Na ovaj način pomoćne hipoteze spasile su tvrdnu jezgru teorije evolucije čineći njezin zaštitni pojas (*protective belt*) koji je spriječio propast teorije evolucije odnosno istraživačkog programa. Smisao zaštitnog pojasa je sačuvati ne samo teoriju nego i znanstvenike suočene s nizom anomalija koje se mogu pojaviti, zaštitni pojas je pozitivna heuristika, pozitivan put pronalaska rješenja ili dolaska do otkrića. Ovdje opisan slučaj govori o promjeni unutar istraživačkog programa prema kojoj je prihvatljivo barem privremeno zaštititi istraživački program koji ima slabe točke jer će se on možda oporaviti i steći sposobnost uspješnih predikcija. Uvjeti prihvatljive zaštite istraživačkog programa su sljedeći:

Prvo pravilo je da se promjene moraju dogoditi samo unutar zaštitnog pojasa, nikada u tvrdoj jezgri. Drugo pravilo je da promjene zaštitnog pojasa moraju biti progresivne... progresivni istraživački program stalno proširuje svoju primjenu na sve veći i veći skup slučajeva, ili teži prema sve preciznijoj obradi slučajeva koje se trenutačno pokrivaju ovim programom. Progresivni istraživački program je onaj

koji uspješno povećava svoju prediktivnu snagu (Godfrey-Smith, 2003: 105).

Zaštitni pojas pomoćnih hipoteza također označava neki oblik i određeni stupanj relativne autonomije teorijskih znanosti od falsifikacionističkih pritisaka. Za Lakatosa provjera teorija ne znači tek utvrđivanje sklada ili nesklada neke teorije (hipoteze) s eksperimentom, što završava njezinim prihvatanjem ili odbacivanjem – prije će biti da se provjerava usklađenost rezultata nekog pokusa s predikcijama jedne ili više konkurentskih teorija. Falsifikacionizam koji se pretjerano oslanja na kriterij demarkacije između znanosti i metafizike te znanosti i neznanosti (u Popperovoj i Kuhnovoj inačici) i pravila odbacivanja teorija, prihvaćao je kao legitimnu svaku znanstvenu teoriju koju se moglo interpretirati kao opazajnu ili empirijski neusklađenu s promatranjem i pokusom – i gdje je neka teorija ili hipoteza mogla biti konačno osporena temeljem samo jednog slučaja koji bi je osporio. Ovo gledište naziva se naivnim falsifikacionizmom, no za većinu to nije predstavljalo realnost. Umjesto ovog apsolutističkog pristupa pojavljuje se sofisticiran oblik falsifikacionizma koji vidi znanost kao djelovanje ili izbor između teorija koje žele različito objasniti isti fenomen, smatrajući da je znanstvena teorija ona koja činjenicama može potkrijepiti veći empirijski sadržaj od svojih prethodnika ili konkurenata. Dok je za naivni falsifikacionizam teorija postajala neispravna čim se pojavi samo jedan opazajno-empirijski protudokaz, sofisticirani falsifikacionizam pripisivao je nevaljanost neke teorije tek kada bi se pojavila teorija ili hipoteza koja bi imala veći empirijski sadržaj. Vraćajući se na ideju naivnog falsifikacionizma koji odbacuje neku teoriju čim se pokaže postojanje nekog, barem i samo jednog protudokaza, čini se da ipak teorija odnosno hipoteza ne može biti odbačena na temelju opažanja i/ili pokusa koji je osporavaju, to jednostavno nije dovoljno za odbacivanje – odbacivanje se ne može dogoditi sve dok se ne pojavi neka druga hipoteza ili teorija koja nudi veći

empirijski sadržaj od prethodne koju se tek onda može (ali još uvijek ne mora) odbaciti.

Lakatos je pretpostavljao prihvatljivost novih teorija u slučaju (1) postojanja teorija ili hipoteza koje imaju više empirijskog sadržaja u odnosu na druge teorije ili hipoteze i (2) kada je nešto od tog viška empirijskog sadržaja verificirano (Lakatos, 1970). Za njega je osporavanje teorija moglo malo u pozitivnom smislu pridonijeti napretku znanosti, a »verifikacija više sudjeluje u dodiru sa zbiljom« (Lakatos, 1970: 137). Za Lakatosa njegov koncept istraživačkog programa, za razliku od Popperovog i Kuhnovog uključivanja izvan-logičkih ili neracionalnih čimbenika u prihvaćanje znanstvenosti teorije ili izbor između dviju teorija, ima objektivan kriterij: »Istraživački program dobiva pozitivnu ocjenu samo onoliko dugo dok pokazuje moć anticipacije i usklađivanja s dodatnim podacima. Međutim, ovaj objektivan kriterij mora biti primijenjen u određeno vrijeme« (Losee, 2010: 205). U osnovi metodološki istraživački program označava napredak uzimajući u obzir porast istinitog sadržaja znanstvenih teorija koje ga sačinjavaju.

Oslanjajući se na Kuhnovu koncepciju paradigme, koju je dijelom prihvaćao, a osporavao u dijelu opisa znanosti kao pukog sociološkog proizvoda (što nije točno niti je to Kuhn tvrdio) i Lakatosevu koncepciju metodologije istraživačkog programa, koju je i osporavao smatrajući da se tvrda jezgra teorija također može mijenjati, filozof Larry Laudan (1941. - 2022.) uvodi pojam istraživačke tradicije ili jedinice racionalne analize. Istraživačka tradicija jedan je veliki skup bliskih ili 'familijarnih' teorija sa zajedničkom ontologijom i metodologijom, iako se tijekom razvoja tvrda jezgra istraživačke tradicije može mijenjati tako da ostaje neki dio poveznice među teorijama koje se unutar tradicije mijenjaju. Neka od obilježja istraživačke tradicije ili jedinice racionalne analize su:

- (a) Svaka istraživačka tradicija koristi brojne specifične teorije za svoje djelomično ustanovljenje i kao pokazne primjere.

Takve specifične teorije mogu biti usporedne ili nasljednice prijašnjih teorija.

- (b) Svojstva istraživačke tradicije zahtijevaju metafizičko i metodološko obvezivanje cjeline tradicije razdvajajući je tako od drugih istraživačkih tradicija.
- (c) Istraživačka tradicija suprotno nekoj specifičnoj teoriji prolazi kroz različite detaljne i često kontradiktorne formulacije uz dugu povijest širenja kroz značajno dugo vremensko razdoblje (Laudan, 1977: 78-79).

Istraživačka tradicija okupljajući pod sobom niz specifičnih teorija određuje dopuštenu ontologiju i metodološka pravila, ona je skup općih pretpostavki o entitetima i procesima nekog zadanog područja i prikladnoj metodologiji koju bi trebalo koristiti u istraživanju tog područja – za konstrukciju teorija i za eksperimente kojima bi se te teorije trebale provjeravati. U ovom smislu istraživačka tradicija je velika metateorija koja na apstraktnoj razini pretpostavlja narav svijeta i metode njegovog proučavanja, što bi trebala biti uputa u rješavanju konkretnih znanstvenih problema: konstruiranja teorija, predikcije budućih događaja, provedbe pokusa i najvažnije – rješavanja odgovarajućih pojmovnih i empirijskih problema. Također, on razlikuje (1) potragu za teorijama od (2) prihvatanja teorija, pri čemu je uvijek racionalno tražiti istraživačku tradiciju koja ima veći stupanj uspjeha u rješavanju problema. Istraživačka tradicija, za razliku od Kuhnove paradigme i Lakatosevog istraživačkog programa, određuje ontologiju ili metodologiju na nedogmatski način što znači da su tijekom vremena moguće modifikacije podređenih teorija koje se pojavljuju, mijenjaju i propadaju unutar iste istraživačke tradicije. Promjene istraživačke tradicije i s njom povezanih općih nazora na svijet (*worldview*) rijetki su događaji koji ne nastaju sasvim iznenađeno, nego uz već djelomično pripremljenu skepsu i očekivanje promjene:

Dobro je poznato da je *Zeitgeist* (duh vremena neke povijesne epohe, nap. a.) kasnog 17. st. U Engleskoj pridonijeo ubrzanju zamjene starije mehanističke filozofije novijom Newtonovom znanošću, baš zato što je Newtonova istraživačka tradicija mogla biti lakše opravdana unutar mehanističkog pojmovnog okvira nego Descartesova. Nešto novijeg datuma, pojavljivanje “nove” kvantne mehanike u kasnim 1920-im pronašlo je brzu i spremnu recepciju među mnogim intelektualcima koji su već bili uvjereni da su uobičajene kategorije klasične mehanike bile nevjerodostojne (Laudan, 1977: 103).

Nespojivost općih nazora istraživačke tradicije s novim teorijama nije nerješiv problem, moguće su modifikacije specifičnih teorija kao i svojevrсна integracija ili sinteza zbog naslanjanja jedne istraživačke tradicije na drugu. Za razliku od Kuhna čiji model napretka znanosti ne dopušta istovremenost dviju paradigmi, Laudan dopušta istovremenost istraživačkih tradicija: znanstvena revolucija nije rušenje starije i uspostava novije paradigme nego označava prihvaćanje do tada nepriznate istraživačke tradicije kao legitimnog konkurenta vladajućoj istraživačkoj paradigmi. Kriterij racionalnog izbora između dvije konkurentske istraživačke tradicije kod Laudana se temelji na dosljednom pristupu i napretku u rješavanju problema, bez oslanjanja na odnos ispitivane istraživačke tradicije prema istini, stupnju vjerojatnosti, potvrđivanju ili osporavanju njezinih specifičnih teorija. Racionalna i objektivna usporedba suprotstavljenih znanstvenih teorija i istraživačkih tradicija moguća je tako da se provjeri i uspoređi njihova učinkovitost i napredak u rješavanju problema područja za koje se tvrdi da imaju nadležnost. Za Laudana teorija znanstvenog napretka vidi tek stupnjevit, ali ne supstancijalnu razliku između znanstvenih i neznastvenih problema, uz tvrdnju da su propali svi dotadašnji pokušaji koji su trebali pokazati da je znanstvena metoda učinkovit instrument za proizvodnju istine,

visoke vjerojatnosti ili bliskog približavanja istini (Laudan, 1977: 223). Zato Laudan pobija tumačenje da je znanstvena metodologija ‘stroj za istinu’ i otvara dilemu je li znanstvena metodologija i znanost – iako racionalna djelatnost – najbolji dostupan alat za rješavanje problema.

9.3 Metodološki anarhizam i slučaj Sokal

Sumnja u znanost i znanstvenu metodologiju kao najbolji instrument ne samo za spoznaju nego i za rješavanje problema vjerojatno ima svoj vrhunac u epistemološkom anarhizmu Paula Feyerabenda (1924. - 1994.) objavljenom u knjizi *Protiv metode* (*Against Method*) 1975. god. Uvod njegove knjige programski postavlja glavnu ideju njegovog djela: »U svojoj biti znanost je anarhistički pothvat: teorijski anarhizam puno je ljudskiji i vjerojatnije će potaknuti napredak nego njegova alternativa zakona i reda« (Feyerabend, 1988: 9), a u drugom poglavlju aforistički dopunjuje svoj program načelom »sve prolazi« (Feyerabend, 1988: 14). Skica glavnog argumenta u 20 točaka prije samog uvoda njegove knjige sažeti je prikaz njegove filozofije znanosti. Feyerabend je svakako bio najkontroverznija figura u raspravama o napretku znanosti: poznavao je sve ključne mislioce uključene u ovu raspravu, kao dobrovoljac časničke škole njemačkog Wer-machta bio je u Vukovaru 1943. god., na istočnom frontu zaradio je Željezni križ, ranjen je u Poljskoj 1945. god., a rukopis njegove knjige (Feyerabend ga je radije nazivao kolažom) *Protiv metode* koji je trebao biti pisan u dva dijela zajedno s Lakatošem nestao je (ukraden?) i nakon Lakatoseve prijave Interpol ga je pronašao. Epistemološki anarhizam je ideja koja pretpostavlja znanstveno djelovanje kao proces u kojem nema vladajućeg sustava – nema sustavaa uopće – niti drugih ograničenja u potrazi za otkrićima. Prema ovoj ideji znanstvenici u kreativnoj potrazi koriste svaku dostupnu metodološku tehniku i raspoložive pojmove. Svako pojmovno i metodološko normiranje umanjuje kreativno djelovanje

i guši znanstvenu spoznaju, a znanost je za njega »aspekt ljudske kreativnosti« (Godfrey-Smith, 2003: 111). Upućivanje na slabost metodološkog normiranja nije išlo u prilog nekakvog metodološkog pluralizma nego u negiranje bilo kakve znanstvene metodologije: ona je beskorisna, suvišna, čak i štetna i zato treba odustati od potrage za pravilima koja bi vodila znanost. Negiranje metode nije bilo negiranje same znanosti, nego samo one (loše) vrste znanosti koja je sprječavala slobodu i kreativnost znanstvenika, one znanosti koja je znanstvenike 'porobila' strogo određenom metodologijom naučenom unutar njihove obavezne obuke. Za Feyerabenda pravila postoje zato da bi ih prekršili, dapače, to je jedini put koji može voditi novim idejama i nastanku novih teorija. U skladu s tim predložio je dva načela: (1) načelo upornosti koje upućuje na ustrajnost kod privlačnih teorija čak i kada postoje početne značajne poteškoće, i (2) načelo proliferacije koje upućuje na predlaganje novih ideja i teorija, promatrajući iz novih perspektiva izvanjskih postojećim aspektima promatranja. Manjak ideje preobilja novih i kreativnih ideja koje bi trebao uvesti u razmatranje nije bio popraćen nekom vrstom kriterija odabira: je li to maštovitost i kreativnost novih teorija ili njihova sposobnost rješavanja praktičnih problema – nije ponuđen nikakav kriterij jer bi samo očekivanje kriterija unutar anarhističkog pristupa bilo nezamislivo. Upućivanje na poželjnost uvođenja brojnih alternativnih inovativnih rješenja, od kojih bi neko moglo biti ono pravo, nije bilo popraćeno također nužnim mehanizmom uklanjanja nekih od tih rješenja – nije moguće da su sve predložene alternative podjednako dobre.

Feyerabend je u knjizi *Protiv metode* iznio brojne slučajeve iz povijesti znanosti, najviše se baveći Galileijem, koji su trebali ići u prilog njegovoj anarhističkoj epistemologiji. Galilei je uzet za primjer tvorca inovativne teorije, Kuhn bi rekao znanstvene revolucije koja je dokrajčila jednu paradigmu, koji je uputio na slabost racionalističke i empirističke metodologije i njihovih ar-

gumenata. Umjesto toga pokazuje se da korištenje osobne imaginacije, subjektivnosti i odgovarajućih društvenih okolnosti može biti ključno za veliko znanstveno dostignuće. Kako je navedeno u podpoglavlju 3.1 i 3.2, Galilei je ispočetka smatrao Kopernikov heliocentrični sustav logičkim i instrumentalnim modelom i to nije nikomu smetalo, no poslije je tvrdio da je riječ o fizikalnom ili stvarnom modelu koji oslikava kretanje nebeskih tijela upravo onako kako se to zaista događa – Zemlja se vrti oko Sunca. Ova tvrdnja nije bila u skladu s vrlo očitim svakodnevnim i vrlo lako opažljivim kretanjem odnosno mirovanjem Zemlje, a empirijski dokazi također su išli u prilog ovom opažanju. Galileijev pokus ispuštanja predmeta s visoke kule pokazao je suprotno pretpostavci da se Zemlja kreće i da je toranj morao zajedno s njom prijeći određeni put prije nego što je predmet pao na Zemlju, da predmet pada na mjestu ispuštanja i tako empirijski podupire tvrdnju o stacionarnoj Zemlji. Za Feyerabenda ovakav jasan opažajni i empirijski dokaz mirovanja Zemlje proizlazi iz empirističke metodologije zbog čega Galileijevi suvremenici nisu mogli prihvatiti njegove, za tadašnje razumijevanje načela znanosti, neutemeljene stavove. Feyerabend je iznio Galileijevu obranu Kopernika želeći pokazati da se ovaj oslonio na »razum kao vodič odlučno ustrajavši u afirmaciji onoga što se činilo kontradiktornim osjetilnom opažanju« (Feyerabend, 1988: 79). Galilei je razvio novu vrstu opisa opažajnog svijeta na takav način da je Koperikova hipoteza mogla biti usklađena s tim opisom, uvodeći novo tumačenje kontradiktorno tako jasnom iskustvu mirovanja Zemlje. Novo tumačenje je tvrdilo da je naše svakodnevno opažajno iskustvo previdjelo mogućnost istovremenog kružnog kretanja tornja i predmeta koji pada s njega, a da je opažajno iskustvo nemoćno u razlikovanju njihovog istovremenog kretanja. Galilei ovdje nije ponudio nove empirijske činjenice koje bi poduprle ideju Zemlje koja se kreće niti je uveo nova ili bolja opažanja koja bi osporila geocentričnu teoriju. Uvođenje teleskopa može se smatrati

uvođenjem novih i boljih osjetilnih opažanja, iz čega proizlazi da proučavanje teleskopom ima prednost nad opažanjem golim okom zbog teorijskih razloga. Međutim, Galileijeva prepiska sa suvremenicima upućuje na to da je njegovo razumijevanje teorije loma svjetlosti bilo netočno i nedovoljno za takve tvrdnje:

Galilei je konstrukciju teleskopa s unaprijed zadanim povećanjem smatrao tegobnom pa je za njega Keplerova *Optika* iz 1611. god. ‘opskurna i da je možda ni njezin autor nije razumio’ ... što se njega tiče (Galileija, nap. a.) narav svjetlosti još je uvijek nepoznata ... mora se priznati da je Galileijevo poznavanje optike bilo daleko inferiornije od Keplerovog (Feyerabend, 1988: 82-83).

Galilei nije usavršio teleskop na osnovi nekakvog matematičko-teorijskog razumijevanja niti promišljanja, teleskop je usavršen nakon brojnih empirijskih pokušaja kojima se usavršavalo gledanje na daljinu na zemlji i moru, a poslije se koristio za proučavanje nebeskih tijela. Galileijevo empirijsko utemeljenje u usavršavanju teleskopa i njegova modifikacija za gledanje nebeskih tijela za Feyerabenda nije nešto negativno, dapače – za njega je on heroj, time se pokazuje da djelovanje ne mora slijediti postojeća pravila i da takvo stvaralačko djelovanje može stvoriti uspješne ideje o specifičnim fenomenima koji se istražuju.

... ideja o fiksnoj metodi, ili o fiksnoj teoriji racionalnosti, počiva na previše naivnom pogledu na čovjeka i njegovu društvenu okolinu. Onima koji gledaju bogatu građu koju pruža povijesti, a koji je nemaju namjeru osiromašiti kako bi ugodili svojim nižim instinktima, svojoj žudnji za intelektualnom sigurnošću u obliku jasnoće, preciznosti, ‘objektivnosti’, ‘istine’, postat će jasno da postoji samo jedno načelo koje se može braniti *pod* svim okolnostima i u svim fazama ljudskog razvoja. To je načelo: *sve prolazi* (Feyerabend, 1998: 18-19).

Feyerabendova anarhistička epistemologija pomaknula je granice uvođenja socijalnih faktora u znanost na radikalnan način kakav ranije nije bio viđen, on je poricao ulogu bilo kakvih pravilnosti svodeći znanstvenu spoznaju na razinu mitskog, narativnog i umjetničkog djelovanja, bez kriterija izvan umjetničkog, stvaralačkog i inovativnog. Anarhistička epistemologija za mnoge je bila napad na znanost samu, upućenost na njezino razaranje, a jednu od mogućih implikacija razaranja pravila koja vode znanost i znanstveni napredak spektakularno je pokazao tako zvani Sokalov slučaj koji je uputio na besmislenost radikalne postmodernističke kritike znanosti.

Profesor fizike na Sveučilištima u New Yorku i Londonu (New York University, University College London) Alan Sokal objavio je 1996. god. članak »Transgressing the Boundaries: Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity« u br. 46/47 tada popularnog i utjecajnog časopisa *Social Text* (1996: 217-252). Tijekom 1990-ih godina rasplamsala se rasprava o znanosti, tzv. *Science Wars*, na tragu postmodernističkih autora dekonstrukcije ljudskih institucija i kulture, pa tako i znanosti, predvođenih Jacquesom Derrideom i Michelom Foucaultom. Za postmoderniste sve ove institucije gube svoju dotadašnju osnovu i postaju socijalni konstrukti: znanost i znanstvena metodologija, pa i prirodni zakoni (*laws of nature*) postaju ideološki alati društvene i ekonomske prevlasti i/ili uskraćivanja prava. S druge strane, neki su autori poput Grossa i Levitta pokušavali obraniti znanost i znanstvenu metodologiju kao projekt koji se ne da 'dekonstruirati' na takav način.⁴³ Ovi autori, inače ljevičari, napisali su da časopisi u društveno-humanističkom području nemaju pravi recenzentski postupak niti znanstvenu objektivnost nego su spremni objaviti bilo kakav rad napisan iz ljevičarske perspektive, napisan od poznatog ljevičarskog autora. Oni su pokušali, kako su poslije tvrdili, zaštititi

43 Paul R. Gross i Norman Levitt, 1994. *Higher Superstition: The Academic Left and Its Quarrels with Science*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

akademska ljevicu od sebe same, kao i zaštititi znanost od političke zloupotrebe. Sokal, tada također uvjereni ljevičar, proučavao je postmodernističku literaturu o znanosti i shvatio da se u konstruktivističkoj kritici znanosti dovode u pitanje čak i logika i matematika koje, također, ne mogu izbjeći utjecaju društvene konstrukcije, a ideologija, kapitalizam, kolonijalizam, rasizam, seksizam i patrijarhalna tradicija vide se kao (ključni?) oblikujući faktori znanstvene metodologije i prakse, kao i znanstvenih rezultata. Sve ove društvene i ekonomske nejednakosti 'zagadile' su ne samo psihologiju, biologiju i medicinu, nego i tako-zvane *hard science* znanosti, matematiku, fiziku i kemiju. Sokal tako piše:

Postoje mnogi prirodoznanstvenici, a posebno fizičari, koji i dalje odbacuju ideju da discipline koje se bave društvenom i kulturnom kritikom mogu bilo čime pridonijeti, osim možda periferno, njihovim istraživanjima. Još manje prihvaćaju ideju da se sami temelji njihova svjetonazora moraju revidirati ili ponovno izgraditi u svjetlu takve kritike (Sokal, 1996: 217).

Matematika se u postmodernističkoj znanosti, osim kao iracionalna djelatnost, opisuje i kao »... žena koja po prirodi želi biti osvojena ...« (Campbell and Campbell-Wright: 1995, 135), uz zahtjev za demistifikacijom i demokratizacijom 'proizvodnje' znanja (Sokal, 1996: 230) tradicionalne elitističke znanosti. U matematiku je potrebno uvrstiti spoznaje feminizma, queer, multikulturalizma i ekološke kritike (Sokal, 1996: 230), no oslobođenje matematike tek se nazire u naznakama višedimenzionalne i nelinearne logike teorije neizrazitih sustava koje imaju svoje podrijetlo »u opterećenosti krizom kasno kapitalističkih proizvodnih odnosa« (Sokal, 1996: 231). Sokal je objavom članka testirao kritike Grossa i Levitta:

Odlučio sam isprobati skromni (iako doduše nekontroliran) eksperiment: bi li vodeći sjevernoamerički časopis za

studije kulture – čiji urednički kolektiv uključuje velikane kao što su Fredric Jameson i Andrew Ross – objavio članak obilno začinjen besmislicama ako bi (a) zvučao dobro i ako bi to (b) laskalo ideološkim predrasudama urednika? (Sokal, 1996b: 62).

Umjesto izravne kritike Sokal je napisao parodiju, članak slavljenja autora i ideja postmodernizma o matematici i (prirodnoj) znanosti smatrajući da će njihovo prihvatanje njegovih argumenata pokazati intelektualnu bijedu i neutemeljenost, apsurdnost njihovih stavova. Sokal je mjesecima pripremao članak pokušavajući ga napraviti što nejasnijim i maglovitijim, sve uz potkrepu autentičnih citata radova iz fizike i kemije istaknutih postmodernista, ali i pojmovima fizike koje bi već srednjoškolci trebali prepoznati kao besmislene. Sokal je tvrdio da je aksiom jednakosti u matematičkoj teoriji skupova analogan pojmovima u feminističkoj kritici, a da su psihoanalitičke spekulacije Jacquesa Lacana kojima je Freudu pripisan znanstveni pojmovnik, potvrđene znanstvenim radovima u kvantnoj teoriji polja:

Lacan je sumnjao da postoji intimna veza između vanjske strukture fizičkog svijeta i njegove unutarnje psihološke reprezentacije *qua* teorija čvorova: ova je hipoteza nedavno potvrđena Wittenovim izvođenjem invarijanti čvorova (osobito Jonesov polinom [Jones 1985]) iz trodimenzionalne Chern-Simonsove kvantne teorije polja (Witten 1989) (Sokal, 1996: 225).

U kritici znanstvenih teorija, Sokal pripisuje Nielsu Bohru i kopenhagenskoj interpretaciji kvante fizike posmodernističko tumačenje jer se odmiču od pojma objektivne istine, dok se kvantna gravitacija tumači kao »arhetip postmodernističke znanosti« (Sokal, 1996: 227). Neovisno o apsurdnim tezama i općoj besmislenosti njegov je članak bez problema prihvaćen i očito bez recenzije objavljen u znanstvenom časopisu. Sokal je iste godine u

časopisu *Lingua Franca* opisao slučaj obmane »Postoji zbiljski svijet; njegova svojstva nisu puki socijalni konstrukti; činjenice i dokazi su važni« (Sokal, 1996b: 63). Sokalov slučaj, ili obmana, implicirao je brojna pitanja koja nadilaze akademske rasprave i koja do danas nisu u potpunosti razjašnjena. Ipak, može se reći da je upozorio na slabosti skepticizma proizašlog iz negiranja suvremene znanosti, suvremenih znanstvenih spoznaja i znanstvene metodologije kao i da je barem u nekoj mjeri potvrdio neke Kuhnove teze o paradigmi koja u barem jednom svom dijelu nije osjetljiva na objektivnu kritiku.

Sokalov slučaj, također, čini se da je na žalost potvrdio tezu Charlesa Percyja Snowa (Snow, 1961) iz njegovih predavanja (*Rede Lecture*) iz 1959. god. u kojima je pretpostavio bifurkaciju intelektualnog života Zapada na dvije kulture, (prirodnu) znanost i humanizam, koje govore različitim jezicima, ignoriraju se, sprečavajući tako cjelovitu spoznaju svijeta, čovjeka i društva. Nerazumijevanje ovih dviju sastavnica onemogućuje, smatra Snow, rješavanje svjetskih problema i pripreme čovjeka za buduće izazove u njegovom opstanku kao kulturnog bića. Filozofija znanosti može se činiti kao pokušaj spajanja ovih dviju kultura.

10 NATURALIZAM

Naturalizam je pojam koji ima tek okvirno, neprecizno značenje: (1) ontološko (ono što postoji) znači da je sva zbilja sadržana u prirodi čime se isključuje postojanje natprirodnog, i (2) epistemološko-metodološko značenje (kako to ontološko možemo znati) prema kojem se zbilja svijeta proučava znanstvenom metodom. Za naturalizam u prirodi vlada uzročnost i objektivni prirodni zakoni (*laws of nature*) zbog čega je ona u načelu spoznatljiva, priroda je zbilja i cjelina svega postojećeg, nema ničega iza ili izvan nje, nema drugih svjetova ili bića izvan prirode. Filozofija bi trebala koristiti znanstvene rezultate za oblikovanje filozofskih odgovora na svoja pitanja. S druge strane, upotreba filozofskih pojmova, načela i metoda za utemeljenje znanosti unutar naturalizma smatra se nepotrebnim, pogrešnim i nemogućim. Naturalizam je pojam koji se koristi na više različitih načina u filozofiji, često težeći redukcionizmu i fizikalizmu, uz posebno raširenu primjenu u etici i filozofiji uma.

U jezičnom smislu naturalizam bi se mogao smatrati ‘negativnom’ filozofijom jer nešto niječe: natprirodne djelatnike, djelovanje ili entitete – slične Platonovim idealnim formama ili Descartesovim mentalnim supstancijama. S druge strane, naturalizam se prihvaća kao ‘pozitivan’ pojam čije značenje obuhvaća stvarnost svijeta kao prirodnu, sve što jest jest u prirodi. Može se reći:

Naturalizam označava sve one filozofske stavove koji pretpostavljaju da prirodom upravljaju objektivni zakoni, koji se mogu razumjeti promatranjem i eksperimentiranjem bez pribjegavanja nadnaravnoj ili izvan-naravnoj stvarnosti. Svaka metoda proučavanja ili istraživanja ili bilo koji postupak za stjecanje znanja koji se ograničava na prirodne,

fizičke i materijalne pristupe i objašnjenja, može se opisati kao naturalistički (*New World Encyclopedia*, 2022).

Suvremeni naturalizam ima korijene u radu Ernesta Nagela, John Deweyja, članku Willarda van Ormana Quinea 'Naturalizirana epistemologija' (*Epistemology Naturalized*) iz 1969. god., i radovima drugih autora. U povijesnom smislu preteče naturalizma mogu se naći u samim začetcima filozofske misli u antičkoj Grčkoj jer su već prvi filozofi u traženju uzroka prirodnih fenomena odustali od pozivanja na nadnaravne božanske sile, usmjerivši se prema uzrocima i počelima koja su u prirodi. Vrijedi podsjetiti da je Aristotel ovu usmjerenost prema potrazi prirodnih uzroka i općih zakona pripisao fizičarima (sg. *physikoi* / *physiológoi*). Poslije, novi zamah naturalizmu daje Galilei idejom svemoćnih prirodnih zakona koji ne mogu biti nikako prekršeni ili zaobidjeni, u razdoblju prosvjetiteljstva (Francis) Bacon i Voltaire (François-Marie Arouet) programatski isključuju svako moguće sudjelovanje nadnaravnog u objašnjenju prirodnih fenomena, a vrhunac zanosna naturalizmom nalazi se u geologiji i biologiji pojavom darvinizma, u odbacivanju doslovnog tumačenja biblijskih tekstova. Neki, noviji izvori naturalizma su u pragmatizmu nastalom u SAD-u, koji je izrastao iz empirizma, u određenju pojmova, poput istine, kao nečega što ima svoje značenje isključivo s obzirom na praksu i iskustvo. Jednog od pragmatista, Quinea, može se smatrati tvorcem suvremenog naturalizma, nastalog iz njegove kritike empirizma (*Dvije dogme empirizma*), kojim je poricao razliku 1) između analitičkih i sintetičkih sudova (on ih je smatrao istinama utemeljenima na značenjima, neovisnima o činjenicama) i poricanja 2) redukcionizma prema kojem postoji razlika između empirijskog sadržaja i logičke forme iskaza, tj. kako smisleni iskazi dobivaju značenje iz neke logičke konstrukcije pojmova koja se odnosi isključivo na neposredno iskustvo. Za Quinea filozofija, metafizika ili epistemologija ne mogu biti temelj znanosti niti mogu biti vjerodostojnije od znanosti: zna-

nost je vodič filozofiji kao i filozofija znanosti – njihova razlika je u stupnju općenitosti i apstrakcije. U ovoj inačici naturalizma može se reći da su njegova ključna načela:

... prvo, odbacivanje filozofije kao temelja znanosti i sudca njezinih metoda ili onoga što određuje njezine metode; drugo, relevantnost znanosti za rješenja filozofskih problema; treće, posebna vjerodostojnost fizike kao jednog od najsigurnijih i dobro utemeljenih dijelova ljudskog znanja; i četvrto, relevantnost određenih znanstvenih teorija kao teorija od posebne važnosti za napredak filozofskog razumijevanja, posebno Darwinove teorije prirodnog odabira (Rose-
nberg i McIntyre, 2020: 228).

Ova, Quineova inačica naturalizma, oduzima filozofiji ulogu temelja znanosti, ali još više, ona ukida i epistemologiju koja više ne može postojati kao zasebna disciplina nego zbog svoje sličnosti sa znanstvenom psihologijom mora biti 'utopljena' u nju. Znanstvena bi psihologija kao zamjena epistemologije trebala opisati ili objasniti kako se formiraju uvjerenja i kako se ta uvjerenja mijenjaju – psihološke mehanizme koji dovode do toga. Uz ovu inačicu naturalizma postoji i druga, koja smatra da znanost može pridonijeti odgovorima na filozofska pitanja, ali da znanstvena pitanja ne mogu zamijeniti ona filozofska, znanost nije zamjena za filozofiju. Ovu drugu inačicu može se nazvati normativni naturalizam jer priznaje vrijednost epistemologije kada se ona bavi prosudbom vrijednosti: iako bi psihologija trebala preuzeti mjesto epistemologije u opisu formiranja i izmjene uvjerenja, zadatak filozofije u stvarnosti bi ostao pokušati odgovoriti na pitanja o upravljanju dokazima i razlikovanju dobrih i loših zaključaka (Godfrey-Smith, 2003: 152). Normativni naturalizam dopušta očuvanje uloge epistemologije kao instrumenta u procesu odlučivanja o postizanju određenog cilja. Primjer normativnog naturalizma je misao Johna Deweyja (koji je bio pripadnik

instrumentalističke ili funkcionalističke inačice pragmatizma) koji određuje dobru ili lošu prosudbu empirijskim pitanjem, konzekvencom koja se izvodi iz iskustva slično drugim djelatnostima o čijem uspjehu prosuđujemo iz njihovih posljedica – slično poljodjelstvu gdje se iz prinosa prosuđuje vrijednost poduzetih postupaka uzgoja: neki su postupci bolji od drugih.

Ontološko značenje ili aspekt naturalizma za ključnu odrednicu ima tvrdnju da su svi prostorno-vremenski entiteti⁴⁴ istovjetni fizičkim entitetima ili izgrađeni od njih. Svi drugi, izvedeni entiteti su posebni ili specijalni slučajevi fizičkih entiteta, to su mentalni, biološki i društveni predmeti, no oni nisu drugo do posebno uređenih ili organiziranih fizičkih entiteta koji pokazuju neke nove učinke tih temeljnih fizičkih entiteta od kojih su sastavljeni. Ova teza slična na poziciju fizikalizma (neki istim pojmom označavaju i materijalizam) koji pretpostavlja da sve što jest, jest fizičko, pa se može reći da naturalizam i fizikalizam dijele ontološki monizam jer sve opaženo u prirodi je sve ono što postoji, a priroda se ponaša prema skupu spoznatljivih pravila. Za fizikalizam postoji samo jedna vrsta svijeta, svijet fizičkih predmeta, materije, i/ili svijet fizičkih sila, uključujući postojanje neopažljivih entiteta i njihovih međusobnih veza koje se mogu barem približno opisati jezikom fizike. Međutim, u fizikalizmu se jasno kaže da je fizički svijet cijeli svijet dok je pojam prirode (*nature*) otvoren interpretaciji i može sadržavati, kao kod Spinoze, supstancu beskonačnih svojstava (atributa), pa je kod naturalizma možda otvorena mogućnost dvojne ontologije. Novije interpretacije kažu da je prirodni svijet »prostorno-vremenski svijet napučen predmetima i događajima koji su povezani uzročnim odnosima. Uzročnost daje strukturu tom svijetu i čini ga otvorenim znanstvenom istraživanju« (Kim, 2011: 112).

Prema mogućoj dvojnoj ontologiji unutar dualizma, postoje druga područja (um, duša, Bog/bog, logika, matematika) koja su

44 Pojam entiteta je višeznačan, može se reći da je to bit, bića i ono što postoji stvarno, u svijesti, ili pojava čije se postojanje temelji na nekim odnosima.

postojeća, ali se ne mogu proučavati postupcima metodološkog naturalizma. Primjer jednog takvog određenja su odvojeni svjetovi različite epistemološke kompetencije i autoriteta Stephana J. Goulda, NOMA (*nonoverlapping magisteria*), koji su nesumjerljivi i neprevodivi (Gould, 1997: 16-20). U oba slučaja naturalizam postavlja pitanje koji bi to predmeti ili vrste predmeta i odnosa mogli biti uzroci fizičkih učinaka, što je čini se u bliskoj vezi s razvojem znanstvenog promišljanja takvih mogućih uzroka. U osnovi bi se moglo sažeti povijesno-znanstveni razvoj ove ideje na sljedeće ključne točke:

- (1) mehanistička fizika sedamnaestog stoljeća dopuštala je samo vrlo uzak raspon takvih uzroka; (2) rana Newtonova fizika bila je liberalnija i doista nije nametala nikakva stvarna ograničenja mogućim uzrocima fizičkih učinaka; (3) međutim, otkriće očuvanja energije sredinom devetnaestog stoljeća ponovno je ograničilo raspon mogućih uzroka; (4) štoviše, fiziološka istraživanja u dvadesetom stoljeću nedvojbeno su pružila dokaze za daljnja ograničenja (Papineau, 2021).

Mehanicizam je sve vrste gibanja i promjena u univerzumu svodio na mehaničke odnose po uzoru na model stroja i vrlo strogih determinističkih zakona, pa čak i kod fenomena života koji također nije drugo nego organski stroj u kojem djeluju sile na materiju bez ikakvog netvarnog načela. Mehanistička filozofija kod Newtona gubi svoju strogost jer se dopušta odvojeno i samostalno mentalno djelovanje i životne sile unutar tvarnog u skladu s fizikalnim zakonima, dok sredinom 19. stoljeća načelo očuvanja kinetičke energije postaje temeljnim fizikalnim načelom zbog čega mentalnom i životnim silama, ako postoje, moraju upravljati neizbježni deterministički zakoni. Na kraju, u 20. stoljeću u potpunosti je odbačena mogućnost postojanja bilo kakvih fizikalnih učinaka bez fizičkih uzroka, mentalno djelovanje od tada ne može

samostalno (neposredno) proizvesti bilo kakav fizički učinak. Ovo odricanje mentalne autonomije znači ponavljanje odbacivanja vitalizma prema kojem u živome postoji zasebna sila koja je po definiciji nije fizička, a može biti i oprečna fizičkim silama. Ova odricanja bilo kakvih drugih sila, osim fizičkih, put su u punopravni fizikalizam koji se začinje 50-tih god. 20. stoljeća tezom ‘kauzalnog zatvaranja’ koja bi se mogla svesti na tvrdnju da sve što ima fizičke učinke mora i samo biti fizičko. Prema tome sva mentalna i druga posebna stanja, poput života, moraju biti sastavljena od fizičkih sastavnica: mentalna stanja istovjetna su fizičkim stanjima, mentalna stanja istovjetna su fizičkim stanjima mozga. Tezom ‘kauzalnog zatvaranja’ određuje se da fizičkim učincima poput pokreta tvari od koje je izgrađena ruka ili aktiviranja motornih neurona koji potiču te pokrete, nužno moraju uzročno prethoditi fizički uzroci, a nikako bilo koja vrsta mentalnih stanja (Papineau, 2021). Naturalizam se može naći unutar fizikalizma, ali bez nužnog svođenja na njega zato što tvrdi da je um unutar prirode, a ne izvan nje, jer mentalni događaji dolaze nakon fizičkih (*supervene*). Engleski pojmovi *supervene* ili *supervenience* vrlo često služe tvrdnjama da mentalna, moralna i estetska (B) svojstva nadilaze fizička (A) svojstva iako se izvode iz njih: *supervenijencija* nije modalna – svaka promjena fizičkih svojstava mijenja mentalna, moralna i estetska svojstva. Iz brojnih interpretacija pojma *supervenijencije* može se izvući zajedničko ključno određenje da ne može biti promjena svojstava (A) bez promjena svojstava u (B). Naturalizam u području proučavanja (filozofije) uma i mentalnog ne mora biti nužno reduciran na fizikalizam u ontološkom smislu, niti se obvezuje na postojanje entiteta i svojstava, jednostavno se tvrdi metodološki redukcionizam prema kojem se u proučavanju uma treba koristiti isključivo metodama prirodnih znanosti (Jacobs, 2022). Za naturalizam je upitno, pa i dvojbeno, u kojoj se mjeri unutar fizikalizma može opisati svojstvo fizičkih predmeta njihovom fizičkom strukturom, bez navo-

đenja drugih nefizičkih svojstava, poput funkcije. Za fizikalizam takva dvojba nije uvjerljiva:

To što je stolac ne može biti reducirano na bilo koji skup činjenica o njegovoj strukturi. Ipak, nitko ne bi poricao da su stolci u cijelosti i potpuno fizički predmeti. Nitko ne bi ni na trenutak pomislio, samo zato što ne možemo definirati ‘stolac’ pojmovima fizike, da su stolci ne-fizički predmeti. Nitko se ne bi upustio u dualizam o stolicima iako ne možemo iscrpno raščlaniti pojam ‘stolstva’ (polunavodnici autora, u izvorniku stoji *chair-ness*) u njegova još temeljnija fizička svojstva (Rosenberg i McIntyre, 2020: 230).

Za naturalizam višestruko ostvarenje obilježja više razine nailazi (*supervene*) iz nižih razina fizičkih komponenti od kojih je sastavljena viša razina što znači da je moguć vrlo velik ili čak gotovo neograničen broj različitih načina organizacije strukturnih ili fizičkih sastavnica niže razine u postupku ‘proizvodnje’ obilježja više razine. Ova višestrukost ostvarenja obilježja više razine nije u skladu sa strogim determinizmom fizikalizma, iako ga ne poriče, ali redukcionizam fizikalističkog tipa ovdje nije prihvatljiva vrsta objašnjenja. No čak i ako postoje različiti načini moguće organizacije fizičkih sastavnica nižeg reda, još uvijek su one fizičke sastavnice svijeta kojim upravljaju fizikalni zakoni i red. Također, posebni uzroci poput mentalnih mogu postojati i postoje, ali ne mogu biti (ontološki) odvojena od fizičkih uzroka niti instancije (*instantiations*, zbiljske reprezentacije univerzalnih ili apstraktnih pojmova), svojstva tih posebnih uzroka mogu biti (ontološki) odvojene od instancije svojstava uključenih u fizičke uzroke (Papineau, 2021). Sloga oko povezanosti posebnih i fizičkih uzroka i učinaka koje proizvode nije popraćena slogom oko vrste njihove povezanosti: (1) za striktni reduktivni fizikalizam (*type identity*) ta povezanost znači neodvojivost i potpunu istovjetnost odgovarajućih posebnih svojstava s fizičkim svojstvima čime se posebni

uzroci ‘vežu’ s fizičkim uzrocima, i (2) fizikalizam nereduktivnog tipa ne zahtijeva istovjetnost posebnih i fizičkih svojstava. Nereduktivni fizikalizam ipak smatra da je učinak posebnih uzroka relevantan sve dok se svojstva posebnih uzroka ostvaruju pomoću fizičkih svojstava – to znači da posebna svojstva, poput mentalnih stanja, nailaze (*supervene*) iz fizičkih svojstava na način da u dvaju različitih bića koji imaju ista fizička svojstva nužno nastaju ista posebna svojstva, ali i da ta fizička svojstva mogu biti različita u tih dvaju bića iako iz njih nailaze ista posebna svojstva. U biologiji se ova situacija opisuje pojmovima ‘strukture’, ‘funkcije’ i odnosa višestruke realizacije predmeta – živih bića. Teorija evolucije posebno ističe proces kojim iz različitih struktura može nastati ista funkcija, nazivajući je prilagodbom ili adaptacijom. Relativno sličan relevantan pojam homoplazije upućuje na pojavu iste funkcije na različitim strukturnim osnovama koje nisu naslijeđene: oko u kukaca i sisavaca različite je strukture iako ima istu funkciju vizualnog osjeta proizašlu iz prilagodbe na okoliš. Ovakvi primjeri mogu se naći i drugdje, prije spominjani stolac unatoč tome što može biti napravljen od različitih materijala (drvo, metal, plastika) i mogućoj različitoj strukturi ili organizaciji (s tri, četiri noge ili bez njih, s naslonom i bez) zadržava istu funkciju. Za evolucijsku biologiju prirodni odabir i prilagodba za neku funkciju nisu ovisni o strukturi, pa više struktura koje ostvaruju istu ili čak okvirno sličnu funkciju može biti prirodno odabrano za to (Rosenberg i McIntyre, 2020: 230). Ovakvo lako nastajanje različitih struktura koje imaju istovjetnu funkciju može se činiti kao svrhovit, teleološki proces usmjeren ostvarenju zadanog cilja – opstanka i prilagodbe. Aristotel je bio uvjeren u svrhovitost prirode koja ništa ne radi nesvrhovito i bez cilja, u kojoj su predmeti pokretani skupom uzroka od kojih je finalni ili svršni uzrok onaj koji je logički prvi i kronološki posljednji, jer prema njemu sve teče (ostali uzroci su tvarni ili materijalni, koji je uz djelatni ili eficientni uzrok, tj. silu opstao u suvremenoj znanosti,

te oblikovni ili formalni) iz potencijalnog u aktualno, koje ima najvišu razinu zbiljnosti. Pitanje ljudskog znanja i moralnih normi u neodarvinističkoj tradiciji jednostavno je riješeno: ljudske spoznajne mogućnosti su prilagodba 'odabrana' prirodnim odabirom za otkriće istine o svijetu koji okružuje čovjeka-promatrača. Ova neizdrživa lakoća objašnjenja ponegdje nailazi na kritiku tvrdnjom da je pojam prilagodbe (*fitness*) puka besadržajna tautologija koja objašnjava sve, dakle ništa, jer opstaju najpodobniji, a to su oni – koji opstaju. Još jednostavnije je objašnjenje ljudskih moralnih normi kao specifične posebnosti ljudske vrste: za židovsko-kršćansku, starogrčku pa i indijsku sliku naravi čovjeka riječ je o nekoj vrsti *a priori* sposobnosti, milosti ili daru razlikovanja i izbora između dobra i zla, no za naturalizam jednostavno je riječ o evolucijsko-biološkoj prilagodbi koja se pokazala uspješnom strategijom opstanka. Naturalizam unutar inačice realizma priznaje i prepoznaje postojanje moralnih normi i njihove uzročne uloge koja proizvodi fizičke učinke, ali ih smješta apsolutno u područje prirode, dok nerealisti smatraju da moralne činjenice nemaju neovisno postojanje nego nastaju konstrukcijom *a posteriori* iz *ne-moralnih* prirodnih činjenica i svojstava. Moralne norme zabrane ubojstva, krađe i laži izvode se iz prirodnih činjenica da takve norme predstavljaju uspješnu strategiju opstanka zajednice u odnosu na alternativno ponašanje. Sličnu dvojbu izaziva rasprava o matematičkim apstraktnim predmetima, brojevima i skupovima, koji se čine da pripadaju području koje nije određeno u vremenu i prostoru. Takvi apstraktni predmeti prema naturalizmu ne bi smjeli imati nikakav neovisan učinak na fizički svijet, na što nas upućuju naše najbolje znanstvene teorije koje su usklađene s apstraktnim matematičkim predmetima. Ovdje se ponovno valja prisjetiti Platonovog vječnog idealnog svijeta ideja i matematičkih formi koje zbiljski opstoje neovisno o predmetima na ovom svijetu, kao i Aristotelovog prihvaćanja formi samo u njihovoj pojavnosti u predmetima ovog, fizičkog i empirijskog svijeta.

Naturalizam na kraju, naravno uvijek je to interpretacija jedne inačice, smatra da predmeti koji ne pripadaju fizičkom prostorno-vremenskom svijetu ne mogu dovesti do realističke spoznaje mogućih svjetova, kakav je i matematički (Papineau, 2021).

Temeljna pretpostavka epistemološko-metodološkog značenja naturalizma kaže da je stjecanje uvjerenja i znanja širok kauzalni proces unutar prirodnog reda, a apriorne norme, načela i metode nisu bitne za stjecanje ili opravdanje uvjerenja i znanja (Jacobs, 2022). Ovdje postoje dvojbe pretpostavlja li metodološki naturalizam metafizički naturalizam i reduktivni fizikalizam, je li on neka vrsta scijentizma koja dopušta ontološku zasebnost samo predmetima spoznatima prirodno-znanstvenim metodama ili postoje i druge (logičke) mogućnosti njegovog postojanja. Naturalistička epistemologija tako nema jednoznačan odgovor na ove dvojbe niti postoji neki standardan pristup, nego više inačica koje se slažu u određenju da u znanstvenoj spoznaji treba koristiti teorije, metode i rezultate prirodnih, empirijskih znanosti. Razlike između ovih inačica ovise o stupnju pretpostavljene bliskosti između filozofije i znanosti, makar se oba ova područja bave istom temom, spoznajom svijeta.

Metodološki naturalizam je specifična tvrdnja da se filozofija i znanost bave uspostavom sintetičkog znanja o prirodnom svijetu, štoviše, i postizanjem takvog znanja o svijetu aposteriornim istraživanjem ... razlike između filozofije i znanosti relativno su površne i ovise o usmjerenosti na pojedina pitanja a ne o radikalno različitom pristupu (Papineau, 2021).

Metafizičke ili apriorne pretpostavke ipak se ne mogu izbjeći, metodološki ili epistemološki naturalizam, htio ili ne htio priznati, ipak pretpostavlja da se univerzumom ne upravlja nadnaravno, oslanjajući se tako na poziciju filozofskog ili metafizičkog naturalizma. U ovom smislu može se reći da je metodološki ili epistemološki naturalizam u najmanju ruku regulatorno ili me-

todološko načelo znanosti (Forrest, 2000: 9) koje isključuje nadnaravno iz znanstvenih objašnjenja zbog proceduralnih razloga – iako to ostaje logička mogućnost. Naturalistička epistemologija u okviru interesa opravdanja naših uvjerenja proučava sudjeluje li nešto izvan naših mentalnih stanja u opravdanju naših uvjerenja/vjerovanja: internalisti slijedeći apriorni pristup smatraju opravdanim vjerovanja koja su na neki način povezana s drugim mentalnim stanjima, dok se eksternalisti uzdaju u aposteriorni izvor vjerovanja tvrdeći da opravdanje naših vjerovanja dolazi barem u nekoj mjeri iz procesa koji su stvorili to vjerovanje. Naturalizam želi opravdati (*justification*) pravila i metode svoje spoznaje utemeljenjem izvan apriornog, naturalizam opravdanje nalazi u znanosti i njezinim procedurama, logičkom odnosu između dokaza osjetilnog iskustva i konkluzije, oslanjajući se na prediktivnu snagu (empirijsku adekvatnost) i uspjeh znanstvenog i praktičnog tehnološkog znanja. Oslanjanje na aposteriorno znanje koje dolazi od osjetilnog iskustva, čini se, u sebi sadržava logičku pogrešku kružnog dokazivanja (cirkularnost), čime se ne objašnjava neka pretpostavka, nego se tek ta pretpostavka iskazuje u konkluziji drugim riječima. U konkretnom slučaju naturalistička epistemologija tvrdi da uspješna znanost opravdava svoje konkluzije jer se znanost služi pravilima i metodama koje potvrđuju da je njezina konkluzija opravdana – time što se služi pravilima i metodama koje su potvrđene uspjehom znanosti (Rosenberg i McIntyre, 2020: 234-235). Sumnja u valjanost spoznaje i logička mogućnost prevare, kao u slučaju kartezijskog skepticizma usmjerenog prema kritici empirizma koji se oslanja na spoznaju svijeta i njezino opravdanje u iskustvu (prema kojem možemo biti prevareni perceptivno (halucinacija, iluzija), argumenta iz sna (nemogućnost razlikovanja sna od budnog stanja) i argumenta zlog demona (koji nas vara o naravi svijeta), upućuje na mogućnost da znanstvene teorije ovisne o osjetilnom iskustvu ne mogu biti legitimni put spoznaje u procjeni njihove vjerojatnosti. Drugi

mogući prigovor naturaliziranoj epistemologiji tiče se odricanja mogućnosti normativnosti opravdanja uvjerenja koja bi odredila što bi bilo ispravno vjerovati, a što ne. Oba prigovora, skepticizma i normativnosti, također su usmjerena protiv naturalizma. Naturalizam na to ima dvije vrste odgovora: (1) ne može se izaći izvan našeg postojećeg pogleda na svijet i procjenjivati ga bez empirijskog iskustva i (2) može biti da naše znanstvene teorije i uvjerenja na temelju iskustva nisu opravdani, pa tako ni pogreška cirkularnosti nije opasna kako se može misliti (Wrenn, 2022). U obrani moguće normativnosti opravdanog vjerovanja najvažniji argument je Quineovo tumačenje prema kojem je normativnost moguća kroz anticipaciju senzorske stimulacije kao normativne kontrolne točke znanosti, i zato što je moguće objasniti uzročne veze između procesa formiranja naših uvjerenja i naših spoznajnih ciljeva (Wrenn, 2022).

Jedno od važnih područja za naturalizam je pitanje objašnjenja etike ili moralnog znanja koristeći znanost kao jedini izvor ili temelj za to. U konkretnom slučaju naturalizam objašnjenje izvora moralnih normi i tipova moralnih prosudbi mora izvesti iz fizičkog supstrata etičkih subjekata, iz njihovih fizičkih tijela, kemijske osnove i njihove biologije, pomoću biološko-kemijsko-fizikalnih pojmova. Najpoznatiji, a vjerojatno i najutjecajniji model izvođenja normativnih moralnih iskaza iz fiziološkog supstrata etičkog subjekta je darvinistički model evolucijske etike da su moralni motivi i tipovi moralnih prosudbi adaptivno svojstvo nastalo slijepim mehanizmom besciljne slučajne varijacije i neslučajnog prirodnog odabira – uspješne strategije adaptacije koja je pružila optimalnu prilagodbu na prirodne i društvene okolnosti.

Općenito govoreći, evolucijska etika pokušava pokazati da se stavovi, motivi i prakse koji su sastavni dio etičkog života trebaju razmatrati s obzirom na njihovu adaptivnu ulogu. Vrline, poroci, moralna pravila i načela, i tako dalje, nisu neovisni niti su utemeljeni u apriornim prosudbama. Moral-

ne vrijednosti ne mogu se otkriti kvazi-osjetilnim moralnim čulom ili intuicijom (Jacobs, 2022).

Prema temeljnom načelu naturalizma o korištenju znanosti za rješavanje filozofskih problema ovdje se koristi znanost, teorija biološke evolucije, za objašnjenje filozofskih problema, nastanka, utemeljenja i tipova moralnih prosudbi. Darvinistička ili neodarvinistička teorija evolucije (suvremena sinteza) mehanizmom stalnog mutacijskog pritiska i rekombinacije nudi uzročni mehanizam varijacija koje vode novim oblicima ponašanja, a te nove varijacije mogu postati nasljedne.

Ako možemo koristiti isti mehanizam slučajne (*random*) nasljedne varijacije i odabira od strane okoliša za objašnjenje očito svrhovitih nefizikalnih procesa, pogotovo ljudskih poslova (*affairs*), moći ćemo prilagoditi ove procese barem u načelu, jednom znanstveno-koherentnom pogledu na svijet – naturalističkoj filozofiji (Rosenberg i McIntyre, 2020: 232).

Najpoznatiji, radikalni primjer evolucijskog objašnjenja moralnih uvjerenja i izbora moralnog djelovanja je socijalni darvinizam, koji je tvrdio da se darvinistički mehanizam evolucije u kojoj opstaju bolje prilagođeni, može primijeniti na ljudsko društvo u kojem sve treba prepustiti neometanom tržištu i slobodnom djelovanju pojedinaca i skupina (franc. *laissez faire*) bez vanjskog utjecaja političke zajednice. U slobodnim tržišnim odnosima preživljavaju najposobniji, pojedinci, klase i nacije, a moralno djelovanje također opravdava djelovanje usmjereno na najviši darvinistički vrijednosni cilj, opstanak. Slično tome, u sociobiologiji pretpostavlja se da je ljudsko ponašanje nasljedno genski uvjetovano i da se iz ponašanja društvenih životinja (kukaca, ptica, riba, sisavaca i dr.) može objašnjavati ponašanje čovjeka i društva. Obilježja etičke strategije prilagodbe izvode moralne norme iz bioloških fenomena i fizikalno-kemijske podloge, pa su tako moralne norme, pravila i prosudbe izvedene ili određene pojmovima koji ne spadaju u područje mo-

rala, primarnim obilježjima prirode i svojstvima izvedenima iz tih primarnih kvaliteta. Naturalizam u etici pretpostavlja da je moralne vrijednosti moguće objasniti opažanjem i znanstvenom metodom, činjenicama i pojmovima koji ne spadaju u područje moralnih činjenica, svojstava i pojmova. Oslanjanje objašnjenja moralnih činova i prosudbi na prirodne znanosti ne znači da je za naturalizam područje morala dio prirodnih znanosti, ali znači uvjerenje da moralna uvjerenja proizlaze iz primarnih kvaliteta prirode i da se zato objašnjenje mora oslanjati na metodu prirodnih znanosti. Moralni naturalizam pretpostavljan objektivno postojanje moralnih činjenica čija je narav prirodna (iskazi o moralnom i prirodnom odnose se na iste činjenice) i koje se mogu spoznati empirijskom metodom prirodnih znanosti, a iskazati jezikom prirodnih znanosti. Naturalistima se teorija evolucije čini prihvatljivim načelom objašnjenja fenomena morala prema kojem različite vrste ponašanja (altruizam, briga za članove zajednice i dr.) proizlaze iz biološke koristi takvog ponašanja kao uspješne strategije prilagodbe (adaptacije) na promjenjive okolišne uvjete. Naturalizam u etici u osnovi je realistički pristup jer pretpostavlja da su moralne činjenice neovisne o iskustvu ili umno neovisne. Takvo gledište jaka je tvrdnja koja je 'izvučena' iz filozofskog i znanstvenog realizma prema kojem zbiljski postoje predmeti neovisno o (našem) umu ili iskustvu.

11 ZNANSTVENI REALIZAM

Pojam realizam u filozofiji označava gledište prema kojem poznati ili opaženi predmeti postoje neovisno o tome opaža li ih netko ili zamišlja. Znanstveni realizam u osnovi smatra da su dobro provjerene znanstvene teorije približno istinita slika svijeta i da su opažljivi i neopažljivi (ili teorijski, kako su se nekad nazivali) entiteti koji su pretpostavljeni tim teorijama zbiljski postojeći, pa je stoga opravdano vjerovati u temeljna načela i rezultate, objašnjenja dobro provjerenih znanstvenih teorija. Znanstveni realizam sadrži metafizički i epistemološki aspekt:

U jednu ruku znanstveni realizam je metafizičko (točnije, ontološko) učenje koje tvrdi neovisnost postojanja određenih entiteta. U drugu ruku to je epistemološko učenje koje tvrdi mogućnost znanja postojećih zasebnosti (*individuals*) i mogućnost spoznaje istinitih teorija ili zakona koji upravljaju tim zasebnostima (Fine, 2005: 950).

Znanstveni realizam je filozofsko-znanstvena pozicija ili pretpostavka koja u jednoj inačici smatra da je svijet zbilja onakav kako ga opisuje suvremena znanost, odnosno naše najbolje znanstvene teorije, a u drugoj da je jedan od zadataka znanosti točan opis zbilje uz točnu reprezentaciju neopažljivih aspekata zbilje. U ovom drugom smislu upućuje se na zacrtani cilj i proces, a ne samo ostvarenje u pogledu pretpostavke postojanja neopažljivih entiteta. Znanstveni realizam je pozitivno ontološko-epistemološko filozofsko učenje koje pretpostavlja postojanje opažljivih i neopažljivih entiteta u prirodi koje znanost svojom metodom može spoznati i opisati znanstvenim jezikom. Antipod znanstvenom realizmu su različite inačice antirealizma: instrumentalizam koji bez pretenzija prema istini predmete znanstvene spoznaje

shvaća kao pragmatičnu organizaciju ljudskog znanja o svijetu (koje ne korespondira svijetu kakav je neovisno o našoj spoznaji), konstruktivizam koji znanstveno znanje shvaća kao ljudsku konstrukciju kojom čovjek ne otkriva svijet nego sam konstruira – izgrađuje činjenice o tom svijetu neovisno o njegovim stvarnim obilježjima (ili bez pritiska njihovog otkrivanja), konstruktivizmu bliski konvencionalizam koji tvrdi dogovornu narav znanstvenih istina (uključujući matematiku i logiku), fenomenalizam koji tvrdnju o postojanju fizičkog predmeta smisleno izjednačava s tvrdnjom o osjetu, i empirizam u kojem znanost provjerava i verificira osjetilne ili iskustvene spoznaje, koje su temelj oblikovanja ljudskih ideja i pojmova. Za antirealizam umjesto pojma istine prihvatljivije bi bilo koristiti pojam ‘točne reprezentacije’ kao točne slike ili odnosa između svijeta i simbola. Većina ili svi antirealizmi smatraju da se znanstvene teorije u opisu neopažljivih entiteta ne odnose na zbiljske entitete nego na logičke mogućnosti, dogovorene zamišljene pojmove koji trebaju poslužiti kao koristan instrument u opisu i predikciji proučavanih fenomena. Znanstveni realizam i antirealizam u stalnoj su raspravi o odnosu teorija prema istiniti, naravi i primjeni njihovih teza. Jedna od teza vezana uz spor između realizma i naturalizma je neka vrsta alternative ili pak amalgama ovih gledišta – to je NOA (*Natural Ontologica Attitude*) pozicija Arthura Finea koji pokušava spojiti ova gledišta kritizirajući ih, ili ih oba odbaciti. Fine smatra da je moguće vjerovati u obilježja neopažljivih entiteta (na primjer električnog naboja, mase ili brzine elektrona), ali ne i samog njegovog postojanja – kao i to da iz napretka spoznaje i uspješnih predikcija nema opravdanja pretpostaviti da smo se približili istinitoj spoznaji pretpostavljenog entiteta koji stoji u nekoj teoriji. Fine s druge strane smatra pogrešnim antirealizam utemeljen u istim metafizičkim pretpostavkama kao i realizam, sugerirajući odbacivanje pojma istine i usmjerenja na heurističke postupke.

U poglavlju 3 Povijest znanosti i podpoglavlju o Galileiju pokazano je kako je Galilei slobodno zastupao tada nepodobnu Kopernikovu heliocentričnu teoriju dok god je ona bila prezentirana matematički (antirealistički), kao precizan i koristan instrument za opisivanje i predikciju kretanja nebeskih tijela. Kardinal Bellarmine i drugi katolički astronomi potvrdili su točnost Galileijevih opažanja o kruženju Jupiterovih satelita-mjeseca oko njega i kruženju Venere oko Sunca. Ono na što nisu mogli pristati, bilo je Galileijevo tumačenje da nije riječ o matematičkom i logičkom, nego ontološkom tumačenju kozmološke slike koja je bila neuskladiva sa službenim tumačenjem Crkve. O tome je li u srži spora bila ta supstancijalno neuskladiva slika kozmosa ili to što Galilei nije mogao nepobitno dokazati da Zemlja nije nepokretno središte univerzuma, dio je spora koji ostaje za promišljanje povijesti znanosti. Kasnijim razvojem znanosti fizičari su nastavili zastupati realizam smatrajući da njihove teorije mogu objasniti sve fenomene u univerzumu kao učinak djelovanja nevidljivih atoma koji se kreću pod djelovanjem (newtonovskih) sila upravljenih univerzalnim prirodnim zakonima. No, realističko shvaćanje znanstvene spoznaje nije moglo primjeniti takvo pojednostavljeno uspješno uzročno načelo s kretanja makroskopskih tijela na fenomene elektromagnetizma, topline i u području kemije. Pojmovi sile i klasične mehanike newtonovskih zakona više nisu mogli uspješno biti temelj izvođenja teorijskih, apstraktnih pojmova poput energije, entropije i apsolutne temperature.

Znanstveni realizam sadržava uvjerenje u ontološku zasebnost iskazanu znanstvenim teorijama, on pretpostavlja uspješno povezivanje ili odnošenje teorijskih pojmova na opažljive i neopažljive predmete u prirodi, prema čemu se može reći da je znanstveni realizam uvjerenje da »najbolje znanstvene teorije pridonose znanju o svijetu, uključujući i njegove nevidljive aspekte« (Anjan, 2017). Za razliku od antirealizama, znanstveni je realizam usmjeren prema spoznaji istine znanstvenim teorijama koje

su barem aproksimacije istine. Ovdje se krije jaka teza realizma: znanost je usmjerena spoznaji istine. Pouzdanje u sveobuhvatnu provjerljivu empirijsku meta-hipotezu kao aproksimaciju istine proizlazi iz njihovog empirijskog uspjeha opisa i predviđanja brojnih prirodnih fenomena – Hilary Putnam je smatrao da neprihvatanje realizma znači tvrdnju kako znanstvene hipoteze ili teorije nisu istinite – što znači da bi njihova uspješnost bila pravo čudo: »Drugim riječima, odbacivanje čuda kao objašnjenja, (približna) istina naših teorija je jedino, i najbolje objašnjenje njihovog uspjeha« (Lyons, 2016: 564). Uz ovaj pozitivan argument u prilog znanstvenom realizmu postoji i negativan argument koji ukazuje neuspjeh interpretacije znanstvenih teorija kao iskaza o osjetilnim podacima, podacima mjerenja ili kao puke stavke neke konvencije.

... ako je netko realist vezano uz postojanje fizičkog svijeta, tada on želi reći da je Zakon univerzalne gravitacije objektivni iskaz o tijelima – a ne tek iskaz o osjetilnim podacima ili očitavanje mjerenja ... pri tome, iskaz samo pokazuje da se tijela ponašaju na način da je količnik dvaju brojeva *povezan* s tijelima jednak trećem broju *povezanim* s tijelima (Putnam, 1999: 321).

Putnam je unutar pojma ili teorije značenja (*meaning*) definirao znanstveni realizam kao pretpostavku da su znanstvene tvrdnje istinite ili pogrešne, a da je kriterij procjene njihove istinitosti ili pogrešnosti izvanjski, taj kriterij nije u strukturi našeg uma ili osjetilnih podataka. Prema tome, između uma i zbilje nema posrednika jer značenje nije utemeljeno u mentalnim entitetima ili umu, nego u zbilji koja je izvan promatrača ili mislitelja, u zbilji koja je izvor istine i znanja.

Visok stupanj uspjeha u predikciji budućih događaja, prema ovome, može značiti samo to da znanstvene teorije postižu sve viši stupanj približavanja istini, i da usavršavanje znanstvenih

teorija vodi iskazima čije tvrdnje o prirodnim predmetima, pa i onim neopažljivim ili teorijskim, upućuje na to da te teorije ili njihove interpretacije zrcale njihovo postojanje – da ti predmeti zbiljski postoje neovisno o našim empirijskim i teorijskim spoznajama. Visok stupanj preciznosti predikcije, njezin uspjeh, ipak ne mora nužno značiti napredovanje prema istini. Najpoznatiji primjer vrlo uspješnog predviđanja je Ptolemejeva teorija koja može dobro predvidjeti, na primjer, položaj Marsa sljedeće godine u ovo vrijeme – ali to ne znači da je njezino objašnjenje epicikličkim putanjama točno. Slično tome, ni Stahlova flogiston-ska teorija unatoč privremenom uspješnom objašnjenju fenomena gorenja i hrđanja predmeta nije i ne odgovara zbiljskom, kao što ni pojam flogistona nije zbiljski nego neuspješan, tek izmišljen teorijski pojam. U nekom obliku tumačenja realizma uspješnost predikcije nije jamstvo istinitosti, nego tek teorijski oblik na kojem ‘parazitiraju’ pojmovi aproksimacije istini:

Neke teorije mogu biti istinite, ali kada iznose univerzalne tvrdnje, ne može se pokazati da su istinite. Neovisno o brojnosti dokaza ne može se dokazati da neispitani slučajevi nalikuju onim ispitanim... Ali ako ne možemo pokazati da je teorija istinita, kako možemo pokazati da slijed teorija označava napredak prema istini (Losee, 2010: 254)?

Jedna od prvih sumnji u znanstveni realizam javila se vezano uz narav prostora, vremena, sila i nevidljivih čestica-atoma. Newton je bio pod sumnjom u uvođenje okultnog pojma sile koji djeluje na daljinu, a načelna ontološka pretpostavka o nevidljivim česticama-atomima, čija svojstva i sile ‘proizvode’ sve ostale fenomene, nije se mogla objasniti silama ovisnima o njihovom položaju, kao što se to uspješno moglo napraviti u makro području kretanja nebeskih tijela. Newtonovska fizika nije mogla objasniti neopažljive, teorijske pojmove apsolutne temperature, entropije i energije bez uvođenja skrivenih uzroka ili mehanizama koji bi

bili u temeljima zbilje na kojoj su ‘izrasli’ ovi fenomeni. Uz to Maxwellova teorija elektromagnetizma je elektromagnetske fenomene povezanosti električnog i magnetskog polja u prostoru i vremenu objašnjavala polarizacijom (razdvajanjem električnog naboja) u dielektričnom materijalu ili izolatoru koji sadržava ekstremno malen broj slobodnih elektrona i iona – što je objašnjenje koje je dovelo u pitanje Newtonovo djelovanje sila na daljinu. Pitanje za znanstveni realizam je uvjerljiv odgovor da nevidljivi atomski i subatomske entitete zbiljski postoje i da nisu tek puki korisni ali ipak zamišljeni entiteti.

Slična sumnja pojavila se vezano uz definiciju pojma prostora u 19. st. kada Gauss, Bolyai i Lobačevski počinju promišljati mogućnosti ne-euklidske geometrije. Nakon početnih neuspjeha Nikolaj Ivanovič Lobačevski (1792. - 1856.) razvija hiperboličnu geometriju, a Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826.-1866.) izgrađuje eliptičnu geometriju. Ove nove ne-euklidske geometrije potiču sumnju da euklidska geometrija ne opisuje stvarno fizičko svojstvo prostora u prirodnom svijetu. U 20. st. pojavljuje se Einsteinova teorija relativnosti koja više nije kompatibilna s Newtonovom fizikom jer uklanja apsolutni referentni okvir (apsolutni prostor i vrijeme) unutar kojeg se zbivaju, mjere i iskazuju sva fizikalna gibanja i pojave. Pod utjecajem ovih spoznaja pojavilo se gledište prema kojem nije moguće tvrditi postojanje činjenica o fizičkom prostoru, posljedično i potreba dogovora kojim bi se prihvatila definicija prostora neovisno o nemogućnosti određenja njegovih pravih svojstava:

Poincaré je predložio konvencionalizam: dogovorom odlučujemo da je geometrija euklidska, da su sile Newtonove, da svjetlost putuje euklidskim ravnim crtama i onda provjerimo hoće li eksperimentalni rezultati odgovarati tom dogovoru. Konvencionalizam nije učenje u kojem ‘sve prolazi’ – jer neće sve pretpostavke biti usklađene s dokazima – konvencionalizam je tvrdnja da je fizikalno značenje

mjerenja i dokaza dogovorno određeno ... Prihvaćanje vrste dogovora je pragmatično: ako su druge stvari jednake, biraćemo konvencije koje fiziku čine jednostavnijom, lakšom, poznatijom i tako dalje. Poincaré je, na primjer, smatrao da, zbog njezine jednostavnosti, nikada nećemo odustati od euklidske geometrije (Anjan, 2017).

Suprotno različitim antirealizmima, znanstveni realizam tvrdi da znanstvene teorije omogućavaju ne samo korisno ili dogovorno nego pravo znanje o svijetu, pa i onom neopažljivom: svijet postoji, možemo ga spoznati pomoću znanosti za čije teorije imamo dobre razloge vjerovati da korespondiraju objektivnom svijetu. Znanstveni realizam je izgrađen na metafizičko-epistemološkim pretpostavkama koje je korisno i važno osvijestiti: u metafizičkom smislu to je postojanje objektivnog svijeta koji postoji neovisno o promatraču i interpretatoru takvog svijeta po sebi, a epistemološki da znanstvene tvrdnje-teorije iskazuju istinu o tom objektivnom svijetu. Prema tome, svijet postoji i mi ga možemo spoznati putem znanosti – znanstvenom metodom, a znanstveni iskazi nose pozitivnu istinitosnu vrijednost. Ovdje je očigledan optimistički pogled koji se pouzdaje u moć znanosti u njezinom uspješnom zahvaćanju zbilje teorijama koje otkrivaju fundamentalnu strukturu univerzuma, zakone koji u njemu vladaju, opisuju fundamentalne entitete i njihove interakcije i predviđaju buduće događaje. S druge strane je pesimističko gledište koje smatra znanstvena uvjerenja nesigurnima, znanstvene teorije nepouzdanima, pa zato treba biti u najmanju ruku oprezan kod iskaza kojima se tvrdi istinitost entiteta, procesa i predikcija znanstvenih teorija i metodologije. Zbog ovako polariziranih gledišta pojavilo se nekoliko inačica znanstvenog realizma. Najmanji mogući realizam tvrdi objektivno postojanje barem nečega. Ova inačica realizma, tzv. unutarnji realizam, dopušta istinitost znanstvenih tvrdnji iz jedne perspektive, dopuštajući ipak da znanost ne mora pružati cijelu istinu. Unutarnji realizam dopušta postojanje i neke

druge inačice istine ili slike svijeta, koja je također uvjerljiva. Realizam tako predstavlja metafizičko-epistemološki stav po kojem je moguće nešto znati, a to znanje barem jednim svojim dijelom govori o nečemu što postoji objektivno, neovisno o nečijem poimanju. Druga inačica, umjereni realizam, tvrdi da barem neka vjerovanja i znanstveni tipovi postoje »logički i kauzalno neovisno o nečijem poimanju te stvari« (Moser, 2004: 85) i da viši stupanj sličnosti znači veću prikladnost teorije jer bi znanstvene teorije trebale biti slične svijetu. Pretpostavka o svijetu neovisnom o umu, i optimizam oko mogućnosti spoznaje takvog svijeta, možda, može se činiti upitna jer nekakva – barem najmanja mogućnost izomorfности struktura svijeta i uma – može biti važan element mogućnosti spoznaje svijeta. Izvan ove dvojbe ipak ostaje nepobitna činjenica da postoji visoka uspješnost znanstvenih teorija u objašnjenju i predikciji događaja vezanih uz ekstremno kompleksne fenomene, pa ‘barem’ na razini statističkog znanja, i toliko vješte manipulacije pojavama potrebnima za iskušavanje prirode (pokusi) znanstvenom metodologijom. Pokusima promatranjem ili empirijskim pokusima u nekom izoliranom i dobro kontroliranom procesu priroda se ‘natjerava’ ponoviti ili reprezentirati proučavani fenomen tako da se onda može interpretirati, usporediti s onim originalnim fenomenom. Znanstvena procedura na toj razini odigrava se dedukcijom iz općih idealiziranih prirodnih zakona uz niz konkretnih i specifičnih uvjeta, zamagljenih događaja, do uspješne predikcije fenomena kojim se potvrđuje te nadređene zakone. Jedino racionalno objašnjenje takvog uspjeha može biti u nekoj približnoj podudarnosti znanstvenih teorija i procedura sa svijetom kakav je neovisno o nama. Ovaj iskaz, kako je već rečeno, naziva se ‘argument čuda’ (*The miracle argument*), jer bi bilo pravo čudo ili kozmička koincidencija kad bi netočne teorije tako dobro opisivale svijet, objašnjavale ga i predviđale. Čini se da je realizam jedina filozofija za koju uspjeh znanosti nije nešto neočekivano, niti čudo. Bas van Fraassen je

osporavajući realistički pristup zastupao empirističku inačicu antirealizma (konstruktivni empirizam) smatrajući argument čuda pogrešnim, tvrdeći da uspjeh znanosti ne treba objašnjenje. Ni on nije vjerovao da je uspjeh znanstvenih teorija čudo, nego je objašnjavao (iako je tvrdio da to nije potrebno objašnjavati?) uspjeh znanstvenih teorija evolucijsko-darvinistički, kao ‘pobjedu’ uspješnijih teorija nad svojim konkurentima slično uspjehu bioloških vrsta (jedinke, populacija, vrsta) u borbi za opstanak. Prema starijim, reprezentacijskim tumačenjima miš tako bježi od mačke jer je njezino neprijateljstvo prema njemu ispravno zrcaljeno u njegovom umu. No:

Darvinist kaže: ne pitajte zašto *miš* bježi od svojeg neprijatelja. Vrste koje se ne mogu nositi sa svojim prirodnim neprijateljima više ne postoje. Postoje samo one koje to mogu. Na isti način, tvrdim da uspjeh znanstvenih teorija nije čudo. To nije niti iznenađenje za znanstveni (darvinistički) um. Svaka znanstvena teorija rađa se usred žestoke životne konkurencije, usred džungle crvene u zubima i pandžama. Samo one uspješne prežive – one koje su *stvarno* zakačene za pravilnosti koje vladaju prirodom (van Fraassen, 1999: 329).

Teško se oteti dojmu da jednostavno prihvaćanje neke tvrdnje, poput toga da miš bježi od mačke ili da uspješna teorija opstaje, nije objašnjenje fenomena nego tek izricanje egzistencijalnog suda (znanost je znanost) i neuspjeh antirealizma. Sličnih tvrdnji drže se većinom ipak znanosti koje su na granici između fizike i metafizike, poput teorija o postanku univerzuma koje njegov nastanak i postojanje objašnjavaju kao grubu činjenicu (*brute fact*). Uspjeh znanstvenih teorija prema ovoj inačici antirealizma ne proizlazi iz sve veće korespondentnosti odnosno približavanja takvih teorija objektivnom svijetu. Realizam je ipak uvjeren da se tijekom vremena i znanstvenog napretka znanstvene teorije sve

više približavaju istini, opisu objektivnog svijeta kakav je neovisno o našim promatranjima i (znanstvenim) interpretacijama. Uvjerenje u napredak spoznaje o objektivnom svijetu znanstvenom metodologijom može se naći u više izvedenica znanstvenog realizma: objasnidbeni realizam, entitetski realizam i strukturni realizam. Sve ove tri izvedenice realizma teže što preciznijem određenju najvrjednijih teorijskih (neopažljivih) elemenata znanstvenih teorija. Objasnidbeni ili eksplanacijski realizam uvodi hijerarhijsko stupnjevanje neopažljivih entiteta i zakona unutar najboljih znanstvenih teorija koji su nužni za objašnjenje empirijskog uspjeha znanstvenih teorija. Izvedenica realizma entiteta pretpostavlja realizam u uvjetima postojanja znanja o uzročnim vezama nekih pretpostavljenih (neopažljivih) entiteta. Postojanje takvog uzročnog znanja omogućava lakši opis i objašnjenje kao što je manipulacija takvim entitetom i s njim uzročno povezanim pojavama. Ova inačica smatra da uzročna interakcija promatrača s pretpostavljenim neopažljivim entitetima poput atoma, molekula ili DNK opravdava naše vjerovanje u postojanje takvih neopažljivih entiteta. Izvedenica strukturalni realizam ili neorealizam pronalazi argumente koji smatraju mogućim znanje o objektivnoj strukturi i odnosu entiteta, ali ne o naravi samih entiteta sadržanih u opisima trenutačno najboljih znanstvenih teorija. Prema tome, znanstvene teorije iskazuju zbilju strukture ili forme neopažljivog svijeta ali ne njegovu entitetsku zbilju ili narav entiteta. Zbog toga se može sumnjati u nespoznatljivost neopažljivih predmeta ili u njihovu zbiljsku opstojnost. Različite izvedenice znanstvenog realizma upućuju na postojanje pluraliteta unutar zajedničke temeljne paradigme – to znači i moguću fragmentaciju dosega realizma koji se može odnositi na određene segmente svijeta, određene metodologije ili teorije.

... neke (osobito prijašnje) rasprave o realizmu daju dojam da se realizam odnosi na znanost u cijelosti, no to je vjerojatno previše grub način za razumijevanje gledišta realiz-

ma. Usvajanje realističkog stava prema sadržaju znanstvenih teorija ne podrazumijeva vjerovanje u cjelokupni takav sadržaj, nego prije vjerovanje u one aspekte, uključujući i neopažene, koje takvo uvjerenje smatra zajamčenim, čime se više upućuje na realizam o tim specifičnim predmetima... neki sugeriraju da se najbolji (ili jedini dobri) argumenti realizma formuliraju usmjeravanjem pozornosti na pojedinosti konkretnih slučajeva – na takozvane ‘dokaze prvog reda’ samog znanstvenog istraživanja (Anjan, 2021).

Pozitivno određenje realizma kreće od Sokrata, koji je za razliku od relativizma sofista, težio prema spoznaji istine istovremeno tvrdeći da je ne zna. Sokratski intelektualizam pozitivno je epistemičko i ontološko određenje znanosti koje tvrdi da znanost teži spoznaji istine, ali da tu istinu ne posjeduje, a na temelju ove ideje razvijala se realistička pozicija Sokratskog znanstvenog realizma (*Socratic scientific realism*). Prema ovoj poziciji znanost pretvara eksperimentalno konkretizirane istinite iskaze, znanstvene teorije u kompleksne sustave čime se uvećava empirijska točnost, konzistentnost, područje koje se može objasniti, provjerljivost i jednostavnost (Lyons, 2016: 581). Određenje znanstvenog realizma ipak ne bi smjelo biti utemeljeno u točnosti i visokom stupnju preciznosti naših najboljih znanstvenih teorija, jer se određen broj tih teorija ipak u budućnosti novim znanstvenim spoznajama može pokazati pogrešnim – tako bi se moglo tvrditi da će se suvremene znanstvene teorije pokazati kao netočne i pogrešne, kao i da je znanstveni realizam pogrešna pretpostavka. Ova vrsta argumenta protiv realizma određenog točnošću naših najboljih znanstvenih teorija je argument iz povijesti znanosti, ne samo puki induktivni oblik zaključka, nego metateorijska pretpostavka o vjeri napretka u znanosti. Povjerenje u napredak znanosti kao točnom objašnjenju i uspješnim predikcijama, konzistentnosti i koherentnosti nije uvijek ostvareno niti se uvijek može utvrditi da su teorije koje su došle nakon njih bile bolje. Opća teorija relativnosti i kvantna

teorija polja izvrsno opisuju fenomene u svojim područjima, ali međusobno nisu koherentne, nego čak oprečne pa u tom slučaju iz perspektive klasične logike i zdravog razuma ne mogu obje biti istinite ili aproksimativno točne. U ovom slučaju znanstveni realizam može ili mora biti u opreci sa zdravorazumskim realizmom oslonjenim na uzročnost, ovdje se naslućuje nesklad racionalnosti na temeljnoj razini čovjekovog iskustva i razini zahvaćanja neopažljivih entiteta gdje više ne vrijedi ta vrsta racionalnosti i realizma. Upravo je u ovoj točki bio napadnut znanstveni realizam od antirealizma, je li zadatak znanosti objašnjenje uzročne veze fenomena ili se svodi na puku apstraktnu generalizaciju i reprezentaciju utemeljenu u metafizičkim pretpostavkama? Izlaz iz ove situacije zahtijeva određenje znanstvenog realizma kao vrstu proširenja zdravorazumskog realizma utemeljenog na pretpostavci uzročne veze između misli i svijeta, na nove slučajeve i aspekte svijeta nedostupne opažanju i logici prosudbe vidljivog svijeta. U toj novoj logici koju je otkrila kvantna mehanika pokazalo se da stanje nekog fizičkog sustava ovisi i djelomično je određeno samim opažanjem, da je opažanje vrsta aktivne i određujuće uključenosti promatrača u događaje na tim vrlo malih veličinama, da je promatrač neodvojivi dio univerzuma koji želi objasniti. Ovdje otkriće stvarnosti svijeta prestaje biti objektivno u smislu neovisnosti od promatrača, koji sada postaje ključan dio tog svijeta i njegovog objašnjenja. Jedno moguće određenje veze zdravorazumskog realizma i znanstvenog realizma određuje ovaj odnos:

Zdravorazumski realizam: Mi svi nastanjujemo zajedničku zbilju, čija struktura postoji neovisno o tome što ljudi misle i kažu o njoj, osim u onoj mjeri u kojoj se stvarnost sastoji od, ili na nju uzročno utječu misli, teorije i drugi simboli (Godfrey-Smith, 2003: 174).

Supsumiranje zdravorazumskog realizma pod znanstveni realizam slično je teorijama koje se pojavom novih teorija ne ukidaju

nego ostaju vrijediti u jednom reduciranom opsegu s podjednakom relevantnošću objašnjenja u svom originalnom području. Zdravorazumski realizam je tako naturaliziran pa gornju definiciju iz citata samo treba nadopuniti »... na nju uzročno utječu misli, teorije i drugi simboli na način koji znanost može otkriti« (Godfrey-Smith, 2003: 176). Znanstveni realizam je tako naturalizirani zdravorazumski realizam koji određuje cilj znanosti u preciznom opisu svijeta uključujući neopažljive aspekte zbilje. Znanstveni realizam u jakom smislu uključuje pretpostavke da je znanost usmjerena doslovno istinitom prikazu svijeta i da su znanstvene teorije približno istinite. Uz ove temeljne pretpostavke snažna inačica definicije realizma uključuje još neke pretpostavke: (1) postoji određen svijet neovisan o umu i jeziku, (2) znanstvene teorije su doslovno istinite (kada jesu) djelomično zato što njihovi pojmovi odgovaraju zbiljskim svojstvima (prirodnim vrstama i slično) koja uzročno podupiru uspješnu upotrebu pojmova, i (3) napredak znanosti konvergira prema istini (Liston, 2022). Konvergentnost prema istini mora uključivati povijesno-stupnjevito približavanje istini, jer je to najočitiji proces napredovanja u spoznaji, pomoću znanosti i njezine metodologije. Stupnjevitost spoznaje mogla bi se razumjeti kroz zaključak na najbolje objašnjenje (*Inference to the Best Explanation*) prema kojem treba zaključiti da je istinita ona teorija ili hipoteza koja najbolje objašnjava dostupne podatke o nekom fenomenu. Teorija ili hipoteza koja uspješno objašnjava je ona koja je uspješna u predikciji i/ili ona čija je tehnološka primjena uspješna, snažna i pouzdana – iz čega se zaključuje da korespondira s prirodom kakva ona objektivno jest (ili vrlo blisko tomu) i da neopažljivi entiteti pretpostavljeni tom teorijom ili hipotezom zbiljski postoje zajedno s obilježjima koja su im njome pripisana. Prema tome, znanstveni realizam smatra da su znanstvene teorije barem približno istinite i da konvergiraju istini, da postoji porast uspješnosti u predviđanju fenomena, a najbolje objašnjenje za to je da su neopažljivi entiteti

kojima objašnjavaju opažljive fenomene također zbiljski entiteti a ne puke fikcije u ulozi obrane nekog (meta)teorijskog uvjerenja. Pitanje je može li se uvjerljivo pokazati zasebna ontološka zbilja neopažljivih entiteta kojima se koriste brojne znanstvene teorije. Ovim problemom, ontološke zasebnosti neopažljivih ili teorijskih entiteta, bavi se sljedeće poglavlje.

12 ONTOLOŠKA ZASEBNOST NEOPAŽLJIVIH ENTITETA

Kronološki početno, predteorijsko stanje ljudske spoznaje oslanja se isključivo na osjetilno zahvaćanje izravno opažljivih entiteta temeljem kojeg se onda objašnjavaju neki drugi entiteti i procesi koji nisu tako lako opažljivi ili je njihovo postojanje nesukladno, ili čak djelomično proturječno elementarno opaženim entitetima. Ljudska spoznaja o svijetu uvijek je nekako vezana uz ono empirijski opažljivo, a za neke filozofske pravce spoznaja svijeta nužno i isključivo proizlazi iz naših osjetilnih opažanja i interakcija s opažljivim prirodnim entitetima (empirizam). Zbog toga je razumljivo očekivati slaganje neke teorije s predteorijskim jednostavnim ili primitivnim empirijskim opažanjima. Nekada je cijela astronomija (prije toga astrologija) bila utemeljena na promatranju opažljivih nebeskih entiteta golim okom iz čega se često nisu izvodile konkluzije koje bi bile korespondentne suvremenim osjetilnim opažanjima teleskopom i radioteleskopom, ali naravno i suvremenim znanstvenim teorijama. Nebeska tijela su bila sitni predmeti koji su visjeli na nebeskom svodu koji se okretao oko velike i središnje postavljene Zemlje. Odustajanje od čvrste vezanosti uz izravna osjetilna opažanja u korist teorije koja interpretira ova opažanja ili im je čak suprotstavljena označilo je velik korak u napredovanju ljudskog znanja. Tako je Anaksagorina tvrdnja »... da je Sunce užarena gromada i da je veće od Peloponeza« (DK 59 A.1(8)) bila u opreci jednostavnom vizualnom opažanju Sunca kao nečega veličine lopte, njegova tvrdnja morala je suprotstaviti opažanje i teoriju na temelju koje je tvrdio da zbilja ne odgovara onome što izravno opažamo, i da nema potrebe za interpretacijom. Druga njegova tvrdnja da »Sunce daje Mjesecu svoj sjaj« (DK 59 B.18) još je manje ovisna o izravnom osjetilom opažanju i zahtijevala je jasnu

teoriju iz koje se izvodila. U Platona se nalazi poznata tvrdnja kojom zahvaćanje ontološki zasebnih entiteta stavlja isključivo u područje uma: kada je Diogen iz Sinope tvrdio postojanje isključivo materijalnih entiteta (stol i pehar) jer se oni mogu jasno vidjeti dok je njihova ideja nevidljiva, Platon mu odgovara da je tomu tako jer ima oči kojima se vidi stol i pehar, ali ne i um kojim se može vidjeti pojam stola i pehara (D. L. VI, 53). I drugdje u antičkoj filozofiji spominje se načelna ovisnost spoznaje osjetilnog opažanja o umu ili valjanom mišljenju (sg. *lógos*) jer »Oči i uši su loši svjedoci ljudima ako imaju barbarske duše« (DK 22.B.107) i to bez priklanjanja skepticizmu. Čini se da uvođenje tehničkih pomagala ne može supstancijalno riješiti spoznaju neopažljivih entiteta ili barem ne u svakom slučaju. Tako promatranje mikroskopom ne može potvrditi ili opovrgnuti postojanje (meta)teorijski pretpostavljenih materijalnih čestica, atoma ili još sitnijih djelića umom pretpostavljene elementarne materijalne zbilje. Mikroskopom nije moguće vidjeti elementarne čestice nego se u maglenoj komori vidi kondenzacija zasićene vodene otopine na tragu prolaska pretpostavljenih elementarnih čestica (ionizirajućeg zračenja) ili se na fotografskoj ploči vide tragovi sudara pretpostavljenih elementarnih čestica s pločom. Uočavanje nekih mrlji, nehomogenosti površine i sjena na promatranoj površini ili polju nije lako prihvatiti kao empirijski dokaz postojanja pretpostavljenih neopažljivih čestica niti to može poslužiti za uvjerljiv opis njihovih obilježja. Ova opažanja prije mogu poslužiti kao osnova interpretacije određenog (meta)teorijskog gledišta na stvarnost svijeta – o postojanju elementarnih čestica tvari i njihovim obilježjima. Tehnička pojačala osjetila teško mogu biti prihvaćena kao supstancijalan dokaz u prilog ili protiv postojanja nekih entiteta i/ili njihovih osobina, ili kao posredničko djelovanje koje može supstancijalno uvećati spoznajnu moć, 'otkriti' ili 'zamagлити' zbiljski postojeće fenomene.

Čini se da bi bilo 'nezgrapno' reći kako ljudi kada gledaju kroz naočale opisuju ono što vide kao sjene, dok oni koji

gledaju bez tehničkih pomagala govore o fizičkim predmetima – ili kako gledajući kroz prozor možemo samo *izvesti zaključak* kako kiši, dok kroz otvoreni prozor možemo ‘izravno opaziti’ da je tako (Maxwell, 2013: 1052).

Smisleno slično ovom citatu, ali iz drugog smjera, može se reći da bismo teško uvjerali nekoga da ono što zahvaća svojim osjetilima predstavlja puko osjetilno ‘opažanje’ dok korištenje tehničkih ‘pojačala’ tim osjetilima (dalekozor, mikroskop, ultrazvučni uređaj, radar i sl.) omogućava zahvaćanje fizičkih predmeta kakvi oni zbiljski jesu (objektivno, neovisno o promatraču). Entiteti koje možemo opažati svojim osjetilima ili njihovim instrumentalnim pojačanjima mogu se smatrati uvijek u nekoj mjeri, manje ili više teorijski ovisnima:

(1) opažanja mogu biti ‘blago’ ovisna o (meta)teorijskim pretpostavkama na neki opći način, to je uvjerenje da nije moguće opažanje apsolutno bez preduvjerenja ili pretpostavki o tome kakav je svijet, i;

(2) opažanja mogu biti prihvaćena kao fundamentalno ovisna o (meta)teorijskim pretpostavkama kakav je svijet moguć i/ili kakva je moguća narav znanja o njemu.

Prva, blaga teza odnosa između opažanja i teorije omogućava postojanje promatrača svijeta koji može (meta)teorijski odnos prema opažanjima zamijeniti nekim drugim kada to opažanje nije u skladu s početnim (meta)teorijskim stavom, njegova opažanja mogu poduprijeti ili osporiti određenu teoriju, teorija i opažanje su kvalitativno odvojeni. Druga, stroža teza, ne omogućava odvajanje teorije i promatranja jer je opažanje supstancijalno uokvireno (meta)teorijom i ne može poduprijeti opažanje koje nije u skladu s teorijom niti odbaciti teoriju koja nije usklađena s opažanjem, opažanje i teorija su kvalitativno povezani u fundamentalno neraskidivu vezu. Promjena teorijskog okvira zahtijeva težak put dugotrajne usporedbe paradigmi koji se neko vrijeme načelno ne može prosuditi opažanjem i postojećom dokaznom građom. Prihvatljivost ili

opstanak teorije ili (meta)teorijskog okvira u obje inačice u različitoj mjeri ovisi o opažanju, ali uvijek uključuje, također u različitoj mjeri, teorijski aspekt spoznaje i teorijske pojmove.

Teorijski pojmovi su oni pojmovi koji se odnose na entitete koji se ne mogu (izravno) opažati uz pomoć čovjekovih spoznajnih moći i njegovih tehničkih ‘pojačanja’, na primjer kvarkovi, gravitacijske sile ili uzročnost, ili pak oni pojmovi čije značenje proizlazi iz aksioma i izvedenih znanstvenih zakona znanstvenih teorija, poput pojma sile izvedenog iz Newtonovog zakona gibanja ili pojma prostora i vremena izvedenih iz Einsteinove teorije relativnosti. Neopažljive (*unobservable*) ili neopipljive (*im palpable*) entitete, njihovu narav, svojstva, kvalitete ili odnose nije moguće izravno opaziti, a za znanost i filozofiju znanosti važni su oni neopažljivi entiteti koji se pojavljuju u znanstvenim teorijama, za razliku od nekih drugih neopažljivih entiteta koji nemaju ulogu u njima, na primjer fikcija, duhovna bića ili pojave. Ponekad se u razvoju znanosti iznađe rješenje pa se u jednom trenutku poveća ljudska spoznajna moć i dokaže se postojanje takvih do tada neopažljivih entiteta, ali također postoje neopažljivi entiteti ili nepoznati entiteti za koje se čini da su načelno neopažljivi, kao oni u kvantnoj teoriji ili pak u klasičnoj fizici – poput pojma sile (ovdje u oba slučaja možemo očekivati tek uočavanje učinaka djelovanja ovih entiteta). Određena suprotstavljenost nekih fenomena klasične fizike (gravitacijska sila) s dotadašnjim fenomenima i objašnjenjima koja su se temeljila na fizičkim procesima koji proizlaze iz bliskog djelovanja između tijela njihovim sudaranjem, uputila je na mogućnost postojanja neočekivane nepoznate sile ili sila.

Newtonova gravitacija nije ‘kontaktna’ sila. To je sila koja se prenosi na sve udaljenosti beskonačnom brzinom (sic!) bez ikakvog uočljivog utroška energije. Ova sila se stalno kreće kroz potpuni vakuum u kojem ne postoji nešto što bi je prenosilo od jedne do druge točke... Za razliku od bilo

čega drugoga to je sila koja je potpuno neopažljiva osim preko njezinih učinaka prijenosa masa iz područja veće gravitacijske sile (poput Zemlje) u područja slabije gravitacijske sile (poput Mjeseca)... gravitacija je teorijski entitet ... opažanja ne pomažu puno u razumijevanju što bi to moglo biti (Rosenberg i McIntyre, 2020: 133).

Objašnjenje ponašanja tijela pomoću gravitacijske sile koja nije opažljiva za mnoge je čini okultnom, misterioznom silom kakva se ne bi smjela koristiti u znanstvenim objašnjenjima, a možda se ni načelno ne bi smjelo koristiti neopažljive entitete unutar znanstvenih objašnjenja. U antičkoj Grčkoj božica nužnosti, (pri)sile i neizbježnosti Anánkē (sg.) koristila se za opis stanja koje je takvo kakvo jest i ne može biti drugačije, ona je označavala 'sudbinu'. Može biti da je takva stvar s gravitacijskom silom, ona je tu i djeluje, možemo vidjeti njezine učinke i prihvaćamo njezino postojanje jer dobro objašnjava brojne fenomene, ali ne možemo objasniti što je ona po sebi, odnosno, ne možemo vidjeti ima li 'iza' nje kakvih fundamentalnijih entiteta. U suvremenoj filozofiji (i) znanosti takve temeljne činjenice koje se dalje ne daju objašnjavati nazivaju se grube činjenice, to su činjenice za koje nema objašnjenja. Primjer takvih činjenica je postojanje materije, univerzuma ili Boga. U svome metafizičkom (ne postoji odnos između činjenica, tj. nema utemeljenog objašnjenja: x činjenica i činjenica gravitacije) i epistemološkom (ne postoji deduktivno nomološko objašnjenje: nema uzroka gravitacije) aspektu pojam grube činjenice opire se postojanju neke dublje, skrivene stvarnosti koja bi bila odgovorna za postojanje ili obilježja grubih činjenica. S druge strane stoji načelo dovoljnog razloga koje smatra da ne postoje grube činjenice ili da u proučavanju svijeta ne bismo trebali promatrati probleme kao grube činjenice. Na primjeru gravitacijske sile čini se da postoji usmjerenost prema promatranju neopažljivih entiteta kao temeljnih entiteta zbilje, kao grubih činjenica, ili s druge strane, kao teorijskih entiteta koji imaju samo

instrumentalnu vrijednost bez ontološke zasebnosti, svođenje na puko opažanje određene pravilnosti. Veliki prijepor oko naravi gravitacijske sile, i optužbi da je ona mistična, fiktivna sila koja ima instrumentalnu vrijednost i koju treba svesti na puko opažanje, završen je u suvremenoj fizici Einsteinovim objašnjenjem i kasnijim tumačenjima da se fenomeni pripisani djelovanju gravitacijske sile mogu objasniti unutar paradigme prostor-vremena zakrivljenošću prostora oko materijalnih tijela.

Prihvaćanje moguće ontološke zasebnosti neopažljivih entiteta očito pretpostavlja kvalitativno razlikovanje između opažljivih i neopažljivih entiteta: neopažljivi entiteti nisu samo 'slabije' vidljivi entiteti koji trebaju pomoćno-tehnička pomagala za njihovo otkrivanje niti su neka vrsta umanjenih inačica opažljivih entiteta – čini se da neopažljivi entiteti imaju vrlo specifična obilježja koja nisu relevantna u opisu opažljivih entiteta. Može se reći da bi se u uobičajenom, svakodnevnom značenju, opažljivost mogla razumjeti kao izravno zahvaćanje osjetilima. Izravna osjetilna spoznaja podrazumijeva opažanje nekog entiteta bez pomoći tehničkih instrumenata i opažanje do kojeg nije došlo pomoću zaključaka (Carnap, 1966: 23), na osnovi neke pretpostavke ili teorije. U filozofiji logičkog pozitivizma i empirizma svi neopažljivi entiteti su pseudoznanstveni jer se ne mogu 'prevesti' u pojmove svakodnevnog osjetilnog iskustva, pa pojmovi kao što su životna sila (vitalizam), gravitacija, atom ili elektron nisu smisleni zato što nemaju empirijski sadržaj. U fizici bi opažljivost ipak imala neko drugo značenje jer su mjerljive veličine ili obilježja poput tlaka (zraka), električnog naboja ili temperature jasno opažljive veličine na mjernim instrumentima čije se očitavanje prihvaća kao izravno opažanje. U osnovi, teži se prihvaćanju ontološke zasebnosti teorijskih pojmova koji se mogu odrediti pomoću nekih drugih pojmova, opažljivih. Na žalost, teško da bi se mogli naći teorijski, neopažljivi entiteti koji bi se mogli precizno opisati odnosno objasniti pomoću pojmova koji označavaju ili određuju opažljiva obilježja.

Ako se ‘kiselina’ definira kao ‘donor protona’ a ne postoji opažanje koje može dati ‘empirijski sadržaj’ pojmu ‘donor protona’, jer ne možemo dotaknuti, okusiti, vidjeti, osjetiti, čuti ili pomirisati proton, tada je ‘kiselina’ pojam bez značenja. S druge strane, kiselinu možemo definirati kao ‘bilo koju stvar koja može promijeniti plavu boju lakmus papira u crvenu’, ali tada nećemo moći objasniti zašto to neke tekućine mogu, a neke druge ne (Rosenberg i McIntyre, 2020: 136-137).

Čini se da je idealistički san potpunog povezivanja teorijskih pojmova njihovim izvođenjem iz potpunih opažljivih iskaza na način da im se tako omogući empirijski sadržaj i značenje, osuđen ostati san. Poznati primjer iz povijesti znanosti je pojam kemijske teorije koji se smatrao izravno odgovornim za gorenje i koroziju, pretpostavljeni neopažljivi plin flogiston⁴⁵ koji je, kako se pretpostavljalo, bio sadržan u svim tvarima koje mogu izgarati i u metalima. Teorijskom, pretpostavljenom neopažljivom entitetu pripisana su također pretpostavljena svojstva: flogiston sadržan u zapaljivim tvarima i metalu oslobađa se tijekom izgaranja, disanja i kalcinacije (oksidacija organskih spojeva i žarenje tvari na visoku temperaturu, ali nižu od tališta, pri čemu se iz tvari istjeruje CO₂, voda, ili oboje), a obrnutim procesom flogiston se ponovno apsorbira u njih. Johann Becher pretpostavio je 1669. god. da se prilikom gorenja oslobađa zapaljiva zemlja (lat. *terra pinguis*), koja početkom 18. st. kod Georga Stahla dobi naziva flogiston. Stahl razvija flogistonsku teoriju dodajući uz zapaljivu zemlju i metale za koje je pretpostavio da se sastoje od vapna i flogistona. Zagrijavanjem metala oslobađa se flogiston, nakon kojega od metala ostaje vapno – spajanjem vapna i flogistona može ponovo nastati metal. Za neke pokuse se činilo da ukazuju na ispravnost flogistonske teorije jer se kod prelaska sumporne kiseline preko metala cinka oslobađao ekstremno zapaljivi plin – za taj se plin

45 O flogistonu se piše i u poglavljima 2 i 11.

pretpostavljalo da je flogiston (danas se zna da je to vodik). Glavni prigovor flogistonskoj teoriji je bio u manjoj težini izgorjene organskih tvari od težine organske tvari prije gorenja, dok je vapnenasti ostatak nakon gorenja metala bio teži od izvornoga metala koji se žario što je očita inkonzistentnost. Ova logička poteškoća nije bila važna Stahlu jer ionako nije smatrao flogiston nekom konkretnom supstancom nego nematerijalnim načelom. Tek nakon njega kemija počinje prihvaćati flogiston kao materijalnu supstanciju, nevidljivu ali zbiljski postojeću. Krajem 18. st. Antoine Lavoisier proučavajući povećanje i smanjivanje težine kositra, olova, fosfora i sumpora koji su bili podvrgnuti reakcijama oksidacije ili redukcije otkriva stalnu prisutnost novootkrivenog kemijskog elementa kisika. Lavoasierovo otkriće postalo je opće priznato iako je čak i jedan od pronalazača kisika Joseph Priestley (1774)⁴⁶ ustrajavao u prihvaćanju nekog oblika flogistonske teorije. Tako se nakon dugo vremena i niza hipoteza došlo do spoznaje da neopažljivi plin flogiston ne postoji jer su pokusi pokazali da su učinci pripisivani flogistonu u stvarnosti bili učinci jednog drugog entiteta – plina kisika. Lavoisier je osim teorijskog uspjeha objašnjenja teorije gorenja i razlike između kemijskih elemenata i spojeva otkrio načelo očuvanja tvari u kemijskim reakcijama, a uspješnim eksperimentima (upotreba vage) uveo je kvantitativnu metodu u kemijska istraživanja i utemeljio kemiju kao egzaktnu znanost. Njegova istraživanja pokazala su neodvojivost znanstvenog znanja od eksperimentalne metode, uključujući tu i promatranje, pokazujući da je moguće povezati znanstveno objašnjenje prirodnih fenomena sa zbiljskim entitetima koji su neopažljivi i postoje izvan ili iza područja izravnog osjetilnog opažanja. Po negdje je prijelaz od opažljivih entiteta prema teorijskim ili neopažljivim entitetima kontinuiran, i obratno, ali još uvijek nije lako objašnjiva razlika među njima:

46 Carl Wilhelm Scheele 1772. god. i Joseph Priestley 1774. god. neovisno jedan od drugome su došli do otkrića kisika, najraširenijeg kemijskog elementa na Zemlji.

Suvremena teorija elektronske valencije pokazuje stvarni neprekinuti prijelaz od vrlo malih molekula (poput vodikovih) preko onih ‘srednje veličine’ (kao što su masne kiseline, polipeptidi, bjelančevine i virusi) do ekstremno velikih (poput kristala soli, dijamanta i grudica polimerne plastike). Posljednje spomenute molekule su makro molekule koje su izravno opažljivi fizički predmeti, ali su ipak izvorne, pojedinačne molekule iz prve skupine one koje imaju zbunjujuća obilježja subatomske čestice ... trebamo li reći da su velike molekule bjelančevina ... koje možemo opaziti elektronskim mikroskopom manje stvarne ili da postoje u nešto manjoj mjeri nego molekule polimera koje se mogu opažati optičkim mikroskopom (Maxwell, 2013: 1053-1054).

Ovaj primjer pokazuje, s jedne strane neodvojivost opažanja i teorije (opažljivih i teorijskih entiteta) a s druge strane potrebu razlikovanja opažanja i teorije. Teorija usmjerava naše opažanje prema nekom fenomenu i oblikuje očekivanje nekog fenomena, entiteta ili procesa i njihovih obilježja na odgovarajući način, kako je propisano tom teorijom. Također, iz gornjeg citata je jasno da ipak postoje entiteti koji su više (subatomske entiteti) ili manje (makromolekule) teorijski pojmovi, odnosno iskazi koji se u različitom stupnju preciznosti odnose na teorijske entitete. S obzirom na čovjekove urođene osjetilne sposobnosti koje su primjerene izravnom osjetilnom zahvaćanju svijeta srednjih veličina (mezokozmos) u kojem čovjek izravno živi i na koji je upućen svojom osjetilnom prirodom i biologijom, a u drugom stupnju čak i uz upotrebu pomagala, moglo bi se reći da je neki predmet srednje veličine (na primjer drugi čovjek) u puno manjem smislu teorijski entitet nego što je to predmet mikrokozmosa (subatomska čestica) i predmet makrokozmosa (galaksija) koje je moguće promatrati tek uz nužnu pomoć sofisticiranih pomagala i teorija koje trebaju tumačiti ta opažanja. Na osnovnoj razini osjetilne

spoznaje očita je vrlo niska razina teorijske ‘opterećenosti’ jer postoji brza i inter subjektivno laka provjerljivost izravnog opažanja u području čovjekovog prirodnog okruženja. Čovjek nije samo prirodno nego i kulturno biće, no njegova stremljenja prema spoznaji drugih područja u koje nije izravno biološki i ekološki ‘usađen’, čini se kako su neizbježno ovisna o tehničkim pomagalima i teorijama koje su vezane uz neizravna, teorijska opažanja i teorijske entitete, koja u nekoj mjeri uvjetuju opažanja. Filozofija znanosti od 20. stoljeća razmatra ontološku zasebnost mogućeg postojanja i naravi teorijskih entiteta iz dviju temeljnih perspektiva: realizma i nekog oblika nerealizma ili instrumentalizma. Kopernikov heliocentrični model kozmosa gotovo se bez protivljenja prihvaćao kao korisno matematičko sredstvo za opisivanje i predviđanje kretanja nebeskih tijela, no njegova korespondentnost s fizičkim kozmosom kakav je on zbiljski i objektivno, iz početka nije bila prihvaćena. Iz realističke perspektive može se reći da teorijski entiteti koje ne možemo izravno spoznati – bez pomoći tehničkih pomagala, na primjer gravitacijska sila, elektron ili temperatura, zbiljski postoje u svijetu neovisno o promatraču, njegovim teorijama i jeziku kojima objašnjava svijet. Polazno realističko gledište smatra da su teorijski entiteti, na primjer elektron, prostorno-vremenski entiteti koje prepoznajemo po njihovim obilježjima, u ovom slučaju po određenoj masi i električnom naboju. Prema ovom određenju teorijski entiteti mogu se identificirati i prihvatiti kao postojeći s obzirom na svoje teorijske funkcije (na primjer ulogu sile u fizici), i odnose (prostorne, kronološke i uzročne) te naravno, u nekoj mjeri ovisno o postojećoj teoriji kojom se pretpostavljaju. Ova definicija teorijskih entiteta može se nazvati »deskriptivna slika« teorijskog pojma, a druga dva moguća značenja su »uzročna i uzročno-historijska teorija« i »hibridna teorija« koja kombinira deskriptivnu teoriju s uzročnim elementima (Holger, 2021). U deskriptivnoj slici teorijskih entiteta ostaje problematičnim opis teorijskog entiteta iz perspek-

tive dviju konkurentskih teorija: govore li one o istom entitetu, jesu li nesumjerljivi njihovi opisi i problem prosudbe elemenata opisa jedne teorije iz perspektive teorije koja je nasljeđuje, na primjer Thomsonovog modela ili opisa strukture atoma koji je naslijedio Rutherfordov model atoma mijenjajući elemente tog prijašnjeg opisa. Uzročno-kauzalni prikaz pretpostavlja mogućnost prepoznavanja teorijskog entiteta i praćenja prijenosa njegovog značenja od prvog poznatog korištenja do danas. Hibridni model koji koristi deskriptivno-uzročni pristup značenju nekog teorijskog entiteta zahtijeva ispunjavanje temeljnih uzročnih opisa vezanih uz taj pojam, a pojmovi t' i t označavaju isti entitet ako i samo ako entitet koji pretpostavljeno označavaju ima istu uzročnu ulogu s obzirom na mrežu fenomena, i ako ključni uzročni opis t' poprima konstitutivna svojstva vrste ključnog uzročnog opisa povezanog s t' (Holger, 2021). Ova definicija oslanja se na elemente određenja načela (materijalnog i/ili kvalitativnog) identiteta nerazlučivih ili istovjetnosti dvaju bića: bitak može imati različite aspekte, nazive i razvijati se u nekom kontinuitetu, ali ipak ostaje ista stvar.

Iz perspektive nerealizma (u kojem je instrumentalizam najpoznatiji pristup), ali i antirealizma, realizam nema moć ni načelnu sposobnost objašnjenja naravi teorijskih entiteta, osporava se njihova ontološka zasebnost i tvrdi da je riječ o fiktivnim i pomoćnim instrumentima, metodološkim alatima. Vrlo često se teorijski entiteti iz perspektive nerealizama smatraju *ad hoc* metodom objašnjenja, heurističkim alatom koji se primjenjuje kada se nema pouzdanu teoriju i prije provjereni metodološki postupak, ili ih se svodi na puki opis nekih (uzroka) prirodnih fenomena. Tako se u formalističkoj struji filozofije matematike teži objašnjenju matematičkih pojmova i predmeta u smislu formalnih pravila ili sintaktičkih entiteta i operacija unutar infinitezimalnog (diferencijalni i integralni) matematičkog računa. Infinitezimalni račun proučava brzine promjene određene veličine (funkcije) s

obzirom na (promjene) varijable drugih veličina (diferencijalni račun) i zbraja beskonačno mnogo malih dijelova radi određenja površine između krivulje funkcije i x osi ili apscise koordinatnog sustava (integralni račun). Ova formalna pravila i entiteti (simboli, formule, teoremi) mogu se prenijeti na teorijske pojmove koji se interpretiraju kao nešto što se odnosi na zbiljske, fizičke predmete ili pojave. Preciznije rečeno, ovdje je riječ o pretpostavci »... da su teorijski entiteti matematički entiteti koji su povezani s opažljivim događajima na određene zadane načine ... iako matematički entiteti sami po sebi nemaju poveznice s opažljivim fenomenima« (Holger, 2021). Vladajuća pretpostavka matematičkog formalizma u filozofiji matematike i filozofiji znanosti, kao i u znanosti samoj, oslanjanje je na neopažljive teorijske entitete u objašnjenju onih opažljivih, fizičkih entiteta. Pri tome se upada u gotovo stalnu dilemu radi li se kod neopažljivog entiteta o ontološki zasebnom fenomenu – nečemu što zbiljski jest – ili o čovjekovoj misaonoj konstrukciji koja je trajno neodvojiva i zarobljena od strane teorije i teorijskog mišljenja koji metafizički pretpostavljaju narav temeljne stvarnosti svijeta. Upotreba opažljivih teorijskih entiteta u objašnjenju opažljivih fizičkih entiteta povezuje metafiziku s fizikom. Također, može biti da su neki teorijski entiteti načelno nepoznatljivi i tako trajno ostavljeni bez nade u moguću pojavu nekih vrlo preciznih instrumenata koji bi ih mogli prevesti u opažljivo područje. Pojam elektrona danas je općeprihvaćen kao zasebni ontološki entitet, iako se njegovo značenje značajno promijenilo jer više ne nosi izvorno značenje starogrčkog pojma *átomos*⁴⁷ kao nečega nedjeljivog. Demokrit je za označavanje nedjeljive zbilje rabio pojam *idéa* koji je u to doba značio nešto vidljivo, iako je osnova zbilje bila, sasvim jasno, nevidljiva. To je bilo zato što se osnova svijeta, supstancija po kojoj jest sve što jest, ono vječno, neuništivo i nepromjenjivo,

47 Nije zabilježeno da su starogrčki filozofi atomisti koristili pojam *átomos*, zna se da su pojam nedjeljivosti označavali pojmovima *dén*, *ón*, *nastón* i *idéa*.

koje izmiče svakoj zbiljskoj promjeni i uništenju, moglo spoznati samo umom. Osnova svijeta njima je *idéa* spoznatljiva i ‘vidljiva’ samo intelektualnom ‘gledanju’ koje počinje svoje opažanje vidljivih fizičkih predmeta, prelazeći zatim daleko iznad čovjekovih osjetilnih moći prema zbiljskom svijetu koji se može spoznati samo umom. Ovo starogrčko filozofsko promišljanje daleko je od suvremenog poimanja teorijskih entiteta, možda najviše zato što suvremena znanost i filozofija znanosti ne žive u epistemološkom raju nego usađenoj sumnji. Danas postoji opsežno znanje o postojanju i vrstama subatomske čestice i njihovih različitih svojstava naboja i mase čime se mogu razlikovati. Ipak,

... postoje li elektroni? ... s obzirom na nestabilno stanje suvremene mikro fizike, ne možemo isključiti znanstvenu revoluciju u kojoj se smatra da elektroni – barem kako ih se trenutačno shvaća – ne postoje. Mnogo toga što mi danas vjerujemo o elektronima moglo bi izgledati pogrešno kako u pojedinostima tako i općenito, kao što se dogodilo s flogistonom (O’Hear, 2007: 75).

Prihvatanje postojanja i mogućnosti razlikovanja osjetilima neopažljivih subatomske čestice vjerojatno proizlazi iz pretpostavke vrlo bliske veze opažanja i teorije, iako se čini očitom ovisnost teorijskih entiteta o teorijama, najčešće vrlo specifičnim teorijama, a ponekad i isključivo samo jednoj teoriji izvan koje takav entitet nema smisla ni egzistencije. Visoko teorijski pojmovi sile i mase su teorijski pojmovi unutar Newtonove mehanike, dok su pojmovi položaja, vremena i prostor-vremena teorijski pojmovi Einsteinove specijalne teorije relativnosti. Povijest znanosti je pokazala da su mnogi pretpostavljeni teorijski entiteti u ontološkom smislu bili neosnovano pretpostavljeni: od klasično pretpostavljenih osnovnih elemenata (vatra, voda, zemlja i zrak na Zemlji i eter na nebesima) ako ih se ne razumijeva simbolički, preko već spomenutog flogistona i luminoferoznog etera kao

medija kojim se širi svjetlost (a čije je postojanje odbačeno nakon pojave Einsteinove specijalne teorije relativnosti, ali i empirijskog neuspjeha posebnog uređaja interferometra u dokazivanju njegovog postojanja) pa do pojmova poprečne i uzdužne mase koji su korisne veličine za računanje u fizici čestica, ili teške i/ili trome mase dok Einsteinova opća teorija relativnosti u načelu ekvivalencije nije pokazala njihovu istovjetnost. S druge strane, za neke teorijske entitete pokazala se ispravna pretpostavka njihove ontološke zasebnosti: primjer je pretpostavljeni kemijski elementi kojeg inače nema u prirodi, ali je umjetno stvoreni čime se dokazala teorija na kojoj je izgrađen periodni sustav elemenata: iz vrlo rijetkog plemenitog plina radona (Rn) sa 86 elektrona u šest ljuski, 2002. god. umjetno je sintetiziran element organeson (Og) s atomskim brojem 118 i sa sedam ljuski, a 2015. god. priznat je kao zaseban kemijski element. Uz organeson iste je godine prihvaćeno postojanje još triju kemijskih elemenata, a periodni sustav elemenata svojom strukturom predviđa postojanje još elemenata kojima je teorijom na kojoj je izgrađen periodni sustav elemenata moguće predvidjeti ne samo postojanje nego i njihova obilježja.

13 TEORIJA RELATIVNOSTI I KVANTNA TEORIJA

Prva filozofija promišljala je (materijalnu) osnovu svijeta, njezino (pra)podrijetlo i narav, a takav je i misaoni početak puta većine filozofskih promišljanja pojedinaca koji se javlja već u djetinjstvu: od čega se sastoji svijet, kako su takva bića (i svijet) nastala ili su možda oduvijek, je li vrijeme nešto supstancijalno postojeće ili neka vrsta ‘dodatka’ materiji, što je prazan prostor (je li to još uvijek prostor i može li nešto bivati izvan njega), ima li možda negdje izvan ovog trodimenzionalnog prostora i vremena neke vrste ‘prasilike’ ili idejne osnove prema i po kojoj je konstruiran ovaj svijet, ako on uopće jest nešto zbiljsko, a ne neka vrste opsjene – iako vrlo uvjerljive. Moglo bi se reći da je značenje fizike (sg. *phýsis*) od antike označavalo pravu zbilju svijeta, ono što jest, temeljnu stvarno/st svijeta, ono što je trajno, vječno i nepromjenjivo. Izvedena kasnija značenja promatraju fiziku i svijet pokretnih tijela, materijalnu stvarnost, kao ono što jest, za razliku od ideja i konstrukcija, makar uključuju nematerijalna bića poput prostora i vremena ali u kontekstu neodvojivosti od materije i kasnije energije te prirodnih zakona. Fizika je tako uz sebe vezala materiju i prirodne zakone kao medij i temeljnu građu svijeta, tijelo i materija koja je sačinjava je jedino postojeće biće iz kojega proizlaze i izgrađena su sva ostala bića i fenomeni: složevine, kompleksi i um su (epi)fenomeni materije i zakona prema kojima se ona ponaša u oblikovanju svijeta. Prema ovome je proučavanje fizike usmjereno na spoznavanje svijeta kakav on zbilja jest, objektivno i neovisno o (epi)fenomenima koji izrastaju iz njegove temeljne zbilje jer oni nemaju zasebnu ontološku stvarnost izvan čovjekovog svijeta. Svijet je fundamentalno sačinjen od najmanjih djelića materije (kasnije i energije, sila i dr.) koji su jedini zbiljski postojeća bića sa zasebnom ontološkom

potvrdom, a fizika koja uspješno objašnjava taj svijet i predviđa buduće događaje u tom svijetu postala je paradigma znanosti i racionalnosti te objektivne slike svijeta kakav je on po sebi, neovisno o promatraču i teoriji kojom se taj promatrač koristi u pokušaju spoznaje svijeta. Ova opća ideja fizike i fizikalnih teorija je vrsta optimističkog razumijevanja prirode kao nečega jednostavnog što se može zahvatiti i objasniti poznavanjem uniformnog mehanizma klasične fizike.

Slika fizičkog svijeta koji ima jednostavnu ontologiju materije u gibanju, upravljane nepromjenjivim zakonima, dolazi iz klasične fizike. Najjednostavnija inačica mehanike opisuje dinamičnu evoluciju sustava točkastih čestica zbog sila koje djeluju među njima. Kinematička teorija (teorija mehanizama, nap. a.) određuje geometriju gibanja i vrste čestica koje se razmatraju, dok dinamika utvrđuje sile i njihove učinke (Hofer i Smeenk, 2016: 116).

Uvjerenje koje u temelju ima relativno jednostavnu i razumljivu sliku svijeta izvedeno je iz dijela antičke filozofske tradicije koja je pretpostavljala svijet izgrađen od materije koja je u svojoj konačnici nedjeljiva i nepromjenjiva, vrlo mala fizička, tjelesna jedinica koja ispunjava prazan prostor gibajući se u njemu. U svijetu koji nam se pokazuje raznolik, jedina zbilja postojeća, trajna i nepromjenjiva samo je temeljna materijalna građa čijim miješanjem nastaje sva ta osjetilima opažljiva stvarnost. Ove vrlo male fizičke jedinice po sebi su bez osjetilnih kakvoća, iako se zbog njihovih kvantitativnih razlika, gibanja i združivanja mogu opaziti različite kakvoće poput boje, okusa i mirisa. Također, preuzeta je pretpostavka o podudarnosti matematičkih ideja (i geometrijskih oblika temeljnih čestica i njihovog rasporeda) s vanjskim, fizičkim svijetom. Temeljnu materijalnu građu svijeta sačinjavaju jako sitna i nevidljiva bića koja se gibaju unutar nemjerljivo velikog, neograničenog prostora.

Leukip i njegov drug Demokrit imenovali su puninu i prazninu kao elemente, nazivajući ih ‘biće’ i ‘ne–biće’: puno i čvrsto je biće, prazno i rijetko je nebiće... To su tvarni uzroci bića, i baš kao i oni koji postavljaju jednu temeljnu supstanciju izvode sve drugo iz njezine trpnosti, tako da i oni kažu da su razlike [između atoma] odgovorne za sve ostalo. Prema njima ima ih tri: oblik, raspored i položaj, jer oni kažu da se razlikuju ‘ritmom’, ‘dodirom’ i ‘okretanjem’. ‘Ritam’ je oblik, ‘dodir’ je raspored, a ‘okretanje’ položaj. Primjerice, A se razlikuje od N oblikom, AN od NA rasporedom, Z od N položajem (Aristot. Met. 985b4).

Suvremena fizika zadržala je strukturni model vrlo male jedinice koja gradi cjelokupnost svijeta, no ona više nije materijalna jedinica u prostoru i vremenu, »... već na određeni način jedan simbol čijim uvođenjem prirodni zakoni poprimaju neku posebno jednostavnu formu« (Heisenberg, 1998: 47). Čini se da je ovdje na djelu ponovo prihvatanje matematičkog ili instrumentalnog, a ne fizikalnog ili fizičkog modela koji bi opisao kakva je ta osnovna materijalna građa-čestica zbiljski u prirodi i neovisno o teoriji i opažanjima promatrača. Konkretno, nastanak teorije relativnosti i kvante teorije proizašao je iz neuspjeha klasične fizike u predviđanju i objašnjenju fenomena zračenja zagrijanog tijela (kvantna fizika) odnosno iz Michelson-Morleyevog pokusa (teorija relativnosti).

13.1 Teorija relativnosti

Teorija relativnosti obuhvaća dvije vrlo povezane teorije, specijalnu teoriju relativnosti (STR, *Special Theory of Relativity*) i nešto poslije njezino proširenje, opću teoriju relativnosti (GTR, *General Theory of Relativity*). Teorija relativnosti je osim novih otkrića iz područja fizike implicirala gotovo nezamislive filozofske promjene: uz već prije naznačenu mogućnost *ex nihilo* po-

stanka svemira, materije i energije, u nekom konkretnom trenutku u prošlosti, također i postanak vremena, prostora i prirodnih zakona koji upravljaju ovim kompleksom.

Specijalna teorija relativnosti ‘spasila’ je neusklađenosti Michelson-Morleyev pokus s postojećim pretpostavkama o eteru kao sredstvu kroz koje se širi svjetlost, pridonijevši spoznaji o nepromjenjivoj brzini svjetlosti kao univerzalnoj prirodnoj konstanti, a opća teorija relativnosti povezala je specijalnu teoriju relativnosti s Newtonovom gravitacijskom teorijom – pri tome su obje uvele pojmovne novine u fundamentalna fizikalna istraživanja. Teorije su se oblikovale i razvijale počevši od Maxwellove teorije elektromagnetizma i optike kojima se povezanost elektriciteta, magnetizma i optike opisala unutar četiriju jednadžbi.

Rayleigh-Jeansov⁴⁸ zakon zračenja crnog tijela⁴⁹ iz 1900. god. je iz perspektive klasične fizike objasnio gustoću energije zračenja crnog tijela pri određenoj temperaturi. Njihova jednadžba je bila u skladu s rezultatima pokusa na niskim frekvencijama (velike valne duljine), ali je bila u suprotnosti s rezultatima pokusa s velikim frekvencijama (kratke valne duljine). Neusklađenost zakona (teorije) s empirijskim pokusima i pogrešna predviđanja nastali su jer klasična fizika, očito, nije mogla svojim formulama objasniti i predvidjeti ponašanje tijela na subatomske razini svijeta. Neslaganje ovog zakona s rezultatima pokusa upućivalo je na pogrešku u teorijskim pretpostavkama klasične fizike i potrebu razvoja fizike koja bi mogla objasniti rezultate pokusa zračenja crnog tijela. Zračenje crnog tijela je uputilo je na odnos zračenja s toplinom, i nakon uspješnih mjerenja spektra toplinskog zračenja činilo se da odgovarajuća interpretacija pretpostavlja kako crno tijelo-oscilator može postojati samo u diskretnim, pojedinačnim i odijeljenim energetske stanjima, da može odašiljati i primati energiju u zaseb-

48 John William Strutt Rayleigh i James Hopwood Jeans.

49 U ravnotežnoj termodinamici ‘Crno tijelo’ je zamišljeni savršeni apsorber i emiter zračenja, tijelo koje može biti crne boje i imati malu šupljinu, a koje nakon zagrijavanja u pećnici postiže toplinsku ravnotežu stjenki tijela i šupljine unutar nje.

nim, odvojenim kvantima energije. Aksiom neprekinutosti koji još od Leibniza pretpostavlja povezanosti i neprekinutost (lat. *Natura non facit saltus*)⁵⁰ ne dopuštajući iznenadne i skokovite promjene nije bio koristan u interpretaciji mjerenja spektra toplinskog zračenja, jer je ovaj upućivao upravo na ‘skakanje’ s jedne energetske orbite na drugu, od nje strogo odvojenu energetske orbitu. Pokazalo se da načelo *Natura non facit saltus* i načela klasične fizike ne samo da ne pomažu u objašnjenju ovog fenomena, nego su im oprečna. Pokusi i interpretacije zračenja crnog tijela uputili su na još jedan zanimljiv fenomen, za čije je objašnjenje iz 1905. god. Einstein 1922. god. (za 1921. god.) dobio Nobelovu nagradu iz fizike, fotoelektrični efekt. Fotoelektrični efekt je fenomen emitiranja elektrona iz metala pod utjecajem svjetlosti u kojem energija elektrona ne ovisi o intenzitetu svjetlosti nego samo o njegovoj frekvenciji tj. valnoj duljini. Einstein je na temelju Planckove ideje⁵¹ o kvantiziranim energetskim stanjima oscilatora pretpostavio da su i valovi svjetlosti kvantizirani, gdje svaki kvant svjetlosti nosi energiju (kojom je odijeljen od drugih kvanata svjetlosti ili energije) koja je umnožak frekvencije (ν) i tek nešto prije izračunate Planckove konstante (h), tj. $h\nu$. Einstein je razvio dvije teorije relativnosti, 1905. god. objavio je specijalnu teoriju relativnosti, a opću teoriju relativnosti objavio je u konačnom matematičkom obliku 1915. god. Već sam naziv teorije upućuje na neprihvatljivost apsolutnog (privilegiranog) mjesta promatranja univerzuma, umjesto toga mjesto i vrijeme promatranja, promatrač, postaju relativni u odnosu na prostor, vrijeme i drugog promatrača – jedina konstanta je brzina širenja svjetlosti u vakuumu. Do tada, klasična Newto-

50 Priroda ne pravi skokove.

51 Planck se dugo mučio oko formule nazvane Planckovom konstantom (formula je uklesana na njegovom nadgrobnom spomeniku) ili konstantom prirode, kako ju je on sam zvao. Bio je vrlo rezerviran i oprezan oko ideje kvantiziranih energetskih stanja i kvanata energije, radije je govorio o kvantima djelovanja, a ne kvantima energije. Za njega je to dugo bila *Wirkungshypothese* (njem.) ili hipoteza učinika, a njegova konstanta h bila je opisivana kao dobro poznata brojčana vrijednost čije fizikalno značenje nije zadovoljavajuće poznato.

nova fizika pretpostavljala je apsolutno vrijeme i prostor, i prema tome postojanje inercijskog referentnog sustava u odnosu na koji bi se sva materijalna tijela u univerzumu morala podvrgavati zakonima mehanike. Ipak, i u Newtonovoj fizici sadržano je ograničeno načelo relativnosti u pretpostavkama relativnosti položaja ili težine (iako tijelo ima istu masu, težina ovisi o položaju – gravitacijskoj sili tj. položaju tijela prema drugim tijelima), uzrokujući određen nesklad u Newtonovoj teoriji. U Newtonovoj fizici postoje određeni objektivni kriteriji ili referentni sustavi: dva promatrača iz različitih perspektiva mogu promatrati gibanje nekog tijela koje se jednom promatraču čini brzo dok se drugom čini da se predmet ne giba – ipak, ne mogu oba biti u pravu nego se pretpostavlja ispravnost, valjanost ili objektivnost samo jednog referentnog sustava. U pojednostavljenom smislu, trebalo bi pronaći neku referentnu točku koja miruje, a za Newtona je to apsolutni prostor. Newton je ovdje zapravo primijenio Galileijevo načelo relativnosti kojim je ovaj utvrdio postojanje inercijskih transformacija prema kojima različiti referentni okviri poprimaju jedinstveno ‘tijelo’ u kojem zakoni fizike poprimaju isti oblik.⁵² Newton, na primjeru posude napunjene vodom koja je vezana uvrnutim konopcem, pokazuje da otpuštanje uvrnutog konopca na kojem visi vjetrov napunjeno vodom uzrokuje njegovu rotaciju, kao i rotaciju vode u njemu – gibanje između vjetrova i vode je relativno, a rotacija vjetrova uzrok je rotaciji (i obliku) vode u vedru.

U razdoblju najvećeg relativnog gibanja površina vode ostaje u svom izvornom ravnom stanju. Postupno, ipak, kreta-

52 Galilei je pretpostavio da su zakoni koji upravljaju svim fundamentalnim gibanjima jednaki u svim referentnim sustavima: pokus na brodu koji se giba konstantnom brzinom potvrdio je relativnost brzine u odnosu na predmet na njemu – kamen koji se baci s jarbola broda. Inercijski sustavi (kamen i brod) ravnopravni su pa unutar nekog inercijskog sustava nije moguće potvrditi kreće li se ili ne. Načelo Galileijeve relativnosti kaže da ako je Newtonov drugi zakon (Promjena količine gibanja razmjerna je djelovanju sile) točan u bilo kojem referentnom okviru, također će se činiti točnim promatraču koji se kreće bilo kojom konstantnom brzinom u odnosu na taj sustav.

nje se prenosi na vodu. Može se reći da rotacija vjedra inducira rotaciju vode. Dakle, relativno kretanje između dvaju objekata se postupno smanjuje... na kraju vjedro i voda više nisu u relativnom kretanju jedno prema drugom... voda je u stanju najviše moguće konkavnosti ... uzrok deformacije vode nije originalno kretanje vode s obzirom na vedro nego konačno apsolutno kretanje s obzirom na prostor (Angel, 1980: 55-56).

Moglo bi se reći da je Newtonova fizika sadržavala relativnost, ali na 'relativan' način ne smatrajući je relevantnom, bio je to opis povezanih relativnih događaja unutar apsolutnog referentnog sustava, apsolutnog prostora, tj. inercijskog referentnog sustava. Dakle, »iako niti jedan mehanički pokus ne može reći koji sustav apsolutno miruje, jer je vidljivo samo relativno gibanje inercijskih sustava«, Newtonovi zakoni gibanja vrijede »u odnosu na bilo koji referentni sustav u ravnomjernom translatornom (pravocrtno, nap. a.) gibanju u odnosu na apsolutni prostor ...« (Redhead, 1998). Newtonov inercijski ili apsolutni prostor je onaj prema kojem Newtonovi zakoni gibanja vrijede u apsolutnom koordinatnom prostoru (sustavu) koji miruje u odnosu na fiksno postavljene nepromjenjive položaje nebeskih tijela – zvijezda.

Einsteinova specijalna teorija relativnosti (STR) može se promatrati kao razvoj načela Galileijeve relativnosti u Newtonovoj klasičnoj mehanici, ona nije ukinula klasičnu mehaniku nego ju je naslijedila, odnosno, ona je prvim trim Newtonovim zakonima pripisala ovisnost o referentnim sustavima, relativizirala ih. Ipak, može se reći da se poriče Newtonova ideja postojanja apsolutnog prostora i vremena, apsolutnog mirovanja i stalnosti masa predmeta. Specijalna teorija relativnosti je na temelju proučavanja obilježja elektromagnetskog zračenja, pogotovo svjetlosti, i Maxwelllove teorije elektromagnetizma koja je povezala električne i magnetske pojave u jedinstveni sustav, zaključila da se materijalni predmeti ne mogu kretati brže od brzine svjetlosti, da je

brzina svjetlosti⁵³ jednaka u svim inercijskim sustavima (ne ovisi o položaju promatrača niti gibanju izvora svjetlosti) i da su masa i energija u osnovi isti fizički entiteti koji se mogu mijenjati jedni u druge ($E=mc^2$). Sažeto rečeno, Einstein je tvrdio ispravnost Maxwellove teorije elektromagnetizma (elektrodinamike) koja za razliku od Newtonove teorije opisuje fenomene elektromagnetizma i termodinamike..

Još u mladosti Einstein je osmislio misaoni pokus⁵⁴ u kojem fiksni promatrač gleda kako zraka svjetlosti putuje konstantnom brzinom svjetlosti kako je predvidio Maxwell (3×10^8 metara u sekundi), dok drugi promatrač koji putuje tom istom brzinom svjetlosti, vidi da ona stoji, ne kreće se – to bi značilo da suprotno zakonima klasične mehanike koji vrijede podjednako za sve promatrače, zakoni elektromagnetizma ovise o promatraču (mjestu promatranja), a ne nekoj određenoj fiksnoj točki ili mjestu, odnosno referentnom okviru. U Einsteinovoj specijalnoj teoriji relativnosti brzina svjetlosti je jednaka za sve promatrače i njihov položaj u prostoru, odnosno zakoni fizike vrijede podjednako u svim sustavima koji se u odnosu na druge gibaju jednoliko pravocrtno, ali istodobnost u jednom takvom sustavu nije istodobnost u drugom sustavu, istodobnost je relativna.

Newtonova pretpostavka strukture univerzuma izgrađenog na apsolutnom prostoru i vremenu, uz nepromjenjivost fundamentalnih zakona fizike, nije se mogla potvrditi promatranjem ili fizikalnim pokusima. S druge strane, empirijski se potvrdila Maxwellova teorija elektromagnetizma prema kojoj se svjetlost u praznom prostoru uvijek širi istom, stalnom brzinom, dok je nešto kasnije Lorentz uputio na stalan i sustavan pogrešan rad satova i mjer-

53 Oznaka za konstantnu brzinu svjetlosti (širenja elektromagnetskih valova u vakuumu) je c , a njezina vrijednost je $299\,792\,458\text{ ms}^{-1}$.

54 Misaoni pokusi omogućavaju proučavanje situacija nedostupnih klasičnim empirijskim putem, predviđanje mogućih ishoda i implikacija. Mogući su filozofski (npr. Platonova pećina, Laplaceov demon) i fizikalni (Zenonova kornjača i Ahilej, Einsteinovo putovanje brzinom svjetlosti) misaoni pokusi.

nih poluga-šipki u odnosu na pretpostavljeni Newtonov apsolutni prostor (i vrijeme). Einstein je htio vidjeti što bi moglo slijediti iz spoznaje o stalnosti brzine svjetlosti neovisno o pretpostavljenim inercijskim referentnim okvirima unutar kojih vrijede Newtonovi zakoni fizike, odnosno, to je značilo odbacivanje pretpostavljenih apsolutnih vrijednosti prostora i vremena. Einstein je specijalnom teorijom relativnosti iz 1905. god. pretpostavio i opisao odnosno objasnio učinak brzine na masu, prostor i vrijeme pri čemu je iskoristio brzinu svjetlosti u praznom prostoru za određenje odnosa između mase i energije u vjerojatno nepoznatijoj formuli u znanosti, $E=mc^2$. Ova formula uputile je na mogućnost zamjene i vrijednosti vrlo male mase (m) za vrlo visoku energiju (E), jer se masa množi s vrlo visokom brojčanom vrijednosti (kvantitetom) brzine svjetlosti od 300 000 m/s. Masa i energija su prema ovoj formuli dva oblika iste stvari, a niti jedan materijalni predmet ne može se kretati brže od brzine svjetlosti jer se približavanjem toj brzini masa povećava do beskonačnosti. Ako bi se prema ovoj formuli masa nekog predmeta, na primjer metalne spajalice za papir, u potpunosti pretvorila u energiju ona bi sadržavala $1,8 \times 10^{13}$ džula energije, što je više energije nego što je oslobođeno atomskom bombom bačenom na Hirošimu ($1,5 \times 10^{13}$ džula). Ova teorija naziva se specijalna jer se odnosi na teško opažljive vrlo visoke brzine, velike prostorne udaljenosti svemira i vrlo visoke energije. Specijalna teorija relativnosti svojim predviđanjima ima učinke i na razumijevanje pojma vremena, najpoznatiji primjer je fascinantna dilatacija vremena koja je uočljivija što je brzina bliža brzini svjetlosti. Za opis dilatacije vremena (sporiji protok vremena u sustavu koji se kreće u odnosu na stacionarni sat) najjednostavnije je koristiti zamišljenu situaciju promatrača koji ispraća sustav (recimo raketu s astronautom) koji se udaljava od njega brzinom bliskoj brzini svjetlosti, on bi mogao vidjeti sat u tom sustavu i primijetiti da se kreće sporije od njegovom ručnog sata: na njegovom satu prošlo bi 10 sekundi dok bi na satu sustava koji

se brzo udaljava prošla samo jedna sekunda. Ono što je ovdje začuđujuće je da bi astronaut u raketi koja se udaljava vidio isto, na njegovom bi satu prošlo 10 sekundi dok bi kod promatrača koji ga ispraća prošla samo jedna sekunda! $t = t_0 / (1 - v^2/c^2)$ (t je vrijeme sata koji se giba, t_0 je vrijeme sata koji miruje). Još upečatljivi misaoni pokus pokazuje ‘paradoks blizanaca’ prema kojem bi jedan od blizanaca ostao na Zemlji dok bi drugi otputovao raketom brzinom bliskoj brzini svjetlosti. Kada bi se blizanac vratio sa svemirskog putovanja koje je njemu trajalo 13 godina (ako je putovao brzinom od 0,95 c), blizanac koji je ostao na Zemlji ostario bi za 42 godine! Drugi fenomen specijalne teorije relativnosti tiče se smanjenja duljine predmeta koji se gibaju brzinom bliskom brzini svjetlosti (kontrakcija duljine): zamišljena raketa koja putuje brzinom 0,99 c kraće je duljine za promatrača koji miruje na Zemlji, nego za astronauta koji njome upravlja, prema formuli $L = L_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$.⁵⁵ Iz perspektive Newtonovog fizikalnog sustava u kojem živimo svakodnevni život ovakve situacije su zbunjujuće i čine se apsurdne jer su naša višestruko potvrđena empirijska iskustva znatno drugačija. Međutim, fenomeni specijalne teorije relativnosti potvrđeni su ne samo misaonim pokusima nego i empirijski na česticama sličnima elektronima, muonima, gdje ja potvrđena kontrakcija dužine i na atomskim satovima koji su potvrdili točnost vremenske dilatacije.

Specijalna teorija relativnosti znanstvena je teorija koja uspješno objašnjava i predviđa neke fizikalne fenomene, njezine teorijske su postavke višestruko pozitivno provjerene opažanjem ili empirijskim pokusima, odnosno potvrđene su. Ipak, čini se da specijalna teorija relativnosti nije u skladu sa svakodnevnim opažanjem fenomena u mezokozmosu, slično nerazumijevanju (i osudom na smrt) s kojim se susreo Anaksagora tvrdeći da je Sunce užarena gromada veća od Peloponeza (DK 59.A.3), nasuprot raširenom vjerovanju ne samo da je Sunce božanstvo nego i da nije veće od

55 U ovom konkretnom slučaju $L = L_0 \sqrt{1 - 0,99c^2/c^2}$.

jedne ljudske stope (DK 22.B.3), kako je učio Heraklit. Nerazumijevanje paradoksalnosti fenomena koje objašnjava specijalna teorija relativnosti treba staviti u kontekst spoznajne prilagođenosti ljudskih osjetila okolišu u kojem živi, a spoznaje te prilagodbe i konteksta u moć spoznaje uma koji osjetilnim spoznajama pridaje novo, neočekivano značenje. Specijalna teorija relativnosti tako uz fizikalnu i matematičku relevantnost ima i filozofske implikacije na metafizičko-epistemološku sliku svijeta, često uz netočnu sliku kako Einsteinova teorija relativnosti upućuje na sveopću relativnost u svijetu, ponekad i na etičku sliku svijeta.

... ono što se naziva filozofija relativnosti u velikoj mjeri je plod nerazumijevanja teorije a ne njezinog fizikalnog sadržaja. Filozofi koji ju smatraju krajnjom mudrošću misle da je sve relativno pa su u krivu kada vjeruju kako Einsteinova teorija pruža dokaze takve sveobuhvatne generalizacije... Teorija relativnosti ograničena je na spoznajno područje (Reichenbach, 2009: 95).

Spoznaje o fizikalno neprivilegiranom promatraču ili mjestu u univerzumu osim fizikalne važnosti imale su i metafizičko-epistemološko ili filozofsko značenje u izgradnji novog svjetonazora ili slike svijeta: sada se više nije činilo uvjerljivo misliti d postoji položaj koji bi bio bolji od drugih, opažanja postaju odnos zbilje i promatrača. Već su rane recepcije specijalne teorije relativnosti uputile na gubljenje značenja obilježja koja su se do tada smatrala supstancijalnim obilježjima fizikalnih entiteta (vrijednosti mase, sile, energije i trajanja) koji sada iskazuju njihov »odnos prema promatraču ... i posebno da su njihovi odnosi modificirani njegovim gibanjem« (Eddington i dr., 1920: 417). Primjer za to je sekundarna kvaliteta (boja) za koju se do tada smatralo da je njezino primarno i supstancijalno fundamentalno obilježje duljina elektromagnetskih valova. Međutim, sada se pokazalo da valna duljina i boja tek odnos između promatrača i prirode, a ne njezi-

no intrinzično obilježje. Za Einsteina su fundamentalni pojmovi i zakoni fizike nastali invencijom ljudskog uma, ali nisu mogli biti spoznati apriori, niti indukcijom izvedeni iz iskustva. Specijalna teorija relativnosti, također, označila je kraj idejama o jednostavnom izvođenju zakona fizike iz empirijskog iskustva:

Pokazalo je da se sve relevantne empirijske činjenice mogu opravdati na temeljima koji su uvelike različiti od Newtonovih, na još bolji i potpuniji način nego na njegovim. Ali sasvim odvojeno od pitanja superiornosti, fiktivni karakter temelja (njem. *Grundlagen*) postao je savršeno očit činjenicom da se mogu pokazati dva bitno različita temelja, od kojih se oba uvelike slažu s iskustvom; to u svakom slučaju dokazuje da je svaki pokušaj logičnog izvođenja temeljnih pojmova i zakona mehanike iz elementarnih iskustava osuđen na neuspjeh (Einstein, 1933, 182).

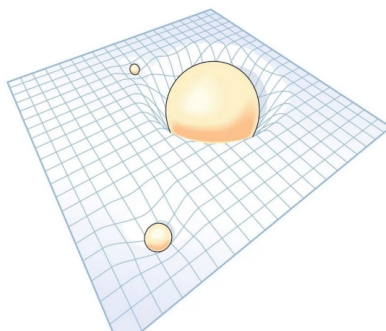
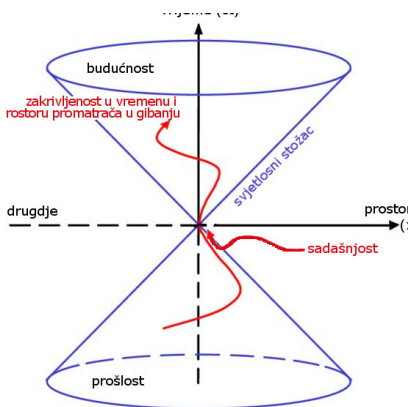
Specijalna teorija relativnosti promijenila je Newtonovu koncepciju trodimenzionalne prostorne beskonačnosti i jednodimenzionalnog beskonačnog vremena, novom, Einsteinovom četverodimenzionalnom beskonačnom geometrijom konstruiranom prema fizikalnom ponašanju fotona⁵⁶ i slobodnih materijalnih čestica. Ovaj novi entitet sjedinjenih prethodnih entiteta apsolutnog prostora i vremena naziva se (Minkowski) prostor-vrijeme, ili svijet, kako ga je nazivao njegov tvorac matematičar Hermann Minkowski od predavanja iz 1908. god. kojim je opisao novu geometriju i interpretirao Einsteinove prijedloge nove fizike. Einstein ispočetka nije prihvatio četverodimenzionalnu interpretaciju njegove specijalne teorije relativnosti, ali je poslije ona bila ugrađena u njegovu opću teoriju relativnosti.

56 Einstein nije koristio pojam foton nego je govorio o prolasku čestica svjetlosti ili svjetlosnog 'signala' u vakuumu, ali se značenje odnosi na foton (pojam se koristi od 1926.).

Grafika 8

Četverodimenzionalni prostor-vrijeme
Minkowskog

Prostorna zakrivljenost u blizini
svemirskih tijela različitih masa



Opća teorija relativnosti objašnjava gravitaciju spajajući Newtonovu teoriju gravitacije s novom geometrijom, pomoću zakrivljenosti prostora, a ne pomoću sile. Nakon postavljanja specijalne teorije relativnosti Einstein ju je pokušao primijeniti na masu koja ubrzava i primijetio da objekti s masom u ubrzanju utječu na okolni prostor-vrijeme privlačeći druge objekte koji imaju masu, stvarajući neku vrstu krivulje po kojoj te okolne mase klize ‘prema’ takvom objektu s masom u ubrzanju. Promatrač na Zemlji osjeća djelovanje gravitacije na svoje tijelo, ali ako bi bio u raketi u svemiru izvan gravitacijske sile koja djeluje na Zemlji, koja bi ubrzavala ubrzanjem sličnim Zemljinom gravitacijskom ubrzanju od $9,8 \text{ m/s}^2$, ne bi mogao razlikovati je li riječ o gravitacijskoj sili ili jednolikom ubrzanju, ove sile bile bi ekvivalentne. Einsteina je zanimalo što bi se dogodilo ako bi uz promatrača u raketi bila svjetlosna zraka: svjetlosni snop iz izvora bio bi savinut suprotno od smjera kretanja rakete, jer bi rep rakete dolazio sve većom brzinom do svjetlosnog snopa, dostizao bi ga pa bi se zato svjetlost

u paraboličnoj putanji savijala pod pritiskom gravitacijske sile, odnosno ekvivalentne sile ubrzanja. Slično se događa u trenutku kretanja lifta prema dolje kad u vrlo kratkom trenutku osjećamo gubitak tla pod nogama jer ubrzavamo u tom kratkom trenutku do postizanja brzine kojom se kreće lift. Einstein je to nazvao načelom ekvivalencije koje je osnova njegove opće teorije relativnosti. Načelo ekvivalencije označava jednake situacije, jer unutar jednog sustava bez odnosa (opažanja) prema drugom sustavu, nije moguće razlučiti fizikalne učinke gravitacije i ubrzanja na te sustave – oni su istovjetni. Einstein je 1915. god. u *Zborniku kraljevske pruske akademije znanosti* objavio rad *Jednadžbe gravitacije polja* (njem. *Die Feldgleichungen der Gravitation*) koji je sadržavao osnovu Opće teorije relativnosti. Poslije je, 1917. god. primijenio svoju teoriju na cjelinu univerzuma utemeljujući relativističku kozmologiju, a već 1919. god. stigla je empirijska potvrda njegove teorije zapažanjem astronoma Arhura Eddingtona (1882. - 1944.) o blagom savijanju svjetlosti⁵⁷ s udaljenih zvijezda u prolazu pokraj Sunčeve površine. I tako mala zakrivljenost svjetlosti u prolazu pokraj Sunca, pa i s određenim stupnjem pretpostavljene pogreške u mjerenju, empirijski je potvrdila Einsteinovo predviđanje zakrivljenosti prostor-vremena. Svjetlost je u prolazu pokraj mase Sunca bila pod djelovanjem gravitacije tako da se njezin pravac savinuo u krivulju i da stara euklidska geometrija mijenja svoje značenje u blizini gravitacijskih masa nebeskih tijela, različito od onoga koje ima u ‘praznom’ prostoru svemira. Gravitacija više nije percipirana kao (newtonovska) sila nego učinak djelovanja prostorno-vremenskog oblika na svjetlost koja se kreće unutar njega ili njihovog međudjelovanja. Prostor-vrijeme je slično elastičnoj savitljivoj ploči ili mreži koja je apsolutno ravna (kao euklidska ravnina) u ‘praznim’ svemirskim prostranstvima u kojima nema bliskih svemirskih objekata poput

57 Povijanje svjetlosti iznosilo je 1,75 kutnih sekundi što odgovara kutu pravokutnog trokuta visine 2,5 cm i duljine baze veće od 3 km.

zvijezda velikih masa, i tu svjetlosna zraka (ili signal) putuje po pravocrtnoj liniji slično pravcu euklidske geometrije. Tamo gdje postoje masivna svemirska tijela prostorno-vremenska ploča ili mreža deformira se slično upadanju kugle u mrežu ili savitljivu površinu ploče. U matematičkom smislu opća relativnost diferencijalnim računom definira kako količina materije ili energije utječe na oblik prostor-vremena u nekom području ili cijelom svemiru. Na osnovi jednadžbe polja koja može opisati cijeli svemir, matematičar Aleksandar Friedmann je 1922. god. pretpostavio dinamički svemir koji se širi zauvijek ili prolazi kroz cikluse naizmjenične ekspanzije i sažimanja. Razvoj kozmološkog modela Velikog praska i opažanja astronoma Edwina Hubblea potvrdili su model svemira koji vrlo velikom brzinom expandira u svim pravcima. Oslanjanje na geometriju i matematiku kao sredstvo opisa (svojstava) univerzuma, naravno uz postojanje različitih mišljenja, postalo je vladajuće sredstvo (metoda) strukturalističkog, pouzdanog i uvjerljivog realističnog opisa zbiljskog svijeta, unutar strukturnog realizma:

... pokušaji geometrizacije fizike ... svojstvo matematike u zahvaćanju fundamentalne strukture vanjskog svijeta ... kakvo god da je intrinzično obilježje i narav fizičkog svijeta, moguće je znati samo njegovu strukturu, strukturu uzročnih ili drugih modalnih odnosa između događaja ili drugih entiteta upravljanih jednadžbama teorije (Ryckman, 2022).

U vrsti aforizma, da je fizika preozbiljna stvar da bi se mogla prepustiti fizičarima, matematika i geometrija ostale su u dvojbi je li radikalna i apsolutna geometrizacija fizičkog svijeta, njegov matematičko-geometrijski opis racionalna i logički valjana dedukcija tog fizičkog svijeta ili je riječ o prekrasnoj idealizaciji matematičko-geometrijske slike unificiranog gravitacijsko-elektromagnetskog objašnjenja teorije relativnosti. U paralelizmu strukture čovjeka i kozmosa od Demokrita se u ljudsku misao

ugrađuje ideja da je to (skladno) podudaranje opažatelja i predmeta opažanja, kojeg je opažatelj dio, pretpostavka ljudske spoznaje, pogotovo kad je »iskazana matematičkim zakonima. Ovaj sklad je jedina objektivna stvarnost« (Poincaré, 1958: 14). Kao filozofski problem, pojavljuje se gubitak smislenosti do tada znanstveno legitimnih pitanja o trenutku u kojem se neki događaj zbio, ili događaju li se istovremeno dva događaja koja su prostorno udaljena.

Šok nakon objave protuintuitivne teorije relativnosti još se nije smirio, a pojavila se još šokantnija fizikalna teorija koja je donijela pojmovne promjene, revolucionarna otkrića u razumijevanju subatomske svijeta, ali i filozofiji i mišljenju uopće. Bila je to kvantna teorija koja se širi na kvantnu teoriju polja⁵⁸ nastala 20-ih godina 20. stoljeća. Nobelovac Richard Feynman (1918. – 1988.) navodno je u predavanju *Obilježlje zakona fizike* rekao da ako mislimo da razumijemo kvantnu mehaniku, to znači da je ne razumijemo. Neovisno o točnosti ove reference, njezino značenje upućuje na zbunjujuću narav ove teorije i njezinu važnost u razmatranju ključnog filozofsko-ontološko-logičkog područja, naravi i zbilje svijeta.

13.2 Kvantna mehanika

Među tvorce kvantne mehanike (QM), uz Maxa Plancka (1858. - 1947.) valja ubrojiti Nielsa Bohra (1885. - 1962.) koji je primijenio kvantizaciju na model atoma, zatim Louisa de Brogliea (1892. - 1987.) koji je dao doprinos otkrićem valne prirode elektrona, Erwina Schrödingera (1887. - 1961.) za otkriće valne funkcije, Paula Diraca (1902. - 1984.) koji je spojio kvantnu mehaniku i specijalnu teoriju relativnosti te čak anticipirao postojanje antimaterije-antičestica, Maxa Bornu (1882. - 1970.) koji je valnoj funkciji pridao

58 Kvantna teorija je skup više teorija koje žele opisati i objasniti različite fizikalne fenomene pomoću spoja klasične fizike i kvantnih hipoteza. U ovome su ključne tri teme: kvantizacija energije, vjerojatnostno ponašanje kvanta energije i valno-čestična narav materije.

statističku vrijednost i Wernera Heisenberga (1901. - 1976.) koji je uveo relacije neodređenosti prema kojima nije moguće istovremeno precizno mjeriti brzinu i položaj čestica.

Teorija relativnosti objašnjavala je fenomene koji se događaju na velikim svemirskim udaljenostima, pri velikim brzinama bliskima brzini svjetlosti i objektima velikih masa poput zvijezda i planeta. Kvantna teorija, s druge strane, opisuje i objašnjava procese koji se događaju na mikroskopskim, atomskim i subatomskim razinama, gibanjima i stacionarnim stanjima atomskih i subatomskih entiteta – čestica i svjetla, njihovim uzajamnim međudjelovanjem i njihovim međudjelovanjem s elektromagnetskim zračenjem – svjetlošću i radijacijom, odnosno silama koje djeluju na elementarne čestice materije.

Kvantna mehanika je znanost koja proučava ponašanje materije i svjetlosti na atomskoj i subatomskoj razini. Kvantna mehanika pokušava opisati i objasniti svojstva molekula i atoma i njihovih sastavnih dijelova – elektrona, protona, neutrona i drugih ezoteričnih čestica poput kvarkova i gluona. Ova svojstva uključuju međudjelovanje čestica međusobno i s elektromagnetskim zračenjem (tj. svjetlom, X-zrakama i gama-zrakama) (Leslie, 2023).

Kvantna mehanika pretpostavlja kvantizirane energetske vrijednosti, energetska stanja su diskretna što znači da nema kontinuuma između njih, nego je moguće zauzeti samo određena energetska stanja, a najmanja moguća vrijednost ili energetska razina takve jedinice je kvant. Ponašanje atomskih i subatomskih čestica poput atoma, elektrona, protona, neutrona i još elementarnijih entiteta kao što su kvarkovi i gluoni i dr. također se pokazuje kao strano ili protivno predteorijskim misaonim pretpostavkama koje vrlo dobro funkcioniraju u mezoskozmosu. Primjer toga je svjetlosni val koji pokazuje čestična obilježja i korpuskule poput elektrona koje proizvode uzorke valne interferencije (među-

djelovanja). Ipak, većina ovih subatomske entiteta su misaono anticipirani daleko prije njihove empirijske potvrde, a neki još uvijek čekaju empirijsku potvrdu. Jedna od važnih filozofskih implikacija kvantne mehanike odnosi se na izgradnju objektivne slike svijeta: kvantno-mehanička slika svijeta upućuje na načelnu nemogućnost fizikalnog mjerenja na kvantno-mehaničkoj razini bez poremećaja predmeta ili događaja koji se mjeri, te što nam to govori o fizičkoj zbilji svijeta. Ključna pretpostavka kvantne teorije je načelo neodređenosti prema kojem su sve opažljive fizičke kvantitete pod utjecajem nepredvidljivih fluktuacija pa ne mogu biti precizno definirane. Načelo neodređenosti je temeljno i inherentno obilježje naravi svijeta, a ne posljedica tehnološke nesavršenosti postupka mjerenja. Kao prva žrtva ove pojmovne promjene bio je planetarni model atoma, jer putanje elektrona više nisu mogle biti kako se do tada mislilo, zasebne i odvojene dobro definirane putanje elektrona oko jezgre. Druga ključna pretpostavka kvantne teorije bila je njezina statistička narav: dobro je poznato vrijeme poluraspada nekog kemijskog elementa i precizno se može predvidjeti koliki će se broj atoma raspasti unutar nekog vremena, ali se ne zna na koje će se konkretne atome to odnositi. Statistička interpretacija valne funkcije konkretno znači da kvadrat apsolutne vrijednosti Schrödingrove valne funkcije odgovara vjerojatnosti opisa položaja objekta opisanog tom valnom funkcijom. Prema ovom opisu ne može se znati na kojem je točno mjestu u nekom određenom trenutku elektron nekog atoma – on načelno može biti bilo gdje ali ipak ne s jednakom vjerojatnošću – vjerojatnije je da se nalazi u atomskim orbitalama nego u ostalom prostoru unutar atoma, pogotovo jezgri.

Schrödinger je misaonim pokusom s mačkom (tzv. Schrödingerova mačka) u kutiji oslikao (prividnu) proturječnost nove slike svijeta: mačka je zatvorena u neprovidnoj kutiji zajedno s radioaktivnom atomskom jezgrom i spremnikom otrovnog plina koji aktivira radioaktivna jezgra. Za promatrača mačka može biti živa

ili mrtva jer ne zna je li aktivirana bočica s plinom, iako zna da s vremenom raste vjerojatnost da je mrtva. U trenutku otvaranja kutije dolazi do kolapsa valne funkcije i tek tada se vidi je li živa ili mrtva, no do otvaranja kutije mačka se nalazi u stanju statističke vjerojatnosti, dakle, promatrač određuje njezino stanje. Unatoč prividnoj ili stvarnoj paradoksalnosti rezultata ovih pokusa i različitosti pojmova i logike kvantne mehanike »iskazi o fizičkom svijetu moraju biti razumljivi drugima pa se moraju moći izreći pojmovima svakodnevnog života, odnosno, moraju se iskazati pojmovima klasične fizike« (Brukner, 2008: 2). Problem je u tome što u opisima kvantnih pokusa pojmovima klasične fizike »ti pojmovi prirodi ne odgovaraju točno« (Heisenberg, 1997: 42). Zahtjev za iskazom kvantnih fenomena pojmovima klasične fizike uklanja barem dio mogućeg klizanja u neutemeljene interpretacije i mistifikacije kvantne mehanike, zadržavajući jedinstvo fizike unatoč postojećim razlikama makro i mikro razine stvarnosti.

Planckova konstanta matematički je formalizirala kvantno-energetska stanja valova svjetlosti segmentirajući diskretna energetska stanja prema kojima je svaki kvant svjetlosti odvojen od drugoga i postoji na zasebnoj energetskoj, stacionarnoj orbiti (izračunava se kao umnožak frekvencije ν i Planckove konstante h), bez sposobnosti kontinuiranog porasta ili smanjenja energije, odnosno 'bivanja' na među orbitama. Poslije je danski fizičar Niels Bohr 1913. god. primijenio Planckovu pretpostavku kvanata energije na Rutherfordov planetarni model atoma, odnosno na svjetlosni spektar koji su emitirali plinoviti atomi i utvrdio da se njihovo zračenje pri niskom tlaku, za razliku od zračenja krutih tijela, sastoji od skupa segmentiranih valnih duljina.

Ako atom može mijenjati svoju energiju samo za diskretne energetske iznose, to onda mora značiti da atom može postojati samo u diskretnim stacionarnim stanjima čije je stanje najmanje energije upravo 'normalno' stanje atoma. Stoga će atom nakon bilo koje vrste međudjelovanja na-

posljedku uvijek iznova pasti u to normalno stanje (Heisenberg, 1997: 24).

Postoji više interpretacija kvantne mehanike, a najšire prihvaćeno je kopenhagensko, konvencionalno ili standardno tumačenje Nielsa Bohra i Wernera Heisenberga iz 1927. god. (iako ni jedan od njih nije koristio taj naziv za svoju pretpostavku) koje tvrdi da se fizički sustav nalazi u svim mogućim stanjima, u različitim vjerojatnostima i bez određenih svojstava sve do trenutka mjerenja u kojem se realizira neko određeno stanje koje se naziva kolapsom valne funkcije.⁵⁹ Suprotno ovome, Einstein je vjerovao u točno definirana atomska svojstva. Različite vjerojatnosti, odnosno funkcija vjerojatnosti pretpostavlja da se u opisu nekog pokusa treba uključiti moguća ili vjerojatna netočnost mjerenja, gdje samo izlazna eksperimentalna situacija ili kolaps valne funkcije sadržava preciznu vrijednost, točnost ili sigurnost izmjerenog položaja ili brzine gibanja promatrane čestice ili valova tvari. Moglo bi se reći da funkcija vjerojatnosti upućuje na stupanj našeg neznanja o svojstvima atomskih čestica ili valova tvari, ali i vjerojatne pogreške u njihovom promatranju. Ovdje se govori o svojstvima čestice ili vala jer u kvantnoj mehanici postoji tako zvani valno-čestični dualizam koji upućuje na to da na atomskoj i subatomske razini uočavamo valna ili čestična svojstva ovisno o eksperimentalnoj situaciji, a ta svojstva međusobno su isključiva. Nemogućnost istovremenog određenja položaja i količine gibanja naziva se (Heisenbergovim) relacijama neodređenosti. Ipak, iako se ova svojstva ne daju istovremeno odrediti s potpunom preciznošću i međusobno su isključiva, cjelovito poznavanje nekog kvantnog fenomena pretpostavlja poznavanje obaju aspekata nje-

59 Kvantna teorija ovim opisima upućuje na to da je atom većinom prazan jer su njegove materijalne čestice vrlo malog volumena u odnosu na volumen postojećeg prostora, a slično je i s univerzumom, većina univerzuma je prazan prostor. Slikovit primjer je zamisao kada bi sve čestice od kojih su sastavljeni ljudi na Zemlji bile stisnute jedna uz drugu bez praznog među prostora, dobili bismo volumen veličine kockice šećera.

govih svojstava, valnog i čestičnog. Načelo komplementarnosti ukazuje na nepotpunost znanja o atomskom fenomenu bez poznavanja oba aspekta atomskih svojstava, iako se ne daju istovremeno spoznati njihova svojstva. Na osnovi pokusa s valovima svjetlosti Thomasa Younga s kraja 18. st. nastao je Feynmanov misaoni pokus s elektronima koji može dobro približiti ovu situaciju: monokromatski izvor svjetlosti isijava svjetlost na crni zastor koji ima dvije rupice promjera tek malo većeg od valne duljine isijavane svjetlosti i udaljenosti tek malo veće od isijavane valne duljine svjetlosti, a iza zastora je fotografska ploča na kojoj ostaje svjetlosni trag. Ako se ovaj pokus opiše pojmovima vala, onda val svjetlosti prolazi kroz obje rupice dok se na fotografskoj ploči vide interferencijske pruge različitih intenziteta nastalih kao učinak udara pojedinačnih kvantata svjetlosti u fotografsku ploču. Međutim, ako pokusom želimo opisati put pojedinog kvanta svjetlosti od njegovog izvora do udara u fotografsku ploču, on tada može proći kroz prvu ili drugu rupicu zastora, pa bi na fotografskoj ploči trebalo pronaći zacrnjena mjesta udara od prolaza kroz prvu ili drugu rupicu, a ne interferencijske pruge kakve zaista nalazimo. U novije doba ovaj je pokus i empirijski proveden s rezultatima kako je Feynman izvorno zamislio.

Otuda se uviđa da je iskaz da bi kvant svjetlosti morao proći ili kroz jednu ili drugu rupicu problematičan i da vodi do protuslovlja ... pojam funkcije vjerojatnosti ne dopušta prostorno-vremenski opis onoga što se događa između dva motrenja. Svaki pokušaj da se nađe takav opis vodio bi do protuslovlja. To znači da se pojam ‘događanje’ mora ograničiti na motrenje (Heisenberg, 1997: 39).

Sam kvantni fenomen u mjerenju uvijek je spoj objektivnog i subjektivnog jer je riječ o međudjelovanju kvantnog fenomena i promatrača, koji može biti uređaj za promatranje. Kako su kvantni fenomeni jako mali, u promatranju na primjer elektronskim

mikroskopom (ovdje je promatrač mjerni uređaj) uvijek djelujemo na kvantni fenomen jer se fotoni iz elektronskog mikroskopa sudaraju s kvantnim fenomenom (česticom/valom) mijenjajući njegovo gibanje i stanje – ishod je uvijek međudjelovanje promatrača s kvantnim fenomenom. Ponekad se promatranje kvantnog fenomena uspoređuje s makroskopskim događajem: na primjer želimo steći znanje o automobilu, ali do tog znanja možemo doći samo promatranjem automobila koji je bio u međudjelovanju sa zidom u koji se zabio pri brzini od 200 km/h. Dakle, kvantni fenomen ne može se promatrati bez djelovanja na njega pa je potpuno objektivan opis kvantnog fenomena nemoguć – mjerni instrument i kvantni fenomen koji se promatra ne mogu biti razdvojeni. Ipak, događanje reducirano na motrenje znači njegovo prevođenje na funkciju vjerojatnosti koja iskazuje moguća stanja ili vjerojatnosti, što je neovisno o promatraču i njegovoj subjektivnosti. Naravno, čak i u klasičnoj fizici i njezinom pokušaju izgradnje potpuno objektivne slike svijeta nije moguće isključiti promatrača koji je također dio tog istog svijeta koji se pokušava opisati i objasniti. Kvantna mehanika može uspješno predviđati buduće događaje, ali samo na razini vjerojatnosti – vrijeme raspada jedne jezgre događa se dok se druga ne raspada u to vrijeme, iako su obje bile u istom početnom stanju.

Uz kopenhagensku interpretaciju kvantne teorije postoje i druge interpretacije, neke od njih su: 1) interpretacija više svjetova, 2) teorija (nelokalnih) skrivenih varijabli ili teorija pilot vala, 3) teorija spontanog kolapsa i druge interpretacije.

1) Hugh Everett (1930. - 1982.) predložio je 1957 god. matematički opis kvantne teorije (i nakon nje napustio bavljenje fizikom) koji je kasnije dobio naziv Interpretacija više svjetova ili Multiverzuma, prema kojoj ne postoji kolaps valne funkcije povezan s mjerenjem, ali postoji bezbroj različitih svjetova. Kod izvođenja pokusa na kvantnoj razini mogući su različiti ishodi, no mi dobivamo samo jedan rezultat, a svi drugi mogući ishodi

pojavljaju se u drugim, novostvorenim razdvojenim ili rascijepljenim svjetovima unutar velikog multiverzuma. Osnovna ideja ove interpretacije je Everettova *Formulacija relativnog stanja kvantne mehanike* koja je usmjerena na određenje kolapsa valne funkcije i rješavanje problema mjerenja uvođenjem čiste valne mehanike uz razlikovanje apsolutnih (ne postoji jedno stanje za neki podsustav) i relativnih stanja (stanja podsustava ovisna su o stanju drugih podsustava).

Ovo tumačenje nema kolapsa. Svi mogući ishodi koegzistiraju u različitim granama 'svemira'. Stoga ni na koji način ne možemo rekonstruirati početno stanje. Te različite grane ne mogu se miješati ili komunicirati kako bi zaštitile samu teoriju od stvaranja nelogičnih situacija. Ova teorija 'razrješava' paradoks (Schrödingerove, nap. a.) mačke pod pretpostavkom da je mačka živa u jednoj grani svemira, a mrtva u drugoj grani svemira. Također da su svi promatrači u ovim granama (multiverzuma, nap. a.) u stanjima koja se slažu s njihovim promatranjem stanja mačke (Lazarou, 2009: 3).

Kvantna mehanika pokazala se kao indeterministička jer prema »postulatu kolapsa (valne funkcije, nap. a.) ishod kvantnog eksperimenta nije određen početnim uvjetima svemira prije eksperimenta: početnim stanjem upravljaju samo vjerojatnosti« (Vaidman, 2021). Interpretacija više svjetova pokušava ukloniti valni kolaps jer je indeterministički, ona uključuje nasumičnost (*randomness*) i neku vrstu djelovanja na daljinu, na primjer u odnosu povezanosti svojstava udaljenih fizikalnih sustava. Pretpostavka da neki događaj u svijetu ne može trenutačno utjecati na to što će se dogoditi na nekom udaljenom mjestu, što se naziva lokalnošću, jedna je od temeljnih pretpostavki na kojima su izgrađeni zakoni fizike.

U čuvenom misaonom Einstein-Podolsky-Rosen pokusu⁶⁰ iz 1935. god. nazvanom EPR paradoksom po prvim slovima prezimena autora, upućeno je na postojanje nelokalnih utjecaja između udaljenih fizičkih sustava (tzv. sablasnog djelovanja na daljinu) čime se dovelo u pitanje kompletnost kvantne mehanike i kopenhagenske interpretacije. To je zato što prema ovom pokusu u kvantnom stanju ne postoji uzrok odabira jednog od mnogih mogućih rezultata mjerenja kao onog koji će se pokazati kao stvaran rezultat mjerenja. John Bell je teoremom iz 1964. god. pokazao nelokalnost odnosno postojanje djelovanja na daljinu, a nakon toga je njegov teorem bio i empirijski potvrđen za što je 2022. god. dodijeljena Nobelova nagrada Johnu Clauseru i Alainu Aspectu. Moglo bi se reći da je uz potvrdu nelokalnosti i kontekstualnosti stvari pretpostavljeno djelovanje nekih skrivenih varijabli.

2) Teorija skrivenih varijabli (de Broglie-Bohm teorija,⁶¹ Bohmova mehanika, teorija pilot-vala, uzročna interpretacija) je interpretacija kvantne mehanike koja uz priznanje valne funkcije pretpostavlja stvarno postojanje konfiguracije čestica čak i kada to nije opaženo jer nije ključno opažanje nego zbiljski, realni događaj. Teorija skrivenih varijabli želi osvijetliti kvantni mehanizam koji stoji iza eksperimentalnih rezultata i mjerenja.

De Broglie-Bohmova teorija kaže da statistička priroda proizlazi iz temeljnih determinističkih procesa slično kao u klasičnoj statističkoj mehanici. Ova teorija ne samo da izgladuje/eliminira pojmovne poteškoće ortodoksne kvan-

60 Rezultati ovog pokusa objavljeni su bez Einsteinovog znanja, što je dovelo do prekida odnosa između njega i Podolskog. Naziv članka bio je *Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?* Pokus je pretpostavljao ispaljivanje dviju istovremeno stvorenih čestica (u odnosu superpozicije, povezanosti) na suprotne strane svemira – na promjenu stanja jedne čestice druga ‘odgovara’ mijenjajući svoje stanje na isti način. Iako su predmeti odvojeni, oni su ipak na neki neobjašnjiv način u dodiru, u odnosu kontekstualnosti, pa se čini se da je u svemiru sve povezano: prostor, vrijeme, materija, energija, za neke i svijest.

61 Louis de Broglie je do ove teorije došao 1927. god., a ponovno ju je aktualizirao David Bohm 1952. god.

tne mehanike, već nam također daje drugačije tumačenje o pojedinačnim kvantnim događajima, tumačenjima pokusa i što je pravo značenje mjerenja... Postoje dvije glavne formulacije de Broglie-Bohmove teorije. Prva je teorija pilot-vala ili minimalistička interpretacija... Druga se formulacija naziva Bohmova mehanika koja preformulira de Broglieovu teoriju pilot-vala u skladu s klasičnom jednadžbom gibanja drugog reda (Dabin, 2009: 7).

Teorija pilot vala izvorno je bila Einsteinova ideja nastala prije kvantne mehanike, koja je interferenciju objašnjavala uvođenjem čestica sličnih fotonima, ‘vođenih’ elektromagnetskim poljem. Louis de Broglie napustio je svoju ideju i priklonio se kopenhagenskoj interpretaciji kvantne teorije, ali ju je David Bohm aktualizirao: valna funkcija više nije primarna, sada su to čestice, njihova svojstva i ponašanje, one su opisane svojim položajem, a kvantna mehanika treba opisati kako će se mijenjati tijekom vremena. Ova teorija je realistička, jer tvrdi zbiljsko postojanje kvantnih fenomena neovisno o promatraču, i deterministička, jer subatomske čestice (elektroni) slijede određenu putanju vođeni valnom funkcijom. Subatomske čestice imaju vrlo fino podešenu i složenu unutrašnju strukturu koja im omogućava aktivaciju unutrašnjeg kvantnog potencijala prema informacijama koje im daje valna funkcija. Valna funkcija je nositelj fizikalnih svojstava mase i električnog naboja, ova svojstva nisu u samoj čestici nego u valnoj funkciji (skrivena varijabla) koja određuje ‘kretanje’ sustava dok čestice nemaju mogućnost povratnog djelovanja niti postoji interakcija ili uzajamno djelovanje čestica i valne funkcije. Ovo je slično Crickovoj centralnoj dogmi u genetici gdje DNK daje uputu o sintezi bjelančevina, dok bjelančevine nemaju povratno djelovanje prema DNK – informacija putuje samo u jednom smjeru. Slabost teorije skrivenih varijabli je u njezinoj širini, ona jest logički moguća, ali svojom mističnom ‘skrivenošću’ nije dodala neki empirijski provjerljiv sadržaj. Valja spomenuti, kao

digresiju, da je David Bohm nakon marksizma postao zagovaratelj teozofije u kojoj je postojala mistična povezanost svih entiteta unutar univerzuma.

3) Interpretacija spontanog kolapsa je skupina teorija⁶² koje pokušavaju razriješiti središnji dio problema kvante mehanike, problem mjerenja, modificirajući standardnu interpretaciju uvođenjem stohastičkih i nelinearnih pojmova (i logike). U teoriji skrivenih varijabli čestice su primarna građa, iako su njezina svojstva nošena valnom funkcijom. S druge strane teorije spontanog kolapsa:

... (barem u početku) valnu funkciju uzimaju kao potpuni prikaz stanja sustava i umjesto toga pretpostavljaju kako dinamički zakon standardne kvantne mehanike – Schrödingerova jednadžba – nije baš točan. Schrödingerova jednadžba je linearna; to znači da ako početno stanje A vodi do konačnog stanja A' i početno stanje B vodi do konačnog stanja B', tada početno stanje A + B vodi do konačnog stanja A' + B'. Na primjer, ako mjerni uređaj napajan česticom spin-gore dovodi do očitavanja spin-gore, a mjerni uređaj sa česticom spin-dolje dovodi do očitavanja spin-dolje, tada će mjerni uređaj ... završiti u stanju koje je zbroj čitanja spin-gore i čitanja spin-dolje (Lewis, 2023).

Standardna interpretacija kvantne mehanike tvrdila je nepostojanje determinizma u određenju ishoda, kada je moguće više ishoda kvantnih događaja. Zbog ovoga su nerelevantna pitanja o stanju sustava prije mjerenja jer se iz njih ne može precizno predvidjeti ishod događaja, tj. mjerenja. Kada je riječ o mjerenju, kvantna teorija može opisati ponašanje subatomske kvantnih fenomena koji proizlaze iz opažanja-promatranja-mjerenja uspostavljanjem korelacije između stanja subatomske sustava

62 Među poznate teorije ove vrste spadaju: Ghirardi–Rimini–Weber teorija (GRW), Teorija stalne spontane lokalizacije (*Continuous spontaneous localization*, CSL) i Diósi–Penrose (DP) teorija. Sve ove teorije nastale su 70-ih godina prošlog stoljeća.

i stanja mjernih uređaja pomoću kojih opažamo-promatramo-mjerimo. Teorija ili interpretacija spontanog kolapsa omogućava istovremen opis subatomskeg ili kvantnog i makroskopskog fenomena bez problema makroskopske superpozicije (kao što je Schrödingerova mačka) na takav način da je opis prijelaza iz jednog područja u drugo iskazan jasnim matematičkim i fizikalnim pojmovima. Ovdje je riječ o vrsti interakcije između subatomskeg svijeta i svijeta mezokozmosa, makrosvijeta, a za teorije kolapsa mikro i makro događaji vođeni su istovjetnom dinamikom. Za ove teorije valna funkcija uvijek je široko prostorno rasprostranjena, šireći se u beskonačnost u vidu takozvanih repova tvari – iako nije jasno tumačenje ovog fenomena:

... nije jasno kako protumačiti te repove jer iako je njihova ‘količina materije’ mala, ta je materija strukturirana kao savršeno legitiman svijet. Stoga, nakon što se kutija otvori i Schrödingerova mačka kolabira u ‘živo’ stanje, još uvijek postoji rep valne funkcije koji sadrži entitet ‘niske materije’ strukturiran poput mrtve mačke (Ghirardi i Bassi, 2020).

Teorije spontanog kolapsa kombiniraju Schrödingerovu jednadžbu i spontani kolaps valne funkcije u jedinstven dinamički okvir u kojem se subatomske fenomeni razvijaju kvantno mehanički uz vrlo mala i gotovo neprimjetna odstupanja u obliku spontanog kolapsa. Veći, makroskopske fenomeni sastavljeni od većeg broja čestica imaju veća odstupanja koja se povećavaju dominirajući dinamičkom evolucijom makroskopskih fenomena, a njihova valna funkcija uvijek je lokalizirana u prostoru. Pomoću teorije spontanog kolapsa izbjegava se formiranje makroskopske superpozicije odnosno postojanja jednog takvog predmeta na dva mjesta, jer je to protivno empirijskom iskustvu, a i logičkim mogućnostima – mačka ne može biti istovremeno živa i mrtva.

Teorije relativnosti, kvantna mehanika i njezine različite interpretacije izgradile su novu sliku svijeta u metafizičkom i epi-

stemološkom smislu: ove nove teorije pokazale su da različite razine zbilje, subatomska i atomska razina imaju vrlo različite zakone i logiku ponašanja u svom području, determinizam na makroskopskoj razini i statističko znanje na subatomskej razini. Također, pokazalo se da na subatomskej razini nije moguće spoznavati svijet potpuno objektivno, nego je uvijek riječ o nužnoj interakciji između ispitivanog fenomena i opažatelja – ovdje je izgleda trajno napušten idealizirani san o apsolutno objektivnoj slici svijeta koja isključuje opažatelja, onoga koji spoznaje. Uz to, kvantna mehanika, pogotovo nelokálnost, sugerira da ne razumijemo u potpunosti logiku ponašanja kvantnih fenomena ili da potpuno griješimo u svojem razumijevanju obilježja prostora te da je pred čovječanstvom zadatak redefiniranja temeljnih fizikalnih pojmova prostora, vremena, materije, antimaterije i energije. Također, vjera u napredak znanosti ne dopušta vjerovanje kako je ovim završeno proučavanje naravi svijeta, dapače, ovo se čini kao pravi početak dubokog uvida u narav stvarnosti uz nadu u nove spoznaje koje mogu promijeniti ne samo tu spoznaju nego i čovjeka i ljudsko društvo.

14 ZNANOST I RELIGIJA

Početni stav o odnosu znanosti i religije prema svijetu konfrontira znanost i religiju kao dva apsolutno suprotstavljena područja koja nemaju dodirnih točaka niti preklapanja. U radikalnom smislu može se reći da se često postavlja nepomirljivi zahtjev o odluci: biti znanstvenik ili biti vjernik. Tako, na primjer, u slučaju rasprava o točnosti teorije evolucije, ovo često postaje »lakmus papir koji odlučuje tko se drži, a tko se ne drži ‘ispravnog znanstvenog’ svjetonazora. ‘Moraš izabrati između vjere u Boga i vjere u Darwina: ako želiš biti sekularni humanist, bolje se drži ovog drugoga’« (Fodor i Piattelli-Palmarini, 2010: xiii). Da bi izbjegli sumnju u to da su vjernici i tako neznanstvenici, a potvrdili da su znanstvenici i naturalisti – kao što u stvarnosti jesu, ova dva autora već na početku svoje knjige osjećaju potrebu u pretjeranom nizu fraza napisati da su »u potpunosti, potvrđeni, službeno, nepromjenjivo uvjereni, čvrsti ateisti«⁶³ (Fodor i Piattelli-Palmarini, 2010: xiii).

Blaži pristup vidi tipologiju mogućih odnosa između znanosti i vjere kao konflikt, neovisnost, dijalog i integraciju (Barbour, 1998: 77-105). Za ovaj blaži pristup u velikoj mjeri zaslužna je serija konferencija o Božanskom djelovanju i recepcije takvog stava u suvremenoj znanosti, koje su suorganizirali Vatikanski opservatorij (zvjezdarnica) iz Castel Gandolfa u Italiji i Centar za teologiju i prirodne znanosti iz Berkeleyja u Kaliforniji. Perpecija odnosa znanosti i religije kao konflikta uglavnom se temelji u dva povijesna slučaja: prvi se tiče suđenja Galileiju vezano uz heliocentrični sustav, a drugi uz recepciju darvinističkog evolucijskog mehanizma preoblikovanja i umnažanja, nastanka novih vrsta

63 U izvorniku stoji: »we both claim to be out-right, card-carrying, signed-up, dyed-in-the-wool, no-holds-barred atheists.«

– bioraznolikosti. Konfliktan odnos najviše zastupaju skeptici i ateisti iz očitih razloga nekompatibilnosti teoloških i znanstvenih pogleda, ali i protestanti u liberalnom pokušaju odvajanja vjere od javnog područja koje uključuje i znanost. Proučavanje odnosa dvaju područja čini se nemogućim zbog njihove disparatnosti, zato što se znanost bavi iskustvenim, prirodnim svijetom, dok se religija i teologija bave natprirodnim svijetom koji je u nekom odnosu s ovim prirodnim svijetom. Ipak, u povijesnom smislu može se reći da je kroz prošlost bilo skladne suradnje i oslanjanja na drugo područje u dokazivanju svojih vlastitih teza, pogotovo unutar filozofije prirode gdje se otkrića tajni univerzuma razumijevalo kao stupnjevito otkriće božanske misli.

U ontološko-spoznajno-logičkom smislu, odnos između znanosti i religije ili teologije mogli bi se razmatrati unutar triju tipova odnošenja: prvog, koji prihvaća postojanje isključivo empirijskog iskustva – materije, uključujući prostor, vrijeme i neopažljive entitete koji se mogu spoznati znanstvenom metodologijom; drugog, koji prihvaća postojanje dvaju odvojenih područja autoriteta (*magisterium*)⁶⁴, područja autoriteta iskustvenog znanja do kojeg se dolazi znanstvenom metodologijom ali i transcendentnog područja u kojem religija ili teologija ima autoritet tumačenja pitanja ljudskog života kao i konačne stvarnosti svijeta; te trećeg koji pretpostavlja mogućnost preklapanja ili prožimanja dvaju područja. Prvi odnos naziva se scijentizam, drugi odnos naziva se odnos ne preklapanja ili NOMA (*nonoverlapping magisteria*), a treći djelomičnog preklapanja ili POMA (*partially overlapping magisteria*). Može se reći da scijentizam u opisu odnosa znanosti i vjere ima visok stupanj podudarnosti s Barbourovim konfliktnim odnosom, da se odnos ne preklapanja može usporediti s odnosom neovisnosti iz njegove tipologije, a odnos preklapanja s njegovim tipom dijaloga i integracije.

64 Pojam *magisterium*, pl. *magisteria* je preuzet iz enciklike *Humani Generis* pape Pija XII. iz 1950. god. u smislu učitelja, autoriteta ili kompetentnosti.

Sciјentizam, općenito uzevši, vjeruje u neku vrstu mehanicizma, cjelokupna zbilja svijeta sastoji se od materije (energije, prostora, vremena...) koja se giba u skladu sa zakonima prirode ili generalizacijama, a može se sada ili nekad u budućnosti spoznati znanstvenom metodologijom – izvan toga nema mogućnosti postojanja bilo kakvih entiteta. Sciјentizam je, kao i dva ostala oblika odnošenja između religije ili teologije i znanosti, metafizičko ili metateorijsko vjerovanje, ali jedino koje na neki način može pozitivno dokazati predmete koje proučava unutar svog područja. Snaga dokaza i nedostatak dokaza nisu isto, ali sciјentizam ipak ostaje metafizičko uvjerenje jer ne može ponuditi cjelovite odgovore ili objašnjenja entiteta svoga područja na način kako zahtijeva znanstvena metodologija, (načelno) empirijski provjerljivo: opis temeljnih entiteta materijalne stvarnosti (čestica, val, polje, vrijeme, prostor, zakoni...), kako je nastala ta stvarnost (postoji samo niz teorija, preciznije rečeno hipoteza o postanku univerzuma – uz dvojbu da ima početak u vremenu). Općenito, sciјentizam se može ovako definirati:

Sciјentizam je uvjerenje da je znanost, posebno prirodna znanost, najvrjedniji dio ljudskog učenja – najvrjedniji dio jer je najmjerodavniji, najozbiljniji ili najkorisniji. Druga uvjerenja povezana s ovim također se mogu smatrati znanstvenim, npr. uvjerenje da je znanost jedini vrijedan dio ljudskog učenja ili stajalište da je uvijek dobro da se predmeti koji ne pripadaju znanosti postavljaju na znanstvene temelje (Sorell, 1991: 1).

Sciјentizam u načelu smatra da se pomoću znanosti i znanstvene metode može odgovoriti na bilo koje smisleno pitanje o prirodi, uključujući tu pitanja o čovjeku, smislu života, svijesti i ljudskom društvu. Unutar ovog područja ipak postoji rasprava oko stupanja svedivosti znanstvenih teorija na izvorno područje: tako zvani ‘restrikcionisti’ dopuštaju legitimnost primjene znanstvenih teorija

isključivo u strogo znanstvenome kontekstu, dok ‘ekspanzionisti’ žele izvesti (ekstrapolirati) znanost u sva druga različita područja. »Scijentizam je ipak bliži ekspanzionističkoj ideji« (Kokić, 2011: 188). Scijentizam ističe znanost i znanstvenu metodologiju ne samo kao superioran način spoznaje i razumijevanja svijeta, nego kao jedini legitiman način spoznaje svijeta definirajući time prihvatljivu epistemologiju, istovremeno određujući ontologiju svijeta – postoji samo ono što možemo zahvatiti svojim empirijskim iskustvom – izvan toga nema zbiljskih entiteta.

NOMA (*nonoverlapping magisteria*) pristup odnosu znanosti i religije eksplicirao je evolucionist Stephen Jay Gould (1941. - 2002.) 1997. god. u članku »Nonoverlapping Magisteria«. Gould je tvrdio da ne postoji konflikt između znanosti i religije, u ovom slučaju teologije Katoličke crkve, iz sljedećeg razloga:

Nedostatak sukoba između znanosti i religije proizlazi iz nedostatka preklapanja između njihovih domena profesionalne ekspertize – znanosti u empirijskoj građi svemira i religije u potrazi za pravim etičkim vrijednostima i duhovnim smislom naših života. Postizanje mudrosti u punom životu zahtijeva opsežnu pozornost na obje domene – jer nam velika knjiga govori da nas istina može učiniti slobodnima i da ćemo živjeti u optimalnom skladu sa svojim bližnjima kada naučimo činiti pravedno, voljeti milosrđe i hoditi ponizno (Gould, 1997: 17).

Gould nalazi, barem što se tiče Katoličke crkve, potvrdu nemogućnosti konflikta zbog različitih područja autoriteta teologije i znanosti u izjavama pape Pija XII (enciklika *Humani Generis*) iz 1950. god. i poruci ‘Istina ne može biti kontradiktorna istini’ Ivana Pavla II iz 1996. god. poslanoj Pontifikalnoj akademiji znanosti. Enciklika *Humani Generis* iz 1950. god. u dijelovima 36. točke piše:

Zbog tih razloga crkveno učiteljstvo ne brani da u skladu sa sadašnjim stanjem znanosti i teologije mjerodavni struč-

njaci na oba područja istražuju i pretresaju evolucionističko učenje. Ono naime istražuje podrijetlo ljudskog tijela, te uči kako ono potječe od pred egzistentne organske materije, dok nas vjera obvezuje vjerovati kako su duše izravno stvorene od Boga. No to se treba činiti tako da se razloži dvaju mišljenja, hoće reći onoga koje se izjašnjava u prilog i onoga koje se protivi evolucionizmu, pretresaju i preispituju s nužnom ozbiljnošću, umjerenošću i taktom i samo ako su svi spremni pokoriti se sudu Crkve, kojoj je Krist povjerio ‘zadaću na vjerodostojan način tumačiti Sveto pismo i braniti vjerske dogme’. Ipak neki prelaze granice te slobode u raspravama, te postupaju tako kao da je već s potpunom sigurnošću dokazano samo porijeklo ljudskog tijela iz pred egzistentne organske materije, služeći se pritom do sada prikupljenim činjenicama koje na to upućuju i razmišljanjima koja se temelje na istim indicijama, i sve to kao da u izvorima božanske objave nema ničega što bi na tome području zahtijevalo veću umjerenost i oprez (Pio XII, 1950).

Katolička crkva pokazala je da se ne misli suprotstavljati znanstvenim spoznajama, interpretirajući *Knjigu Postanka* ne kao znanstvenu teoriju nego simbolički prikaz, uz zadržavanje doktrinarnog učenja da je Bog stvorio svijet, koristeći drugotne uzroke – prirodne zakone (lat. *causa secundae*) za evolucijsko (pre)oblikovanje svijeta. Pri tome, ljudska duša smatra se zasebnom božanskom kreacijom. Unutar Katoličke crkve vjerojatno nema, osim možda perifernih slučajeva, kreacionističkog poučavanja utemeljenog u doslovnom tumačenju Biblije. Karl Popper tvrdio je sličnu vrstu odnosa ne preklapanja ili neovisnosti odnosa između znanosti i vjere, osporavajući prihvatljivost scijentističkog gledišta prema kojem nema ničega izvan područja znanosti i znanstvene metodologije. Popper je, puno prije Goulda, u predavanju ‘Science and Religion’ iz 1940. god. tvrdio da nema unutrašnjeg konflikta između dvaju područja nego takav nastaje kod

prijelaza iz jednog područja u drugo. Za njega je razlika u tome što su znanstvene tvrdnje uvijek deskriptivne naravi, a teološke su normativne. Znanstvene tvrdnje mogu opisati ljudsko ponašanje, ali se moralne odluke »ne mogu izvesti iz bilo koje znanstvene tvrdnje« (Barzaghi i Corcó, 2016: 421). Naravno, gotovo sve religije, abrahamovske sve, tvrde da Bog postoji dok se iz perspektive prirodne znanosti takva tvrdnja ne može empirijski potvrditi niti opovrgnuti odnosno testirati – zbog čega se onda područje autoriteta vjere čini prazno, bez empirijskog sadržaja i kao takvo prazno. Ovdje valja napomenuti da su se Popper i Gould odredili kao agnostici, kao oni koji ne opovrgavaju ontološku zbilju Boga nego samo epistemološku nesposobnost čovjeka u njegovoj spoznaji nadnaravnog. U ovom smislu, moglo bi se reći da je u njihovom metafizičkom ili metateorijskom uvjerenju ostavljeno mjesto za postojanje nadnaravnog, što nije slučaj kod onih koji zastupaju scijentističko određenje odnosno konfrontacijski odnos. No, i oni koji zastupaju scijentističko određenje odnosno konfrontacijski odnos, poput na primjer ateista, iako smatraju da su oslobođeni vjere u pretpostavke, također posjeduju metafizička ili metateorijska uvjerenja, samo druge vrste. Popper o tome kaže:

‘To posebno vjerujem u slučaju onih ateista koji su posebno naglašavali da nisu vjerovali ni u kakvu religiju: tvrdim da su ti ljudi nedvojbeno bili religiozni upravo u istom smislu koji pripisujemo posjedovanje religije onima koji vjeruju u mnoge različite vjere ... Moja je teza da iako mogu postojati stupnjevi vjere, iako vjera može biti vrlo jaka u nekima i prilično slaba u drugima, vjerojatno ne postoji čovjek koji je potpuno bez nje’ (Barzaghi i Corcó, 2016: 421).

Gould je također tvrdio unutar svoje ključne teze vezane uz odnos ne preklapanja da činjenice i objašnjenja koja su se razvila i stekla svoju zrelost u području autoriteta znanosti ne mogu vrednovati a pogotovo ne mogu poreći vjeru. Gould je vjerovao u

nužnost i snagu NOMA ideje koja pretpostavlja »stalan doprinos oba učiteljstva prema zajedničkom cilju mudrosti. Ako su ljudska bića nešto posebno, mi smo stvorenja koja moraju razmišljati i razgovarati« (Gould, 1997: 22). Štoviše, čini se da Gould tvrdnjom o doprinosu obaju područja u stjecanju mudrosti poprilično približio prema dijalogu, preklapanju odnosno integraciji u odnosu područja znanosti i teologije, tezi POMA.

U nominalnom smislu tezu o djelomičnom preklapanju područja znanosti i vjere (POMA, *partially overlapping magisteria*) uveo je Francis Collins (1950.-) koji je vodio projekt mapiranja ljudskog genoma (*Human Genome Project*) od 1994. do 2008. god., gnostik koji je konvertirao na kršćanstvo, postao je metodist. Collins je iz svog rada u genetici zaključio da postoji mogućnost djelomičnog preklapanja dvaju područja, a dio svog puta u izgradnji ovog gledišta opisao je u knjizi *Božji jezik* (u izvorniku *The Language of God: A Scientist Presents Evidence for Belief*) iz 2006. god. u kojoj prepoznaje genetski kod kao Božji jezik, misao, logos. Papa Benedikt XVI ga je 2009. god. imenovao članom Pontifikalne akademije znanosti u Vatikanu. Collinsovu ideju zastupa i filozof Alistair McGrath koji piše da se »znanost i religija oslanjaju se na nekoliko različitih metodologija i pristupa. Ove su metode i pristupi različiti načini spoznaje koji su oblikovani kroz povijesne čimbenike. Korisno je da znanstvenici i teolozi međusobno razgovaraju« (de Cruz, 2023). Za Collinsa znanstvena načela predstavljaju trak božanskog uma pa između znanosti i vjere koja je isto tako jedan trak Njegovog uma, postoji komplementarnost u spoznaji svijeta. U prilog postojanja Boga Collins ističe vrlo finu podešenost svemira (*fine tuned Universe*) za pojavu života iz čega je zaključio postojanje Inteligencije koja je to napravila i koja se želi povezati s čovjekom, dok je rad na proučavanju genetskog koda koji postoji u svim živim bićima, kao i mapiranje ljudskog genoma za njega značilo uvid u upute za stvaranje života i čovjeka: »Sada vidimo jezik kojim je Bog izgovorio naše

postojanje» (Collins, 2021). Za njega genski kod u živim bićima predstavlja Božji jezik i inteligentnu uputu za izgradnju živih bića i evoluciju. Slično je mislio još jedan autor, filozof Antony Flew (1923.-2010.), najprije apologet ateizma i uzor ateističkim autorima, poznat po nizu knjiga u kojima je zagovarao ateizam, i jednom od najpoznatijih prijelaza s ateizma na vjeru kad je 2007. god. napisao novu knjigu čiji je naslov glasio *There Is a ~~No~~ God. How the World's Most Notorious Atheist Changed His Mind*. Prije toga, na iznenađenje i razočaranje mnogih Flew je 2004. god. u jednom privatnom, poslije objavljenom intervjuu (Habermas, 2004), i dalje ne prihvaćajući dogme različitih formalnih religija, utvrdio da je morao ponovo promisliti brojne znanstvene dokaze i reinterpretirati ih na način da može reći kako sada vjeruje u inteligentnog stvoritelja:

HABERMAS: Koje argumente za postojanje Boga smatrate najuvjerljivijima?

FLEW: Mislim da su najdojmljiviji argumenti za postojanje Boga oni koji su podržani nedavnim znanstvenim otkrićima. Nikada me se nije previše dojmio *kalām* kozmološki dokaz i ne mislim da je u posljednje vrijeme postao jači. Međutim, mislim da je argument Inteligentnog dizajna znatno jači nego što je bio kad sam ga prvi put susreo.

HABERMAS: Dakle, volite argumente poput onih koji proizlaze iz kozmologije velikog praska i argumenata fine podešenosti svemira?

FLEW: Da (Habermas, 2004: 200).

Flew je pisao da je temeljno načelo kojeg se treba držati (Platonovo načelo) praćenje dokaza neovisno kamo oni vode – u ovom slučaju, Flew tvrdi da ga je to dovelo do vjere u stvoritelja (malim slovom jer je tvrdio da je deist, da vjeruje u neku vrstu Aristotelovog boga – prvog pokretača koji se nakon pokretanja više ne miješa u svijet) na temelju problema objašnjenja postanka genet-

skog koda koji je sustav kodirane kemije i ne može biti objašnjen bez pozivanja na inteligentnog stvoritelja – smislene kompleksne informacije sadržane u genetskom kodu ne mogu nastati iz bezumnih molekula. Flew je tvrdio da je do promjene njegovog stava o postojanju inteligentnog stvoritelja došlo isključivo praćenjem znanstvenih činjenica koje su upućivale na to: »Kako univerzum koji sadrži bezumnu materiju proizvodi bića s intrinzičnom svrhom, sposobna za samoreplikaciju i 'kodiranu kemiju'« (Flew, 2007: 124)? Unatoč snažnim reakcijama onih koji su ga do tada držali predvodnikom borbenog ateizma, Flew nije odstupio tvrdeći da je intelektualno poštenje u slijeđenju dokaza prva odlika znanstvenika.

Prije razvoja i eksplikacije ideje POMA, postojali su brojni znanstvenici koji su pronalazili neku vrstu komplementarnosti između znanosti i vjere, pogotovo istočnjačkog misticizma.⁶⁵ Kvantni fizičari Werner Heisenberg, David Bohm, Niels Bohr i pogotovo Fritjof Capra gledali su u istočnjačkom misticizmu neku vrstu neznanstvene anticipacije kvantne mehanike ili neke vrste paralelizma dvaju učenja, istine koja se mistički iskazala u umu istočnjačkih mudraca. U ovome posebno se isticao Fritjof Capra svojom knjigom *Tao Fizike (The Tao of Physics)* u kojoj je istaknuo pojmovne poteškoće postavljene pred svakim mišljenjem, razumijevajući riječi kao simbole kojima mislimo fenomene, slično odnosu između reprezentacije stvarnosti i same te stvarnosti po sebi. Sama ta stvar(nost) po sebi, *Tao*, ne može se iskazati niti biti predmet promišljanja, opisa riječima ili empirijski dokazivog znanja jer je krajnja stvarnost izvan područja intelektualnog i osjetilnog iz kojih se izvode pojmovi i riječi. U istočnjačkom misticizmu apsolutno znanje je vrsta neintelektualnog iskustva krajnje stvarnosti, zbilje koja je u svojoj osnovi neodređena i nediferencirana, koje proizlazi iz meditativne ili mistične svijesti. Iako prirodne znanosti u najvećoj mjeri pretpostavljaju

65 Više o tome u 2. poglavlju, Filozofija i znanost.

racionalno znanje i djelovanje, potrebna je i vrsta intuitivnog uvida uobičajena kod mistika pa za Capru ipak postoji paralelizam u spoznaji zbilje ovih dvaju pristupa:

Iako se fizičari uglavnom bave racionalnim znanjem, a mistici intuitivnim, obje vrste znanja javljaju se u oba polja. To postaje očito kada ispituje kako se znanje stječe i kako se izražava, kako u fizici tako i u istočnjačkom misticizmu (Capra, 1975: 30).

Brojni autori opisivali su trenutak znanstvenih otkrića kao iznenadni intuitivni uvid, padanje koprene s očiju koji se mogu dogoditi čak i u snu. Istočnjački misticizam u nekim inačicama, poput vedante u hinduizmu, uz intuiciju sadrži racionalno mišljenje, pogotovo apstrakcije koje su integralni i visoko učinkoviti dio i znanstvenog mišljenja, i koje su u znanstvenom mišljenju odvojene od empirijskog svijeta koji znanost proučava i objašnjava. S druge strane, u inačicama misticizma poput taoizma i budhizma, nema objašnjenja, nema znanja ni riječi, postoji samo izravno neracionalno i neosjetno mistično iskustvo, neka vrsta spontanog prosvjetljenja, koje pruža uvid u zbiljsku i konačnu narav svijeta. Postignuće cilja u misticizmu, jer spoznaja je neracionalna, zahtijeva 'utišavanje' uma i njegovih pojmovnih iskaza i simbola koji posreduju u spoznaji, poput riječi, kako bi se prešlo iz racionalnog u intuitivan tip svjesnosti do kojeg se dolazi tehnikom disanja, vizualizacije, ritmičkih pokreta, ponavljanja mantri ili drugim oblicima meditacije kojima se uranja na razinu svjesnosti na kojoj nema 'ometanja' od strane uma. Primjer za to mogu biti »Japanske čajne ceremonije koje su pune sporih, ritualnih pokreta. Kineska kaligrafija zahtijeva nesputano, spontano kretanje ruke. Sve ove vještine korištene se na Istoku za razvoj meditativnog načina svijesti« (Capra, 1975: 39). Istočnjačka misao, pogotovo iz onoga što se može naći u Hinduizmu, može se interpretirati kao gledište koje vidi djelomično preklapanje znanosti

i vjere: teorija evolucije percipira se kao nešto već obuhvaćeno njihovim vjerskih učenjem, ili se vidi anticipacija suvremenih znanstvenih spoznaja u ranim doktrinama hinduizma, poput anti-biotiskih svojstava bakra ili zdravstvene dobrobiti brojnih biljnih vrsta, na primjer kurkume. U još većoj mjeri govori se o indijskoj anticipaciji modernog atomizma i fizike, u nekoliko različitih inačica hinduizma i đinizmu, koja se pojavila svakako prije pojave atomizma u antičkih Grka. Za mnoge od impresivnih revolucionarnih nalaza suvremene fizike poput atomizma, nelokalnosti, jedinstva univerzuma, prostora i jedinstvenog polja često se govori kao konceptima koji imaju zapanjujuće visok stupanj sličnosti s opisima svojstava Brahme kao krajnje i konačne stvarnosti kako se to nalazi u Upanišadima.

U đinizmu vječnu i neuništivu supstanciju sačinjavaju materija odnosno materijalni predmeti (skr. *pudgala*) i nematerijalne supstancije prostor, vrijeme i mediji gibanja i počivanja. Najmanji dio materije i materijalnih predmeta nevidljiva je i nedjeljiva čestica *aṇu* (*paramāṇu*, skr.), odnosno *paramāṇupoggala* (*paramāṇu*, nedjeljiv) je atom (Viy. 240a)⁶⁶ dok se pojam *poggala* odnosi na neko konkretno materijalno tijelo koje zauzima prostor. Na višoj razini atomi se nakupljaju u nakupine koje tvore *skandha* (skr.) što je pojam paralelan suvremenom razumijevanju molekula. Ove temeljne jedinice materije imaju potenciju stvaranja četiriju elementa (vatra, voda, zemlja i zrak), a one koje to aktualiziraju nazivaju se uzročni atomi (*kāraṇa-paramāṇu*, skr.). U hinduizmu su se razvila dva neovisna atomistička sustava, Nyāya i Vaiśeṣika, koja su se poslije stopila u poprilično unificirano atomističko učenje, a jedan od prvih imenom poznatih autora bio je indijski filozof Kaṇāda rođen oko 600. god. pri. K.

Kaṇāda se pripisuje 6. - 5. stoljeću prije Krista. Možemo reći da je Kaṇāda prvi izložio atomističku teoriju. Iako je njegovo učenje formulirano na metafizičkim osnovama, te-

66 Vyākhyāprajñapti, uredio Jozef Deleu.

orija je ostala nepobijena sve do ranih 1930-ih kada su kolektivni radovi Josepha J. Thomsona, Ernesta Rutherforda, Nielsa Bohra i Jamesa Chadwicka utvrdili da se Kaṇādin atom može rezati i da se svaki atom sastoji od jezgre koja sadrži protone i neutrone te roja elektrona koji kruže oko jezgre (Nene, 2005: 135).

U osnovi, istočnjačka tradicija slično počecima filozofije u antičkoj Grčkoj, vidi jedinstvo univerzuma i nedjeljivu zbilju svijeta koja nam se pokazuje u mnoštvenosti stvari koje joj pripadaju. Istočnjački misticizam i suvremena fizika kao racionalni znanstveni pristup teško se mogu uspoređivati u smislu nekakve vrste anticipacije u kojima suvremena znanost tek sada ponovno djelomično otkriva ono što su istočnjačka učenja već znala. Prije bi se moglo reći, kako i Capra kaže, da je riječ o područjima vjere i znanosti koja su komplementarna u različitosti svojih pristupa, intuitivnom i racionalnom, i koja se ne mogu sintetizirati, nego ostaju u vrsti ispunjujućeg dijaloga. Kod Capre i drugih autora uvjerenje o komplementarnosti ili djelomičnom preklapanju područja znanosti i vjere upućuje da jedno područje bez drugoga nije dovoljno za spoznaju svijeta kakav se zbilja u svojoj zapanjujućoj magičnosti i zagonetnosti pokazuje i razotkriva čovjeku. Vjerojatno sva ili većina suvremenih znanstvenih spoznaja, pogotovo kvantne mehanike i teorije relativnosti 'pokrivena' su religijsko-teološkim promišljanjima pa i anticipacijama tih znanstvenih spoznaja preko brojnih ideja i logički mogućih naravi Boga i svijeta iskazanih u tim religijsko-teološkim mišljenjima.

Kod Barboura (1997) čije se djelo smatra prekretnicom u suvremenom razumijevanju odnosa znanosti i vjere navedene su takve logičke mogućnosti, pogotovo unutar alternativa standardnom ili klasičnom teizmu: 1) Bog kao determinator neodređenosti (*Determiner of indeterminacies*) je teza koja kvantno mehaničku neodređenost vidi kao zbiljsko svojstvo prirode, a ne proizvod epistemološke slabosti, u kojoj kvantni događaji nisu potpuno

određeni zakonima prirode niti u kojoj Bog djeluje fizičkom silom na atome kršeći zakone prirode, nego ne kršeći zakone prirode može aktualizirati neko od brojnih mogućih ishoda – nikada ne dovodeći u pitanje slobodu ljudskog djelovanja, 2) Bog kao tvorac informacija (*Communicator of information*) je teza prema kojoj Bog unosi informacije u svijet kojima se iskazuje Njegova volja porastom kompleksnosti živog svijeta sve do pojave mentalne aktivnosti u čovjeka, za razliku od entropije u zatvorenim termodinamičkim sustavima kakav je svemir, gdje dolazi do gubitka reda i informacija; 3) teza Božjeg samoograničenja (*God's Self-Limitation*) pretpostavlja da je Bog svojom voljom ograničio neke svoje moći omogućavajući postojanje zakonitosti u prirodi, slobodu čovjeka i mogućnost moralnog razvitka čovjeka, kreiranjem otvorenosti prema nepredviđenom, čime stvorenja imaju mogućnost izbora; 4) Bog kao djelatno biće (*God as Agent*) je teza koja Bogu pripisuje nakanu (intenciju) koja se ne da izravno opaziti niti se o njoj može jednostavno nagađati unutar ograničenog vremena unutar kojeg čovjek i čovječanstvo imaju na raspolaganju – ta nakana je stvaranje svijeta i njegov razvitak (ili razvoj?) uz očekivanje odgovora svoga stvorenja; 5) Svijet kao Božansko tijelo (*The World as God's Body*) je holistička teza koja teološko-logički pretpostavlja Boga kao biće koje ima apsolutno znanje o svakom događaju u kozmosu i koji ne djeluje u nekom početnom trenutku u početku vremena ili izvan njega nego trajno stvara odgovarajući na djelovanje svijeta i Njegovih stvorenja.

Ovi pokušaji određenja logičkih mogućnosti Božje opstojnosti koje bi bile nekonfliktne suvremenim znanstvenim spoznajama ostaju teološko-logičke mogućnosti, izvan dosega načelne empirijske provjerljivosti, trajno određene kao neprovjerljive metafizičke pretpostavke tipične za vjersko-teološke tvrdnje. Također, znanost se bavi proučavanjem prirode a ne onog natprirodnog pa je predmet proučavanja ovih dvaju područja različit. Međutim, to nije ključna razlika između znanosti i vjere jer i znanost počiva na

nedokazivim metafizičkim ili metateorijskim pretpostavkama, a neke slike svijeta poput scijentizma sadržavaju dogmatizam koji je obilježje ideoloških tvrdnji dok znanost, ako želi biti znanost, mora ostati trajno otvorena promjenama.

15 ZNANOST KAO RELIGIJA I IDEOLOGIJA

U javnom prostoru koji obiluje raspravama o različitim društvenim (obrazovanju, klimatskim promjenama, globalnom zatopljenju ...) i moralnim (pobačaj, spolnost, brak...) pitanjima često se pojavljuju dijalozi u kojima jedna od strana u raspravi brani svoju poziciju tvrdnjom kako su njezini stavovi utemeljeni u znanosti, istovremeno osporavajući stavove suprotstavljene strane prigovorom kako joj manjka znanstvenog utemeljenja. U ovim raspravama znanost je načelno i/ili kao neka određena teorija uspostavljena na položaj moći s 'prvenstvom' u pravu na posjed univerzalnih istina, znanost je umjesto čitanja knjige prirode postala Sveto pismo koje daje temelje za interpretacije društvenih dilema pa i znanstveno utemeljenje moralnih normi. Na ovaj način preuzima se vlast nad znanošću njezinim iskrivljenjem jer više 'ne govori o tome kako se nebesa kreću, nego kako se dolazi u njih' – mogla bi se tako izokrenuti misao kardinala Barionija (da je nakana Duha Svetoga naučiti nas kako netko odlazi na nebesa, a ne kako se nebesa kreću). Iskrivljenje znanosti u neku vrstu nepogrešivog nadređenog sustava širokih uvjerenja o svijetu nastaje neka vrsta univerzalne teorije koja uz iskustveni svijet postaje sveobuhvatno, apsolutno istinito objašnjenje prirodnog i društvenog svijeta. Primjer ovoga su neki autori kojima darvinizam nije samo opis i objašnjenje preoblikovanja i umnažanja živih oblika nego postaje »*grand récit* koji daje okvir za odgovore na sva velika pitanja života« (McGrath, 2010: 333).

Suvremeno doba pretpostavlja znanost kao paradigmatu racionalnosti, dok se vjera i pogotovo magijski oblici ponašanja opisuju kao zaostao, primitivan način pokušaja spoznaje i kontrole svijeta. Neki autori to su osporavali nalazeći fundamentalnu

načelnu istovjetnost dvaju pristupa. Tako je škotski antropolog James George Frazer (1854. - 1941.) tvrdio usporedivu sličnost temeljnih metafizičkih ili metateorijskih pretpostavki magijskog i ritualnog (ne vjerskog ili teološkog) sa znanstvenim mišljenjem i djelovanjem. Mitsko-magijsko i znanstveno dijele praktičan aspekt, a pred znanstveni ili proto znanstveni tip mišljenja vodio je pojavi magijske prakse, što je uključivalo prepoznavanje pravilnosti u prirodi i prihvaćanje metafizičke pretpostavke uzročnosti, odnosno uzročnih veza koje nužno upravljaju tim pravilnostima. Plemenski šaman koji pleše ples kiše koji treba dovesti do kišnih oborina na nekoj razini (pod)svijesti vjeruje u uzročnost i uzročne veze među događajima, u slučaju svoga plesa vjeruje da događaj A (ples kiše) dovodi do događaja B (padanja kiše). Prema Frazeru, oba su područja vođena istim skupom pravila uzročne veze pa je magija vrsta pseudo znanosti koja još nije razvila vjeru u nadnaravno nego vjeruje samo u prirodno, kao i znanost koja isključuje postojanje nadnaravnog. Institucija žrtve, pogotovo nevine i čiste žrtve također je način 'plaćanja' kao i vrsta utjecaja na pojavu poželjnih ili odsutnost nepoželjnih prirodnih sila. U nekim interpretacijama indijskih sustava mišljenja Brahman ima veću moć od božanstava jer posjeduje magične verbalne formule (mante) kojima može 'natjerati' božanstva da ispune njegovu volju, može tim formulama prouzročiti željeni događaj preko božanskih sila koje se moraju povinovati snazi formule – i tu postoji vjera u uzročnu vezu među događajima. U ovim tumačenjima izgovorene riječi su u uzročnoj vezi sa zbiljom s kojom su u unutrašnjoj povezanosti koja bi se mogla usporediti s univerzalnim fizikalnim zakonima i silama, a izgovorena riječ nije simboličko pojmovno označavanje nekog fenomena nego u sebi sadrži taj fenomen, njegova obilježja i sile. Dovoljno dugo ponavljano izgovaranje magičnih riječi ovdje, kako se vjeruje u magijskoj paradigmi, nužno će tom unutrašnjom povezanosti riječi i zbilje dovesti do njezinog ostvarenja. Antropolozi su početkom 20. st.

(Bronisław Malinowski, Margaret Mead, Ruth Benedict, Claude Lévi-Strauss i dr.) zabilježili velik broj primjera takvog magijskog djelovanja, koje u nekim slučajevima, barem kako se čini kod nekih šamanskih izlječenja, izgleda kao da ima praktičnu primjenu koja bi se mogla označiti kao učinkovita i uspješna. Bi li se to moglo usporediti s primjenom znanstvenih teorija kojima manjka fundamentalno uzročno objašnjenje, ali su vrlo učinkovite u praktičnom predviđanju budućih događaja? Prisjetimo li se ‘argumenta čuda’ koji kaže da bi bilo pravo čudo ili kozmička koincidencija kad bi netočne teorije tako dobro opisivale svijet, objašnjavale ga i predviđale – bismo li mogli reći da bi bilo čudo kada magijske formule koje se pokazuju kao uspješne ne sadrže ispravna objašnjenja svijeta ili barem ‘skrivenih varijable’ zakona koji upravljaju univerzumom, makar nisu racionalnog tipa? Naravno da ne, autori koji su kritizirali Frazera prihvaćali su dio njegovih argumenata, ali su isticali razlike poput usmjerenosti magijskog na pojedinačno i emocionalna stanja, na čovjekove nade i želje, a ne na stvarnost i razum. S druge strane, znanost se temelji u opažanjima i razumu, u vrijednosti iskustva koje treba potvrditi ili osporiti metafizičke pretpostavke. Ne postoji jedinstvo u određenju pojma znanosti, ideologije i religije, no široko je prihvaćen konsenzus da znanost pretpostavlja kako je:

... moguće dosegnuti objektivno znanje i da uspjeh znanosti u velikoj mjeri proizlazi iz određenih pravila i metoda. Iako ne postoji jedinstvena znanstvena metoda koja vodi istinitom znanju, postoje općenita pravila i metode koje se slijede i koje metodološki labavo razgraničavaju znanost od neznanosti (Kragh, 2005: 2176).

Znanost i vjera utemeljeni su na sustavima uvjerenja o svijetu (metafizika: za jedne postoji samo prirodni svijet, za druge i nat-prirodni) i načinu stjecanja znanja o tom svijetu (epistemologija: za jedne znanstvena metodologija, za druge objava ili mistično

iskustvo), no u tome se i razlikuju, jer znanost zahtijeva provjerljivost teorijskih tvrdnji, stalnu provjeru s obavezom revizije ako se pokaže da nema dokaza, kao i stalne pokušaje osporavanja i opovrgavanja koji vode novim spoznajama. U naravi znanosti je njezina otvorenost promjenama, modifikacijama, poboljšanjima pa i odbacivanju teorija koje ne prođu provjeru. Vjera i ideologije su pak utemeljene u nepromjenjivosti vjere uz ignoriranje potrebe ili smisla empirijske provjerljivosti ili postojanja dokaza. U naravi vjere i ideologije je zatvorenost promjenama, dogmatizam i uvjerenje da ne mogu pogriješiti. Razmišljanje ili rasprava o postojanju Boga obično počinje dvama protupitanjima: Može li se dokazati postojanje Boga i može li se dokazati da ne postoji? Uz to se veže i pitanje koja je od ovih pretpostavki temeljna i koje je početno pitanje, postojanje ili nepostojanje Boga, odnosno na kome je teret dokaza? Vjernici iz postojanja Boga izvode cjelokupnu stvarnost u simboličkom opisu, kao što ateisti uz dokaze o postojanju prirode i nepostojanju empirijskih dokaza o postojanju natprirodnog, uz dodatne hipoteze koje također ne mogu fundamentalno objasniti zakone prirode – zašto postoji ili koji su uzroci elektromagnetizma, nuklearne ili gravitacijske sile, izvode cjelokupnu stvarnost. Teisti i ateisti, iako ne mogu dokazati postojanje ili nepostojanje Boga dogmatski se drže temeljne metafizičke pretpostavke i svoje metodologije na kojoj utemeljuju svoje područje. Znanost je utemeljena na naturalističkoj pretpostavci (da nema Boga) prema kojoj je univerzum bezuman (*mindless*) entitet i naravno, nesvrhovit i besciljan, a sama znanost opisuje opažljive i neopažljive aspekte svijeta koji je neovisan o umu (*a mind-independent world*) (Anjan, 2017). Nesvrhovitost i ‘bezumnost’ svijeta ontološki su temelji naturalističke interpretacije znanosti i zadana ontološka slika svijeta koju znanost istražuje (Kokić, 2021) u svojoj usmjerenosti prema istini o svijetu i još više u svojim naporima ovladavanja svijetom. S druge strane, ideologija je sustav uvjerenja i vjerovanja koji nije usmjeren prema

istini, nego prema stjecanju društvene moći očuvanjem ili promjenom društvenih odnosa. Danas je znanost svakako jedna od najutjecajnijih i najsnažnijih institucija s vrlo visokim stupnjem povjerenja u njezinu sliku svijeta, ali i svjetonazor izgrađen kao kompleksan skup svjesnih i nesvjesnih uvjerenja o naravi svijeta, stjecanju znanja o tom svijetu, ali i ostalim stavovima vezanim uz način života čovjeka i društva. Ipak, kako su sve činjenice u nekoj mjeri teorijski ovisne, uspostava znanosti (neke znanstvene teorije ili svjetonazora izgrađenog na nekoj teoriji) normom istine i metodom koja jedina jamči istinitu sliku svijeta i put spoznaje, osobni i društveni napredak, tada se može govoriti o ideologizaciji znanosti kojom znanost postaje nadmoćan način spoznaje i arbitar u društvenim pitanjima. Ideologizacija znači nepromjenjivost i dogmatizaciju temeljnih tvrdnji nekog područja ili svjetonazora, za razliku od znanosti koja je trajno usmjerena spoznaji istine i otvorena potvrdi, provjeri i opovrgavanju čime se znanost razgraničila od religije, ideologije, politike i drugih ljudskih djelatnosti. U ovom smislu s jedne strane znanost, a s druge vjera ili ideologija su antiteze, suprotstavljeni načini spoznaje svijeta koji često stoje u nekoj vrsti među-odnošenja. Znanost i ideologija mogu biti u različitim odnosima. Na primjerima odnošenja biologije ili evolucijske biologije, koja je možda od svih znanstvenih disciplina najpodložnija ideološkim manipulacijama i zloupotrebi, može se govoriti o određenoj tipologiji ovih odnosa: prvi, 'izvozni' tip odnosa (*outward*) izvozi ideje iz biologije i primjenjuje ih u filozofiji, politici i društvu; drugi, 'uvozni' tip odnosa (*inward*) označava ideološki izbor znanstvenih programa prema ideološkim potrebama i ciljevima, a treći je surazvojni odnos (*co-evolution*) u kojem ideologija oblikuje istraživanja u biologiji kojima se onda podupiru željene teze na kojima je izgrađena ta ideologija. U slučaju prvog odnosa izbor znanstvenih tema i njihovo vrednovanje utemeljeno je na ideološkim osnovama pa se može reći da se ideologija pretvara u pozitivnu znanost, što znači

akademsku, političku i financijsku potporu ideološki nametnutim temama proučavanja, ali i unaprijed zadanim i očekivanim rezultatima (Kokić, 2011: 181). U drugom slučaju teorija evolucije odnosno evolucijska biologija u izvoznom odnosu prema ideologiji obilježena je preuzimanjem i primjenom ideja biologije u javnom i političkom životu, poput podupiranja ateizma teorijom evolucije odnosno njezinom ideološkom interpretacijom, u slučaju uvoznog odnosa izbor tema koje bi se bavile alternativnim teorijama evolucije, ili bilo kojim drugim kritičkim odnosom prema neodarvinističkoj paradigmi, bio bi u nepovoljnom položaju za financiranje, publiciranje ili akademsko raspravljanje. Surazvojni odnos obilježavaju ideološki zahtjevi izvedeni iz političkih, društvenih ili vjerskih, ali i bioloških preduvjerena, čime se usmjerava izbor znanstvenih tema uključujući očekivane rezultate koji se onda koriste za potporu tih uvjerenja – jedan od najsnažnijih primjera ovog odnosa je eugenika kada su se usmjeravala istraživanja prema ideološkim tvrdnjama o postojanju boljih i lošijih skupina ljudi i pojedinaca, razlike među njima prema njihovim biološkim pretpostavkama bile su biološki uvjetovane. Političke i povijesne posljedice eugeničkih pokušaja imale su svoj praktični vrhunac u nacizmu koji je poticao biološka istraživanja unutar biološke antropologije, proučavanja razlike između nasljednih i stečenih mentalnih slabosti, genskih osobina blizanaca i dr., a onda u ideološkoj primjeni tih istraživanja uspostavom rasnih zakona, prisilnoj sterilizaciji, segregaciji i na kraju genocidu (Kokić, 2011: 185).

Pretvaranjem neke (svake) u načelu promjenjive znanstvene teorije, poput teorije evolucije, u svjetonazorski sveobuhvatan pogled na svijet koji nadilazi znanstvene granice i metodu, nastaje dogmatski skup uvjerenja koji objašnjava ne samo taj fenomen nego narav niza fenomena kojima se ta teorija ne bavi. Tako neki autori, od kojih su najpoznatiji Richards Dawkins i Daniel Dennett, smatraju da se kršćanstvo i druge religije trebaju zamijeniti

evolucijskim svjetonazorom jer teorija evolucije svojom snagom osporava vjerske dogme i može objasniti ne samo preoblikovanje i umnažanje živih vrsta – što je njezin znanstveni cilj, nego i fenomene u društvu, moralne kategorije dobra i zla, osporiti postojanje nadnaravnog bića. Za ove autore darvinizam je jedina teorija koja može objasniti cjelokupnost iskustvenog svijeta, ali i čovjekovu vjeru u nadnaravno kao i pojavu moralnih vrijednosti jer su sve to pojave izvedene iz osnovnih pretpostavki teorije evolucije, one su adaptacije koje imaju korisne učinke i zato se nasljeđuju. Znanstvenici uključujući evolucioniste smatraju kako njihove teorije opisuju zbilju svijeta, no za autore poput Dawkinsa i Denetta, to je objašnjenje svijeta istovremeno univerzalna teorija koja daje odgovore na sva velika pitanja o svijetu i životu – uz to darvinizam je za njih u svojoj osnovi, kako se čini, načelno neopovrgljiva znanstvena teorija jer je »...čvrsta jezgra darvinizma, jezgra koju je možda darvinizam sam postavio za ireducibilno središte svoje teorije, što bismo mogli postaviti kao kandidata koji je potencijalno izvan dosega činjeničnoga opovrgavanja« (Dawkins, 2004: 81). Ovdje je potrebno razlikovati darvinizam kao znanstvenu teoriju koja opisuje fenomene živog svijeta pretpostavljajući mehanizme koji vode te promjene, pokušavajući dokazati svoje pretpostavke i obraniti se od pokušaja opovrgavanja, od darvinizma kao svjetonazorskog pristupa koji ne uključuje znanstveni test provjerljivosti u potrazi za istinom u objašnjenju fenomena koji zahvaća, nego ostaje usmjeren ideološkom cilju uspostave sustava uvjerenja koji bi se proširio u društvu kao neoboriva istina upravo zatvorena propitivanju, provjeravanju i mogućem preispitivanju. Pripadnici pokreta 'Novi ateizam' u koji uz Richarda Dawkinsa spadaju Sam Harris, Daniel Dennett i Christopher Hitchens (ovu skupinu zovu 'četiri jahača') smatraju da se:

U javnom životu, uključujući vladu, obrazovanje i politiku treba voditi racionalnim argumentima i znanstvenim dokazima, te da bilo koji oblik nadnaravnosti (osobito religija,

ali također i npr. astrologija) nema mjesta u javnom životu. Oni religijske tvrdnje, poput postojanja Boga, tretiraju kao provjerljive znanstvene hipoteze (De Cruz, 2022).

Zatvaranje znanstvene teorije u svjetonazorsku paradigmu njezinom fragmentacijom, pojednostavljenjem i trivijalizacijom izravan je put u dogmatizaciju znanosti, u njezino pretvaranje u ideologiju. U slučaju teorije evolucije eksplicitno ili implicitno, pretpostavlja se da je darvinistička interpretacija teorije evolucije jedini mogući legitiman znanstveni pristup objašnjenju evolucijskih promjena i specijacije, nastanka novih vrsta – postavlja se lažna dilema da je ovo pitanje moguće promatrati samo na dva načina – darvinistički evolucionizam koji je ispravan nepristran pristup, ili kreacionizam ili u novije vrijeme inteligentni dizajn, koji su nelegitimni neznanstveni pristupi opterećeni zastarjelim predrasudama. Dogmatizacija znanosti zabranjuje autonoman izbor tema proučavanja i preispitivanje postojećih teorija, u ovom slučaju nema mogućnosti znanstvene alternative darvinističkoj teoriji evolucije, što nije točno jer postoji više alternativnih teorija evolucije kojima se pripisuje znanstvenost, jer bi svako takvo propitivanje bilo osuđeno kao neznanstveni kreacionizam ili inteligentni dizajn koji u novim verzijama ne poriče mehanizme teorije evolucije, nego načelno dovodi u pitanje znanstveno objašnjenje postanka prvog života..

Alternativni put ili drugi smjer ne postoji – čak nije moguć. Odmah od početka, od 1859., sam je Darwin bio uporan u tvrdnji da je jedini mogući izbor bio između njegove teorije i neznanstvenih, vjerskih doktrina posebnih stvaranja. Znanstvena alternativa darvinističkoj evoluciji nije postojala – ili tako mnogi ljudi i dalje vjeruju (Rupke, 2010: 162).

Ovdje se jednoj legitimnoj znanstvenoj teoriji pripisuju svojstva koja nisu obilježje legitimne znanosti jer u darvinističkom pristupu teoriji evolucije nema ni riječi o postojanju ili nepostoja-

nju Boga. Ako bi neki rekli da darvinistička teorija evolucije ipak implicira njegovo nepostojanje, moglo bi ih se uputiti na zadnju rečenicu Darwinove knjige *Postanak vrsta putem prirodnog odabira ili očuvanje povlaštenih rasa u borbi za život* u kojoj Darwin piše o moćima života koje su »početno udahnute u nekoliko oblika ili u samo jedan oblik« (Darwin, 2000: 372), koja implicira upravo suprotno. Darvinistička teorija evolucije ne govori ništa o postojanju ili nepostojanju nadnaravnih bića, ali darvinizam pretvoren u svjetonazor osporava postojanje nadnaravnog bića i objašnjava postojanje morala i religiju kao evolucijsku adaptivnu prednost u ponašanju pred drugim mogućim oblicima ponašanja. Pretvaranjem znanstvene teorije u svjetonazor, opći krovni i nadređeni okvir svakog drugog mišljenja, mijenja se narav znanstvenog znanja njegovim pretvaranjem u ideologiju – znanstvena teorija više nije opis i objašnjenje fenomena jednog dijela iskustvenog svijeta nego paradigma nedostupna činjeničnom opovrgavanju. Prijelaz iz znanstvenog područja u ono svjetonazorsko najčešće je popraćen nekim oblikom trivijalizacije redukcijom na nekoliko vrlo pojednostavljenih i nepovezanih tvrdnji, čime se »jezik znanosti prevodi u neznanstveni jezik opće-kulturnoga gubeći pritom temeljnu vezu s naravi svoga područja. Nadalje, pri tome ostaju neosviještene ontološko-epistemološko-logičke pretpostavke na kojima je izgrađena svjetonazorska zgrada, uz privid znanstvene utemeljenosti područja« (Kokić, 2011: 188). Prelaskom znanosti u svjetonazorsko područje, ekspanzionistički scijentizam proširuje ontološko-epistemološko određenje znanost ili njezine elemente u različita područja, uglavnom ostajući unutar monističkog materijalizma kao metafizičko-epistemološkog određenja: to znači da postoji uvjerenje o postojanju isključivo materijalne supstancije i samo jedne legitimne metode spoznaje, a to je empirijsko-induktivna metoda proučavanja svijeta. Prihvatanje monizma legitimna je filozofska pozicija, no pitanje je može li ova pozicija biti održiva za opise i metodu spoznaje razli-

čitih područja: već i kod prirodnih znanosti pokazalo se da unatoč velikim očekivanjima nije moguće reducirati jednu znanost na drugu, na primjer biologiju na fiziku, niti metodologiju jednog područja na drugo, kako su se nadali zagovornici unifikacije koja je tvrdila istovrsnost svih predmeta u svijetu – koje se onda može i istraživati jedinstvenom metodom, uvjereni u ideju postojanja jedinstvene znanosti.

Ideja postojanja jedinstvene znanosti, koja pretpostavlja ontičku istovrsnost svijeta koji želimo proučavati i jedinstvenu znanstvenu metodologiju proučavanja svijeta, može se naći u logičkom empirizmu koji je želio razdvojiti znanost od filozofije i metafizike, a poslije u pokušajima demarkacije znanosti od neznanosti. Ovi pokušaji ‘razvrstavanja’ svijeta i metoda spoznaje svijeta pridonijeli su određenju barem nekog nepotpunog pojma znanosti: vjera u objektivno postojanje svijeta i mogućnost postizanja ili približavanja objektivnom znanju o tom svijetu, koristeći znanstvenu metodologiju utemeljenu u opažanju i empirijskoj provjerljivosti, uz stalno preispitivanje i provjeravanje te pokušaja izgradnje teorije koja bolje objašnjava ili je bolje poduprta dokazima. Znanost u načelu mora biti stalno otvorena promjenama jer samo na taj način može napredovati u približavanju istini. S druge strane, vjera ili ideologija su dogmatske jer su već u posjedu istine, one su usmjerene održanju postojeće slike svijeta i teže prema nepromjenjivosti, promjena njihove slike svijeta i istine njihova je negacija – zato su zatvorene promjenama temeljnih postavki. Već i ove razlike dovoljne su za prepoznavanje dvaju područja i u tom smislu znanost nije nova religija niti ideologija, ali dogmatizacija i načelno zatvaranje znanosti može stvoriti iskrivljenu vrstu para-znanstvenog mišljenja, u scijentističkoj interpretaciji znanosti koja tvrdi da znanost kao cjelina pokriva i može objasniti sva područja prirode, svijesti, čovjeka i društva te da uz znanstvenu metodu može ili će moći odgovoriti na bilo koje smisleno pitanje. Druga razlika tiče se predmeta izučavanja, kada

bi religija htjela tumačiti prirodne fenomene onda bi se miješala u znanost u čemu nije relevantna jer je takav pokušaj odavno neslavno propao, u izravnom tumačenju prirode kao i u pokušaju podvrgavanja znanosti njezinim ciljevima i potrebama. Jednako je u slučaju kada se znanstvene teorije interpretiraju kao sveobuhvatni opisi i objašnjenja kojima se želi monopolizirati područje natprirodnog i područje morala, ovdje nije moguće ‘neutralnim’ znanstvenim teorijama odrediti postoji li objektivan moralni zakon ili ne, jesu li različite moralne norme podjednako dobre ili su sve podjednako loše odnosno samo stvar konvencije, i na kraju, postoji li neprirodno biće i kakva bi mogla biti njegova narav i odnos sa svijetom i čovjekom – uz implikacije koje bi iz toga mogle proizaći. Ovdje nije riječ o nekakvom relativizmu, ili negiraju važnosti znanosti, nego uvjerenju da znanost ne osigurava potpunu (krajnju) sliku svijeta na apsolutno istinit način, kao i da nije moguća autonomna ili u sebi samoj utemeljena znanost koja ne prihvaća teorijsku misao kao ravnopravan element u svome području. U ovim detaljima krije se alat za razumijevanje i prepoznavanje slučajeva u kojima se znanost ili neke njezine teorije pokušavaju interpretirati kao gotove istine koje se moraju neupitno štovati slično vjerskim istinama. Znanost je otvorno područje, uspješna ljudska djelatnost koja svojim doprinosima omogućava razumijevanje, objašnjenje svijeta i nudi priliku za poboljšanje ljudskog života i društva.

ZAVRŠNO RAZMATRANJE

Svaka filozofija pa tako i filozofija znanosti nije *in vacuo*, ona mora imati svoje sadržaje, ono o čemu se filozofira. Da bi se moglo filozofirati o znanosti mora se odrediti čime se bavi znanost, a čime filozofija znanosti, vidjeti što znanost jest, što nije, dati primjere znanstvenog i primjere neznanstvenog. Kako su sadržaji filozofije znanosti opsegom brojniji od onoga što se može obuhvatiti unutar ovog udžbenika (a vjerojatno i svakog drugog) i kolegija koji se provodi tijekom jednog semestra, morao se ograničiti broj tema, ne obuhvaćajući sve ono o čemu se razmišlja unutar područja filozofije znanosti na različitim razinama, temeljnoj ili općoj i specijalističkoj. U ovom udžbeniku, tematskim redom, pokušalo se izabrati teme koje definiraju što znanost jest, što ona jest za razliku od filozofije i metafizike i njihove moguće veze i preklapanja, kao i njezinu važnost. Nakon toga, daje se prikaz važnih dijelova povijesti znanosti, od kozmologije Aristotela i Ptolemeja, preko Galileija i Newtona, do suvremenih interpretacija teorije relativnosti i kvantne teorije. Ključni pojmovi za razumijevanje znanosti iz filozofske perspektive zahvaćeni su poglavljima Znanstveno objašnjenje, Znanstvena teorija, Prirodni zakoni, Indukcija, potvrđivanje i opovrgavanje, pododređenost teorije podacima, Naturalizam, Znanstveni realizam i Ontološka zasebnost neopažljivih entiteta. Slike rekonstrukcije znanstvenog znanja i znanstvenog razvoja dane su u poglavljima Logički empirizam i Teorije napretka u znanosti, a poglavlja Znanost i religija te Znanost kao religija i ideologija predstavljaju promišljanja i interpretacije znanosti vezano uz njezina (su)odnošenja prema drugim područjima, pogotovo području koje transcendiraju osjetilnu spoznaju, i određenju opsega predmeta i fenomena koje znanost može opisivati znanstvenom metodologijom. U vremenu

u kojem je znanost prepoznata i priznata kao najvažnija djelatnost čovjeka, njegov teorijski *forte* u smislu spoznaje svijeta, i tehnološki u smislu opstanka i razvoja civilizacije, a pomalo je postala i kult, gotovo načelno izvan mogućnosti preispitivanja njezinog vlastitog utemeljenja, načela, strukture, metodologije, i odnosa prema istini. Filozofija znanosti uputila je na sve zamislive logičke mogućnosti odnošenja znanosti prema istini, uz vladajući stav znanstvenog realizma prema kojem predmeti u svijetu zbiljski opstoje, i gdje znanost pridonosi spoznaji svijeta kakav on jest po sebi (uključujući i čovjeka-promatrača kao njegov neodvojiv dio), kako se razvojem znanosti približavamo sve finijim nijansama spoznaji približne slike svijeta. Za znanstveni realizam dobro provjerene suvremene znanstvene teorije potvrđuju ontološku zasebnost pretpostavljenih opažljivih i neopažljivih entiteta zbog čega je opravdano vjerovati u temeljne pojmove, načela i rezultate prihvaćenih znanstvenih teorija, znanosti. Znanost i znanstvene teorije nisu tek korisni alat(i) opisa svijeta nego pravo deskriptivno znanje o vidljivom i nevidljivom svijetu. Ovime se ne iscrpljuje cilj znanosti, u optimističkom pokušaju znanost ne samo što pretpostavlja postojanje svijeta nego smatra kako znanstvena metoda 'proizvodi' znanstvene iskaze koji nose pozitivnu istinitosnu vrijednost o svijetu. Znanstveni realizam ima pouzdanje u uspješno zahvaćanje naravi svijeta teorijama koje otkrivaju fundamentalnu strukturu univerzuma, zakone koji u njemu vladaju, opisuju fundamentalne entitete i njihove interakcije i predviđaju buduće događaje. Ipak fundamentalno objašnjenje pojmova kojima znanost opisuje svijet poput sile, prostora, vremena, pitanja uzročnosti i niz drugih pitanja koja su u temeljima znanosti, čini se kako trajno ostaju u području filozofije, metafizike ili meta-teorije. Zbog toga, kao i zbog refleksije znanja o znanstvenim pojmovima i načelima, filozofija i znanost ostaju nerazdružive u pokušaju opisa spoznaje svijeta na sebi svojstven način. Za autora ove knjige, prikazane teme trebale bi svjedočiti tomu.

LITERATURA

- Angel, B. Roger. 1980. *Relativity: The Theory and its Philosophy*. Oxford, Pergamon Press.
- Anjan, Chakravartty. 2017. »Scientific Realism«. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2017 Edition), Edward N. Zalta (ed.), Raspoloživo na URL: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/scientific-realism>. Pregledano 4. prosinca 2023.
- Aristotel. 1988. *Fizika*. Zagreb, Sveučilišna naklada Liber. S izvornika *Aristoteloys physikē akroasis* preveo Tomislav Ladan.
- Aristotel. 1985. *Metafizika*. Zagreb, Sveučilišna naklada Liber i Globus. S izvornika *Tōn metr' Physikā* preveo Tomislav Ladan.
- Ayer, Alfred, J. 2013. »What is a Law of Nature«. U: Curd, Martin; Cover, A. Jan i Pincock, Christopher (ur), *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 816-832. New York, W. W. Norton & Company.
- Barbour, G. Ian. 1998. *Religion and Science: Historical and Contemporary Issues*. Revised and Expanded Edition of Religion in an Age of Science. London: SCM Press LTD.
- Barzaghi, Amerigo; Corcó, Josep. 2016. »Stephen Jay Gould and Karl Popper on Science and Religion«. *Scientia et Fides* 4 (2), str. 417-436.
- Berčić, Boran. 2003. Popper, Hempel i Wason – o psihološkoj i logičkoj asimetriji verifikacije i falsifikacije. *Revija za sociologiju*, Vol XXXIV, No 1–2: 23–41.
- Berčić, Boran. 2002. *Filozofija Bečkog kruga*. Zagreb, Kruzak.
- Boyd, Robert and Silk, Joan B. 2000. *How Human Evolved*, Los Angeles, California, W. W. Norton & Company, Inc.
- Brown, Harold I. 1977. *Perception, Theory and Commitment. The New Philosophy of Science*. Chicago, The University of Chicago Press.

- Bruckner, Časlav. 2008. »In the Kreisgang between classical and quantum physics.« *UniMolti modi della filosofia*, 2008/2, arXiv:0905.3363. <https://doi.org/10.48550/arXiv.0905.3363>
- Bussanich, John. 1983. A Theoretical Interpretation of Hesiod's Chaos. *Classical Philology*, Vol. 78, No. 3, str. 212-219.
- Campbell, Mary Anne, and Randall K. Campbell-Wright. 1995. »Toward a feminist algebra«. U: Sue V. Rosser (ed.) *Teaching the majority: Science, mathematics, and engineering that attracts women*. New York, Teachers College Press.
- Capra, Fritjof. 1975. *The Tao of Phycisc. An Exploration of the Parallels Between Modern Physics and Eastern Mysticism*. Boulder, Shambhala Publications, Inc.
- Carnap, Rudolf. 2013. »The Value of Laws: Explanation and Prediction«. U: Curd, Martin; Cover, A. Jan i Pincock, Christopher (ed), *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 651-656. New York, W. W. Norton & Company.
- Carnap, Rudolf. 1966. *Philosophical Foundation of physics: An Introduction to the Philosophy of Science*. New York, Basic Books.
- Carroll, John W. 2020. »Laws of Nature«. U: Edward N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, (Winter 2020 Edition). Raspoloživo na URL: <https://plato.stanford.edu/archives/win2020/entries/laws-of-nature/>. Pregledano 16. siječnja 2022.
- Cartwright, Nancy. 2013. »Do the Laws of Physics State the Facts«. U: Curd, Martin; Cover, A. Jan i Pincock, Christopher (ur), *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 871-882. New York, W. W. Norton & Company.
- Collins, Francis. 2021. *Francis Collins: Science is 'a glimpse of God's mind'*. Raspoloživo na URL: <https://faithandleadership.com/francis-collins-science-glimpse-gods-mind> Pregledano 26. studenoga 2023.
- Creath, Richard. 2021. »Logical Empiricism«. U: Edward N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter

- 2021 Edition). Raspoloživo na URL: <<https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/logical-empiricism/>>. Pregledano 19. siječnja 2022.
- Curd, Martin; Cover, A. Jan i Pincock, Christopher (ed). 2013. »Introduction. Models of Nature«. U: *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 813-815. New York, W. W. Norton & Company.
- Curd, Martin; Cover, A. Jan i Pincock, Christopher (ed). 2013b. »Introduction. Laws of Nature«. U: *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 647-650. New York, W. W. Norton & Company.
- Curd, Martin; Cover, A. Jan i Pincock, Christopher (ed). 2013c. »Commentary«. U: *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 885-908. New York, W. W. Norton & Company.
- Curd, Martin; Cover, A. Jan i Pincock, Christopher (ed). 2013d. »Introduction. Induction, Prediction and Evidence«. U: *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 387-389. New York, W. W. Norton & Company.
- Dabin, Rober. 2009. *De Broglie-Bohm Theory: A Hidden Variables Approach to Quantum Mechanics*. PhD thesis, Imperial College London, Department of Physics.
- Darwin, C. 2000. *Postanak vrsta putem prirodnog odabira ili očuvanje povlaštenih rasa u borbi za život*. Preveo Josip Balanbanić. Zagreb, Naklada Ljevak.
- Dawkins, Richard. 2004. *A Devil's Chaplain: Reflections on Hope, Lies, Science, and Love*. New York, Mariner Books.
- De Cruz, Helen. 2023. »Religion and Science«. U: Edward N. Zalta & Uri Nodelman (eds.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2022 Edition). Raspoloživo na URL: <https://plato.stanford.edu/entries/religion-science/> Pregledano 25. studenog 2023.
- de Haro, Sebastian. 2020. »Science and Philosophy: A Love–Hate Relationship«. *Foundations of Science*, 25: 297–314. <https://>

- doi.org/10.1007/s10699-019-09619-2. Pregledano 27. prosinca 2021.
- Deleu, Jozef (ur.) (1970). *Vyākhyāprajñapti (Bhagavaī). The Fifth Anga of the Jaina Canon. Introduction, Critical Analysis, Commentary and Indexes*. Brugge: De Tempel.
- deWitt, Richard. 2004. *Worldviews. An Introduction to the History and Philosophy of Science*. Malden, Blackwell Publishing Ltd.
- Diels, Herman. 1983. *Predsokratovci. Fragmenti*. Svezak I. Naprijed, Zagreb.
- Diogen Laertije. 1973. *Životi i mišljenja istaknutih filozofa*. Beograd, BIGZ.
- Dretske, Fred I. 2013. »Laws of Nature«. U: Curd, Martin; Cover, A. Jan i Pincock, Christopher (ur), *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 833-852. New York, W. W. Norton & Company.
- Eastwell, Peter. 2014. Understanding Hypotheses, Predictions, Laws, and Theories, *Science Education Review*, 13 (1), str. 1-19.
- Eddington, Arthur Stanley, W. D. Ross, C. D. Broad i F. A. Lindemann. »The Philosophical Aspect of the Theory of Relativity: A Symposium«. *Mind* 29, 116: 415–45. Raspoloživo na URL: <http://www.jstor.org/stable/2249420>. Pregledano 6. Listopada 2023.
- Einstein, Albert. 1933. »Zur Methode der theoretischen Physik« (The Herbert Spencer Lecture, održano na Oxfordu, 10. lipnja 1933.). U: Einstein, A. *Mein Weltbild. Zweite Auflage*, 1934 Amsterdam, Querido Verlag.
- Favaro, Antonio (ur). 1932. *Edizione Nazionale delle Opere di Galileo Galilei*. Firenze, Barbéra Editore.
- Feigl, Herbert. 2021. »Positivism«. *Encyclopedia Britannica*. Raspoloživo na URL: <https://www.britannica.com/topic/positivism>. Pregledano 26. siječnja 2022.

- Feigl, Herbert. 1970. »The Orthodox' View of Theories. Remarks in Defens as well as Critique«. U: Radner, M. i Winokur, S. (ur). *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Volume IV, str. 3-16. Minneapolis, University of Minnesota Press.
- Feyerabend, Paul. 1988. *Against Method*. London, Verso.
- Fine, Arthur. 2005. »Scientific realism and Antirealism«. U: Craig, Edward (ur), *The Shorter Routledge Encyclopedia of Philosophy*, str. 950-953. New York, Routledge.
- Flew, A. 2007. *There is a God: How the World's Most Notorious Atheist Changed his Mind*. Harper Collins Publishers, New York.
- Flyvbjerg, Bent, 2001, *Making Social Science Matter: Why Social Inquiry Fails and How it Can Succeed Again*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Fodor, Jerry and Piattelli-Palmarini, Massimo. 2010. *What Darwin Got Wrong*. New York, Farrar, Straus and Giroux.
- Forrest, Barbara. 2000. »Methodological Naturalism and Philosophical Naturalism: Clarifying the Connection«. *Philo*, Vol 3 (2), str. 7-29.
- Ghirardi, Giancarlo; Angelo Bassi. 2020. »Collapse Theories«, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2021 Edition), Edward N. Zalta (ed.). Raspoločivo na URL: <https://plato.stanford.edu/entries/qm-collapse/#OrigCollMode>. Pregledano 20. studenoga 2023.
- Godfrey-Smith, Peter. 2013. »On the Relation Between Philosophy and Science. *The first Gesellschaft für Wissenschaftsphilosophie (GWP) Conference*«, Hannover 2013. Raspoločivo na URL: https://petergodfreysmith.com/wp-content/uploads/2013/06/PhilosophyScience_PGS_2013_C.pdf . Pregledano 6. listopada 2021.
- Godfrey-Smith, Peter. 2003. *An Introduction to the Philosophy of Science. Theory and Reality*. Chicago and London, Chicago University Press.

- Goldsmith, Maurice i Mackay, Alan (ur.). 1964. *The Science of Science: Society in a Technological Age*. London, Pelican Group.
- Gould, J. Stephen. 1997. »Nonoverlapping magisteria«. *Natural History*, 106: 16-22.
- Guthrie, W. K. C. 2005. *Povijest grčke filozofije. Raniji predsokratovci i pitagorovci*. Knjiga I. Zagreb, Naklada Jurčić.
- Habermas, R. Gary. 2004. »My Pilgrimage from Atheism to Theism: A Discussion between Antony Flew and Gary Habermas«. *LBTs Faculty Publications and Presentations*, str. 197-211.
- Halvorson, Hans. 2016. »Scientific Theories.« U: Humphreys, Paul (ur), *The Oxford Handbook of Philosophy of Science*, str. 640-665. Oxford, Oxford University Press.
- Hansson, Sven Ove. 2021. »Science and Pseudo-Science«, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2021 Edition), Edward N. Zalta (ed.). Raspoloživo na URL: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/pseudo-science/>. Pregledano 7. veljače 2022.
- Heisenberg, Werner. 1998. *Promjene u osnovama prirodne znanosti. Šest predavanja. Slika svijeta suvremene fizike*. Preveo Mladen Klepac. Zagreb, Kruzak.
- Heisenberg, Werner. 1997. *Fizika i filozofija*. Preveo Stipe Kutleša. Zagreb, Kruzak.
- Hempel, G. Carl. 2013. »Two Basic Types of Scientific Explanation«. U: Curd, Martin; Cover, A. Jan i Pincock, Christopher (ed). *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 657-676. New York, W. W. Norton & Company.
- Hempel, G. Carl. 2013b. »Inductive-Statistical Explanation«. U: Curd, Martin; Cover, A. Jan i Pincock, Christopher (ur), *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 677-690. New York, W. W. Norton & Company.
- Hempel, G. Carl and Oppenheim, Paul. 1999. »The Deductive-Nomological Model of Scientific Explanation.« U: Klee, Robert (ur), *Scientific Inquiry. Readings in the Philosophy of Science*, str. 163-189. New York, Oxford University Press.

- Herodotus. 1920. *Perseus Digital Library*. Raspoloživo na URL: <http://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Perseus%3Atext%3A1999.01.0125%3Abook%3D1%3Achapter%3D74%3Asection%3D2>. Pregledano 13. listopada 2021.
- Hocutt, Max. 1974. »Aristotle's Four Because.« *Philosophy*, Vol. 49, No. 190, 385–399.
- Hofer, Carl and Smeenk, Chris. 2016. »Philosophy of the Physical Sciences.« U: Humphreys, Paul (ur.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Science*, str. 115-137. Oxford, Oxford University Press.
- Holger, Andreas. 2021. »Theoretical Terms in Science«, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2021 Edition), Edward N. Zalta (ed.), Raspoloživo na URL: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/theoretical-terms-science/> Pregledano 16. prosinca 2002.
- Hoyningen-Huene, Paul. 1993. *Reconstructing Scientific Revolutions: Thomas Kuhn's Philosophy of Science*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Huber, Franz. 2022. »Confirmation and Induction«. U: James Fieser and Bradley Dowden (ur.), *Internet Encyclopedia of Philosophy*. Raspoloživo na URL: <https://iep.utm.edu/conf-ind/>. Pregledano 1. veljače 2022.
- Jacobs, Jon. 2022. »Naturalism«. U: James Fieser and Bradley Dowden (ur.), *Internet Encyclopedia of Philosophy*. Raspoloživo na URL: <https://iep.utm.edu/naturali/#SH3b>. Pregledano 23. ožujka 2022.
- Jaki, L. Stanley. 2000. *The Limits of a Limitless Science and Other Essays*. Wilmington, Delaware, ISI Books.
- Joyce, James. 2021. »Bayes' Theorem«. U: Edward N. Zalta (ur.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2021 Edition). Raspoloživo na URL: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/bayes-theorem/>. Pregledano 10. veljače 2022.

- Kim, Jaegwon. 2011. »From Naturalism to Physicalism: Supervenience Redux«. *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association*, Vol. 85, No. 2, pp. 109-134.
- Kitcher, Philip. 2013. »Explanatory Unification.« U: Curd, Martin, Cover, A. Jan, Pincock, Christopher (ed). *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 711-734. New York, W. W. Norton & Company.
- Kokić, Tonći. 2021. *Teorije o postanku života. Znanost i filozofija*. Zagreb, Naklada Breza.
- Kokić, Tonći. 2016. »Predsokratski pojam vremena. Moguće tumačenje«. *Filozofska istraživanja*, 141, 36 (1), str. 65-73.
- Kokić, Tonći. 2015. *Pregled antičke filozofije*. Zagreb, Naklada Breza.
- Kokić, Tonći. 2011. »Evolucijska biologija i ideologija«. *Zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa "Suvremena znanost i vjera" = Proceedings fo the International scientific congress "Contemporary science and faith" 2010*. Primorac, Zoran (ur.). Mostar – Ljubljana: Sveučilište u Mostaru, Univerza v Ljubljani. Str. 173-192.
- Kragh, Helge. 2005. »Science« U: Maryanne C. Horowitz. (ur.), *New Dictionary of the History of Ideas*. Detroit, Thomson Gale.
- Kuhn, Thomas. 2002. *Struktura znanstvenih revolucija*. Zagreb, Naklada Jesenski i Turk.
- Lakatos, Imre. 1970. »Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes«. U: Lakatos, Imre and Musgrave, Alan (ur.). *Criticism and the Growth of Knowledge. Proceedings of the International Colloquium in the Philosophy of Science*, 91-196. London, Cambridge University Press.
- Laudan, Larry. 1977. *Progress and its Problems*. London, University of California Press.
- Lazarou, K. Dimitris. 2009. »Interpretation of quantum theory- An overview.« arXiv preprint arXiv:0712.3466.

- Leykey, Marin and Bigelow, John. 1995. »The Necessitarian Perspective: Laws as Natural Entailments«. U: Weinert, Friedel (ur.), *Laws of Nature. Essays on the Philosophical, Scientific and Historical Dimensions*, str. 92-119. Berlin, New York, Walter de Gruyter.
- Lelas, Jasmina. 2000. *Teorije razvoja znanosti*. Zagreb, ArtTresor naklada.
- Lelas, Srđan. 1990. *Promišljanje znanosti*. Zagreb, Hrvatsko filozofsko društvo.
- Lewis J. Peter. 2023. »Interpretations of Quantum Mechanics.« U: James Fieser and Bradley Dowden (ur.), *Internet Encyclopedia of Philosophy*. Raspoloživo na URL: <https://iep.utm.edu/int-qm/#H5>. Pregledano 20. studenoga 2023.
- Liston, Michael, 2022. »Scientific Realism and Antirealism«. U: James Fieser and Bradley Dowden (ur.), *Internet Encyclopedia of Philosophy*. Raspoloživo na URL: <https://iep.utm.edu/scientific-realism-antirealism/#SH2b>. Pregledano 30. svibnja 2022.
- Losee, John. 2010. *A Historical introduction to the Philosophy of Science*. Fourth edition. Oxford, Oxford University Press.
- Lyons, D. Timothy. 2016. »Scientific Realism.« U: Humphreys, Paul (ur.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Science*, str. 564-584. Oxford, Oxford University Press.
- Masterman, Margaret. 1970. »The Nature of Paradigm«. U: Lakatos, Imre & Musgrave, Alan (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge. Proceedings of the International Colloquium in the Philosophy of Science*, str. 59-91. London, Cambridge University Press.
- Maxwell, Grover 2013. »Ontological Status of Theoretical Entities«. U: Curd, Martin; Cover, A. Jan i Pincock, Christopher (ur.), *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 1049-1059. New York, W. W. Norton & Company.
- McGrath, E. Alister. 2010. »The ideological uses of evolutionary biology in recent atheist apologetics«. U: Alexander, D. R. – Numbers, R. L. (ur.), *Biology and Ideology: From Descartes to*

- Dawkins*. Chicago University Press, Chicago, str. 329. – 351.
- McMullin, Ernan. 1974. »Empiricism at Sea?« *Boston Studies in the Philosophy of Science*, 14, str. 21-32. Dordrecht, D. Reidel.
- Mellor, H. David. 2013. »Necessities and Universals in Natural Laws«. U: Curd, Martin; Cover, A. Jan i Pincock, Christopher (ur.), *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 853--870. New York, W. W. Norton & Company.
- Merton, Robert. 1973. »The Normative Structure of Science«. U: Strorer, W. Norman (ur.), *The Sociology of Science. Theoretical and Empirical Investigation*, str. 265-277. Chicago, The University of Chicago Press.
- Morrison, Margaret. 2016. »Models and Theories.« U: Humphreys, Paul (ur.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Science*, str. 378-398. Oxford, Oxford University Press.
- Moser, K. Paul. 2004. »Realizam, objektivnost i skepticizam«. U: Mikulić, Borislav (ur. Hrvatskog izdanja), Greco, John and Sosa, Ernest (ur.), *Epistemologija: Vodič u teorije znanja*, str. 84-113. Zagreb, Naklada Jesenski i Turk.
- Musgrave, Alan and Charles Pigden. 2021. »Imre Lakatos«, U: Edward N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2021 Edition). Raspoloživo na URL: <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2021/entries/lakatos/>>. Pregledano 8. svibnja 2022.
- Nene, S. R. Shri. 2005. »Relevance of Kaṇāda's Vaiśeṣika and Upaniṣadic Brahman to Modern Physics«. *Annals of the Bhandarkar Oriental Research Institute*, Vol. 86, str. 135-137.
- Newton, Isaac. 1846. *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*. First American edition. New York, published by Daniel Adee.
- New World Encyclopedia contributors. 2022. Naturalism (Philosophy), *New World Encyclopedia*. Raspoloživo na URL: [https://www.newworldencyclopedia.org/p/index.php?title=Naturalism_\(Philosophy\)&oldid=1015792](https://www.newworldencyclopedia.org/p/index.php?title=Naturalism_(Philosophy)&oldid=1015792). Pregledano 18. ožujka 2022.

- O'Hear, Anthony. 2007. *Uvod u filozofiju znanosti*. Zagreb, Hrvatski studiji.
- Papineau, David. 2003. »Philosophy of Science.« U: Bunin, N. I Tsui-James, E. P. (ur.), *The Blackwell Companion to Philosophy*, str. 287-316, Malden, MA, USA, Blackwell Publishing Ltd.
- Papineau, David. 2021. »Naturalism«. U: Edward N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2021 Edition). Raspoloživo na URL: <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2021/entries/naturalism/>>. Pregledano 22. ožujka 2022.
- Pio XII, 1950. *Humani generis*. Raspoloživo na URL: <http://crkvenidokumenti.blogspot.com/2011/03/humani-generis-pio-xii-12-viii-1950.html>. Pregledano 23. studenoga 2023.
- Poincaré, Henry. 1958. *The Value of Science*. New York, Dover Publications. Prvi put tiskano 1906.
- Poincaré, Henry. 1905. »Hypotheses in Physics«. U: *Science and Hypothesis*. London, Walter Scott Publishing, str. 140-159.
- Popper, Karl. 2013. »The Problem of Induction«. U: Curd, Martin; Cover, A. Jan i Pincock, Christopher (ur.), *Philosophy of Science. The Central Issues*, str. 406-411. New York, W. W. Norton & Company.
- Popper, Karl. 2002. *The Logic of Scientific Discovery*. London & New York, Routledge Classics.
- Popper, Karl, 1962. *Conjectures and refutations. The growth of scientific knowledge*, New York, Basic Books.
- Preston, Aaron. 2022. »Analytic Philosophy«. U: James Fieser and Bradley Dowden (ur.), *Internet Encyclopedia of Philosophy*. Raspoloživo na URL: <https://iep.utm.edu/analytic/#SH2d>. Pregledano 20. siječnja 2022.
- Putnam, Hilary. 1999. »Realism in Mathematics and Elsewhere.« U: Klee, Robert (ur.), *Scientific Inquiry. Readings in the Philosophy of Science*, str. 317-321. New York, Oxford University Press.

- Railton, Peter. 1978. A Deductive-Nomological Model of Probabilistic Explanation. *Philosophy of Science*, Vol. 45, No. 2, str. 206-226.
- Redhead, Michael. 1998. »Relativity theory, philosophical significance of«. U: *Routledge Encyclopedia of Philosophy*, Taylor and Francis, doi:10.4324/9780415249126-Q090-1 . Pregledano 3. rujna 2023.
- Reichenbach, Hans. 2009. *Defending Einstein. Hans Reichenbach's Writings on Space, Time and Motion*. Cambridge, Cambridge University Press. Prvo izdanje 1922.
- Riebeck, Holli. 2009. Planetary Motion: The History of an Idea That Launched the Scientific Revolution. *NASA Earth Observatory*. Raspoloživo na URL: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/OrbitsHistory>. Pregledano 11. studenoga 2021.
- Rogers, Kara. 2018. »Scientific hypothesis.« *Encyclopedia Britannica*, September 5, 2018. Raspoloživo na URL: <https://www.britannica.com/science/scientific-hypothesis>. Pregledano 11. prosinca 2021.
- Rosenberg Alex i Lee McIntyre. 2020. *Philosophy of Science. A Contemporary Introduction*. Fourth edition. New York and London, Routledge.
- Rupke, Nicolaas. 2010 »Darwin's Choice«. U: Alexander, D. R. and Numbers, R. L. (ur.), *Biology and Ideology: From Descartes to Dawkins*. Chicago, Chicago University Press, str. 139. – 164.
- Ryckman, Thomas A. 2022. »Early Philosophical Interpretations of General Relativity«. U: Edward N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2022 Edition). Raspoloživo na URL: <https://plato.stanford.edu/entries/gen-rel-early/>. Pregledano 26. listopada 2023.
- Salmon, Wesley. 1984. *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. Princeton, Princeton University Press.
- Shea, Brendan. 2022. »Karl Popper: Philosophy of Science«. U: James Fieser and Bradley Dowden (ur.), *Internet Encyclopedia*

- dia of Philosophy*. Raspoloživo na URL: <https://iep.utm.edu/pop-sci/#H2>. Pregledano 8. veljače 2022.
- Snow, C. Percy. 1961. *The Two Cultures and the Scientific Revolution*. New York, Cambridge University Press.
- Sokal, Alan. 1996. »Transgressing the Boundaries: Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity«. *Social Text*, 46/47, str. 217-252.
- Sokal, Alan. 1996b. »A Physicist Experiments with Cultural Studies.« *Lingua Franca* (May-June), str. 62-64.
- Sorell, Tom. 1991. *Scientism. Philosophy and the infatuation with science*. London and New York, Routledge.
- Sprengler, Jan. 2016. »Confirmation and Induction«. U: Humphreys, Paul (ur), *The Oxford Handbook of Philosophy of Science*, str. 185-209. Oxford, Oxford University Press.
- Squires, G. Leslie. 2023. »Quantum mechanics.« *Encyclopedia Britannica*. Raspoloživo na URL: <https://www.britannica.com/science/quantum-mechanics-physics> Pregledano 9. studenoga 2023.
- Stanford, Kyle. 2021. »Underdetermination of Scientific Theory«. U: Edward N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2021 Edition). Raspoloživo na URL: <https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/scientific-underdetermination/>. Pregledano 11. veljače 2022.
- Supek, Ivan. 1990. *Povijest fizike*. II dopunjeno izdanje. Zagreb, Školska knjiga.
- Suppe, Frederick. 2000. Understanding Scientific Theories: An Assessment of Developments, 1969-1998, *Philosophy of Science*, Vol. 67, str. 102-115.
- Suppe, Frederick. 1999. »The Positivist Model of Scientific Theories.« U: Klee, Robert (ur), *Scientific Inquiry. Readings in the Philosophy of Science*, str. 16-29. New York, Oxford University Press.
- Suppe, Frederick. 2005. »Theories, Scientific«. U: Craig, Edward (ur), *The Shorter Routledge Encyclopedia of Philosophy*, str. 1016. New York, Routledge.

- Suppe, Frederick, 1971. »On Partial Interpretation.« *The Journal of Philosophy* 68, no. 3: 57–76. <https://doi.org/10.2307/2025168>.
- Swartz, Norman. 2022. »Laws of Nature«. U: James Fieser and Bradley Dowden (ur.), *Internet Encyclopedia of Philosophy*. Raspoloživo na URL: <https://iep.utm.edu/lawofnat/>. Pregledano 6. siječnja 2022.
- Swartz, Norman. 1995. »A Neo-Humean Perspective: Laws as Regularities«. U: Weinert, Friedel (ur.), *Laws of Nature. Essays on the Philosophical, Scientific and Historical Dimensions*, str. 67-91. Berlin, New York, Walter de Gruyter.
- Van Fraassen, Bas. 1999. »Alternatives to Realism«. U: Klee, Robert (ur.), *Scientific Inquiry. Readings in the Philosophy of Science*, str. 322-329. New York, Oxford University Press.
- Vaidman, Lev. 2021. »Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics.« U: Edward N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2021 Edition). Raspoloživo na URL <https://plato.stanford.edu/entries/qm-manyworlds/#QuanStatUniv>. Pregledano 18. studenoga 2023.
- Weinberg, Steven. 2015. *To Explain the World. The Discovery of Modern Science*. New York, HarperCollins Publishers.
- Weinert, Friedel. 1995. »Laws of Nature – Laws of Science«. U: Weinert, Friedel (ur.), *Laws of Nature. Essays on the Philosophical, Scientific and Historical Dimensions*, str. 3-64. Berlin, New York, Walter de Gruyter.
- Williams, L. Pearce. 2018. »History of science«. U: *Encyclopedia Britannica*. Raspoloživo na URL: <https://www.britannica.com/science/history-of-science/Newton>. Pregledano 6. listopada 2021.
- Windelband, Wilhelm. 1988. *Povijest filozofije. Sa dodatkom filozofija u 20. stoljeću od Heinza Heimsoetha*. 14. dopunjeno izdanje, I svezak. Zagreb, Naprijed.
- Winther, Rasmus Grønfeldt. 2021. »The Structure of Scientific Theories«. U: Edward N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclo-*

- pedia of Philosophy* (Spring 2021 Edition). Raspoloživo na URL: <https://plato.stanford.edu/entries/structure-scientific-theories/>. Pregledano 1. prosinca 2021.
- Woodward, James and Lauren Ross. 2021. »Scientific Explanation«. U: Edward N. Zalta (ur), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2021 Edition). Raspoloživo na URL: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2021/entries/scientific-explanation/>>. Pregledano 19. studenoga 2021.
- Woodward, James. 2003. *Making Things Happen. A Theory of Causal Explanation*. Oxford, Oxford University Press.
- Wrenn, B. Chase. 2022. »Naturalistic Epistemology«. U: James Fieser and Bradley Dowden (ur.), *Internet Encyclopedia of Philosophy*. Raspoloživo na URL: <https://iep.utm.edu/nat-epis/#SH2a>. Pregledano 30. ožujka 2022.

INDEX NOMINUM ET RERUM

A

atom, Daltonov model, Thomsonov model, Rutherfordov model
50, 228, 256, 277, 278
aksiom 60, 159, 192, 241
Anaksagora 63, 223, 247
argument čuda 212, 216, 283
Aristotel 5, 42, 46, 53, 55, 56, 76, 196, 202

B

Bacon, Francis 69, 143-1454, 196
Barnes 165
Barbour 267
Bayes, teorem 16, 155-157
Bellarmine 68, 211
Bečki krug 126, 127, 136
Bloor 165
Bohr 37, 38, 50, 106, 253, 256, 275, 278
Bohm 37, 261, 262, 275
Boltzmann 48, 49
Brahe 28, 61, 64, 69
brute facts 217

C

Capra 37, 275, 276, 278
Collins 273, 274
Comptonov efekt 28
covering law 80

D

Dawkins 287
Darwin 197, 288, 289
Denett 287
Determinizam 29, 38, 264
Descartes 21, 22, 43, 69, 70, 144

E

Einstein 37, 39, 152, 153, 178, 226, 236, 242, 244, 245, 248-250, 256, 260

Epstein 38

EPR paradoks 39, 260

Explanandum 77-80, 84-88

Explanans 77-80, 85, 84, 87, 88

F

falsifikacija, opovrgavanje 16, 82, 137, 152, 179

Fano geometrija 103, 104

Feyerabend 17, 165, 186-190

Flew 274, 275

flogiston, teorija 18, 49, 213, 229, 230

fotoelektrični efekt 28, 49, 241

G

Galilei 22, 26, 43, 63-69, 109, 187, 189, 196, 210, 211, 242, 293

Goodman 146

gravitacija, gravitacijska sila 13, 14, 21, 28, 63, 70-72, 74, 76, 79, 91-94, 98, 104, 107, 109-111, 118, 121, 159, 160, 212, 226-228, 249, 250, 284

H

Heisenberg 37, 253, 255, 256, 258, 275

Hempel 13, 76-78, 80-85, 87-90, 92, 127, 148

hipoteza, Duhem-Quine 160

Huygens 69

I

Indeterminizam 26, 29

indukcija, induktivni zaključak 15, 16, 53, 88, 136, 137, 141, 145, 147, 219, 293

istraživački program, istraživačka tradicija 151, 178, 179, 181-185

J

Jacobs 200, 204, 207

K

Kant 21, 42, 43

Kepler 28, 62, 69, 81, 148

Komplementarnost 38, 257, 273, 275, 278

Konstruktivizam 191, 210

Kopernik 27, 58, 59, 61, 62, 65, 69, 188, 232

Kuhn 12, 35, 99, 164, 165, 167, 170, 172-175, 178, 179, 183, 188, 193

kvantna mehanika, kopenhagenska interpretacija 19, 38, 39, 193, 219, 220, 237, 239, 252, 253, 256, 259, 260, 262-264

L

Lakatos 17, 50, 178, 179, 182, 183

Laudan 99, 183-186

Lavoisier 49, 230

law of nature 109, 113

Leibniz 21, 72, 241

Lobačevski 214

logički empirizam 15, 97, 125-127, 129, 130, 133, 134, 136, 137, 139, 141, 293

logički pozitivizam, neopozitivizam 126, 128-130, 133, 138, 151

logika, otkrića, potvrđivanja 15, 26, 82, 127, 134, 147, 151, 154

M

Mach 48, 126, 128, 151

Maxwell 213, 225, 231, 240, 244, 245

McMullin 135-137

Mehanizam 13, 26, 70, 73, 106, 127, 185, 199

mehanika, kvantna 253, 259, 260, 262, 264, 265

metodološki anarhizam 17, 186, 190

Minkowski, prostor 249

model, deduktivno-nomološko-probabilistički (DNP), uzročno-

mehanički (CM) 92

N

naturalizam, metodološki 195-201, 204, 205

natural law 79, 109

nelokalnost 261, 265

neopozitivizam 126, 128

nerealizam 233

Newton 13, 21-23, 62, 69, 70-74, 91, 93, 107, 161, 171, 185, 199, 226, 242-245, 293

Nicod, Nicodov kriterij 147, 148

NOA 210

NOMA 199, 268, 270, 273

O

objašnjenje, znanstveno, deduktivno-nomološko (D-N), deduktivno-statističko (D-S), induktivno-statističko (I-S) 13, 77, 78, 80, 81, 84-88, 91, 92, 227

P

Paradigma 8, 13, 73, 125, 167, 173, 174, 177, 178, 238, 289

Planck, konstanta 241, 242, 253, 256

Poincaré 45, 128, 214, 215, 252

pokus, misaoni 246, 257

POMA 268, 273, 275

Popper 16, 68, 127, 137, 145, 147, 150-154, 163, 179, 271, 272

prostor-vrijeme 26, 45, 120, 228, 236, 249-251, 256

Ptolemej 27, 53, 55, 58-61

Putnam 118, 212

Q

Quine, van Orman 136, 138, 160, 196, 197

R

realizam, zdravorazumski, 220, 221

znanstveni 18, 76, 209-221, 293
relacije neodređenosti 253, 254, 257
Russell 90, 127, 129

S

Schrödinger, mačka 37, 253, 255, 264
sustav, heliocentrični, geocentrični 27, 58, 59, 61, 188, 232, 267
sociološki obrat 164, 166
Sokal 18, 186, 190, 191-193
spontani kolaps 257, 259, 260, 264
Stahl 49, 213, 229

T

Tao 275
teorija, znanstvena 14, 94, 95, 98, 99, 102, 103, 160, 182, 217, 287, 289, 293
semantičko gledište 14, 97, 101, 102, 105, 108
sintaktičko gledište 14, 97, 101, 105, 108
pragmatičko gledište 14, 105, 106-108
pododređenost teorije podacima 141, 160, 161, 163
teorem 16, 57, 99, 155-157, 261
The miracle argument 216
teorija nužnosti 110, 111-117, 119-123
teorija relativnosti, opća, specijalna 138, 152, 153, 164, 214, 219, 236, 239, 240, 244, 245, 247-249, 253
teorija regularnosti (pristup pravilnosti) 113, 116

U

univerzalni fazni model, normalna znanost, prednormalna znanost 17, 167, 168, 169, 170, 177

V

Variolacija 32, 33

W

Whitehead 127, 129, 131

Wittgenstein 127, 131, 132

Z

znanstveno objašnjenje 53, 74, 76, 78, 80, 90-92, 148, 230, 288, 293

zaključak na najbolje objašnjenje 221

zakon, znanstveni, prirodni, fizikalni 78, 81, 82, 84, 109-115, 118, 119, 121, 122, 128, 148, 201

zračenje, crno tijelo 240, 241

BILJEŠKA O AUTORU

Tonći Kokić rođen je 1967. god u Splitu, gdje je završio osnovnu i srednju školu, a studij filozofije i komparativne književnosti na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirao je na Odsjeku za filozofiju kod prof. Lina Veljaka (Aposteirorni dokazi Božje opstojnosti kod W. Keilbacha), a na poslijediplomskom studiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu magistrirao je iz područja filozofije znanosti kod mentora prof. dr. sc. Stipe Kutleše (Filozofske implikacije nekih modela razvoja znanosti). Na istom Fakultetu obranio je doktorsku radnju kod mentora prof. dr. sc. Josipa Balabanića iz filozofije znanosti, filozofije biologije (Teorije vrste u filozofiji biologije). Autor je zaposlen kao redoviti profesor na Odsjeku za filozofiju Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Splitu gdje predaje kolegije Filozofija znanosti, Filozofija biologije, Antička filozofija, Filozofska antropologija i Etika (na Učiteljskom studiju). Autor uz ovu, ima objavljene tri knjige, *Teorija evolucije. Razvoj ideje, osnovna načela, i recepcija* iz 2010. god., *Pregled antičke filozofije* (sveučilišni udžbenik) iz 2015. god. i *Teorije o postanku života. Znanost i filozofija* iz 2021. god.

Znanost je izgrađena od činjenica, kao što je kuća izgrađena od kamenja; ali, gomilanje činjenica nije znanost kao što ni gomila kamenja nije kuća (Henry Poincaré).

ISBN 978-953-352-122-0



9 789533 521220

Cijena: 27,00 €