

Svetozar Sindelić

OD TRADICIONALNE DO SAVREMENE FILOZOFIJE NAUKE

APSTRAKT: Cilj ovog članka je da prikaže karakter i razloge drastične promene u shvaćanju prirode nauke koja se odigrala u dvadesetom veku. Da bi se to učinilo opisuju se osnovni stavovi tradicionalne filozofije nauke. Pokazuje se kako je metodološka analiza velikih naučnih revolucija iz 1905. godine dovela do pada tradicionalnih gledišta. Zatim se pokazuje da je rezultat ove revolucije u filozofiji nauke bilo više različitih i suprotstavljenih gledišta koja u stvari predstavljaju savremenu filozofiju nauke. Da bi se na neki način, ipak, dala jedinstvena slika savremene filozofije nauke pružaju se glavne pretpostavke oko kojih je ona centrirana (to jest, koje uglavnom dele sve ove pozicije). Jednostavno rečeno, prikazuje se kakva je bila tradicionalna filozofija nauke, zašto i kako je došlo do njenog pada, te kako izgledaju savremeni filozofski pogledi na nauku.

KLJUČNE REČI: tradicionalna filozofija nauke, savremena filozofija nauke, naučna revolucija, revolucija u filozofiji nauke.

1. Tradicionalna filozofija nauke

1.1. Radikalni empirizam kao tradicionalna filozofija nauke

Pod tradicionalnom filozofijom nauke danas se obično podrazumeva ona filozofija nauke čije je ishodište takozvani *radikalni empirizam* i čiji je potpuno razvijeni oblik filozofija nauke *logičkog pozitivizma*, odnosno *logičkog empirizma*.¹

Radikalni empirizam je shvatanje da se univerzalni iskazi nauke (to jest, naučne teorije) direktno izvode iz iskustva – i *samo* iz iskustva, te da nauka zato predstavlja *istinit opis* iskustva (a i stvarnosti)².

1 Treba imati u vidu da se termini *logički pozitivizam* i *logički empirizam* ponekad identifikuju. Međutim, često se uzima da logički pozitivizam postaje logički empirizam posle Karnapovog povlačenja u kome kriterijum verifikacije zamenjuje znatno blažim kriterijumom konfirmacije. On to čini u: Rudolf Carnap, „Testability and Meaning“, *Philosophy of Science*, (1936) i (1937). Članak je dvodelni.

2 Logički pozitivisti, zbog svoje izrazite antimetafizičke orijentacije, ne žele da ulaze u razmatranje odnosa *iskustva* i *stvarnosti*. Međutim, njihov feneomenalizam nikako ne znači da su

Bitni elementi ovog shvatanju su, takođe, verovanja (1) u *autonomnost* iskustva u smislu njegove potpune nezavisnosti od sazajnog aparata subjekta saznanja, kao i (2) ubedenost da je subjekt saznanja sposoban da sazna istinu o svetu koji je dat iskustvom.

Istorijski gledano i grubo skicirano, radikalni empirizam razvijao se linijom Bekon – britanski empirizam (Lok, Barkli i Hjum) – logički atomizam (Rasl i rani Vitgenštajn), da bi svoj konačni oblik dobio, kao što sam rekao, u logičkom pozitivizmu.

Naravno, sada se postavlja pitanje šta za radikalne empiriste znači direktno izvoditi teoriju iz iskustva, kakav je status iskustva i kako izgleda naučno znanje. Ukratko rečeno, za teoretičare koji pripadaju ovoj orijentaciji *razum* (sa svojim čulima) je nešto što uglavnom *pasivno* beleži iskustvo. Sa druge strane, iskustvo je *autonomno* u smislu da nije interpretirano bilo kakvim teorijama, da je prosto objektivno dato. U uređenju našeg iskustva ne učestvuju (bar ne u nekoj bitnoj meri) nikakvi apriorni elementi, bili oni urođeni ili konvencionalni. Ovde treba obratiti pažnju na *potpunu* apsolutizaciju činjenica. U svetlu radikalnog empirizma činjenice su osnovni konstituenti iskustva i kao takve objektivne i, jasno, nepromenljive. Iskustvo je tako neka vrsta kolekcije već gotovih činjenica.

Prema tome, do teorije se dolazi u prvom redu na osnovu opservacija³ i eksperimenata, ali ne i jedino pomoću njih. Ono što je takođe od suštinske važnosti u ovom procesu, za radikalne empiriste, jeste *induktivna generalizacija*. Tek na osnovu indukcije dolazi se do *univerzalnih* stavova.

poricali da iskustvo možda odražava stvarnost, a još manje egzistenciju same stvarnosti. Oni samo tvrde da nema smisla ulaziti u metafizička pitanja. O ovom videti, Moritz Schlick, „Positivism and Realism“ u A. J. Ayer, *Logical Positivism*, New York: The Free Press, 1959. Što se tiče većine radikalnih empirista, može se reći da su bili realistički nastrojani i smatrali da iskustvo na neki način odražava stvarnost (naravno sa izuzetkom Barklija i Maha koji su bili izraziti fenomenalisti). Ovde bih pomenuo da je Bertrand Rasl, jedan od predhodnika logičkog pozitivizma, koji nije bio u toj meri antimetafizički nastrojen kao sami logički pozitivisti, metafizički fundirao istovetnost iskustva i stvarnosti. U svojoj filozofiji neutralnog monizma, Rasl je poricao dualizam u pogledu subjekta i objekta saznanja. Spolja ovog subjekta gledano, *proste pojedinačne stvari* jesu ono što su iznutra gledano *senzacije*. A odnosi između ovih stvari, koji spolja gledano predstavljaju činjenice, iznutra su *ispravna verovanja*. Iskustvo i realnost samo su dve strane jedne iste stvari. Ovakvu metafiziku Rasl je smatrao naučnom i produktivnom, za razliku od patogene spekulativne i dogmatske metafizike. Videti, Bertrand Russell, *Logic and Knowledge: Essays, 1901 – 1950*, (ed. by R. C. Marsh), London: Allen and Unwin, 1956. Posebno eseji „The philosophy of Logical Atomism“ (1918) i „Logical Atomism“ (1924).

- 3 Opservacija je kontrolisano posmatranje. Ne akt jednog, površnog posmatranja, već dugotrajan niz ciljnih ponavljanih posmatranja pod posebno kontrolisanim uslovima koja se završavaju potpunim slaganjem u pogledu onoga što se vidi.

Odnos između teorije i iskustva je *jednosmeran* i *jednoznačan*. Iskustvo određuje teoriju, i to je određuje jednoznačno. Određeni segment iskustva vodi samo jednoj ispravnoj teoriji. To znači, teoriji koja je istinita i dokazana i opisuje segment iskustva na koji se odnosi.

Prema tome, ovo shvatanje je u potpunosti u skladu sa takozvanom *standardnom definicijom znanja*, po kojoj je znanje *istinito* i *opravdano*⁴ *verovanje* i koja se, kao što ćemo videti, pokazala sasvim neadekvatnom.

1.2. Opšta skica filozofije nauke logičkog pozitivizma

U filozofiji nauke logičkog pozitivizma došlo je do potpune artikulacije osnovnih poenti radikalnog empirizma i upravo u tom smislu za njega se može reći da predstavlja krunu i kulminaciju radikalnoempirističke pozicije.

Filozofija nauke logičkog pozitivizma (zajedno sa celokupnom tradicionalnom empirističkom filozofijom nauke) zasniva se na dve doktrine. To su *opservacionizam* i *induktivizam*.

(a) *Opservacionizam* – to je uverenje da je uvek moguće formulisati određen broj *čisto* opservacionih iskaza koji će konstituisati empirijsku osnovu relevantne teorije. Ovi iskazi predstavljaju neku vrstu *opisa* čistih (autonomnih) činjenica. Oni su po samoj svojoj prirodi *istiniti* i *neoborivi*. Dakle, sadržaj ovog uverenja je u sledećem: autonomno iskustvo se sastoji od međusobno izolovanih činjenica, subjekt saznanja ima, putem posmatranja, potpun pristup ovim činjenicama, a ove opservacije se automatski mogu pretočiti u istinite iskaze (pod uslovom da je posmatranje korektno izvedeno).

(b) *Induktivizam*⁵ – reč je o uverenju da je, pod određenim uslovima⁶, uvek moguće iz skupa relevantnih singularnih (opservacionih) iskaza izvoditi univerzalne teorijske iskaze putem *induktivne generalizacije*. Štaviše, da ova induktivna procedura ima *logičku snagu*. U tom smislu, naučne teorije ne samo da su direktno izvedene iz iskustva – već su *ujedno* i *dokazane*. Indukcija vrši potpunu transmisiju istinitosti od singularnih na univerzalne iskaze. Dakle, smatra se da se naučna teorija uvek izvodi (induktivno) *logičkim* putem iz *neosporne* empirijske osnove nauke.

4 Ovde se misli na opravdavanje u smislu dokaza.

5 Ovde se radi o *induktivizmu* u užem smislu. *Induktivizam* u širem smislu često podrazumeva radikalni empirizam u celini.

6 Pod ovim uslovima uglavnom se podrazumeva dovoljno veliki i reprezentativan skup singularnih iskaza, bez kontraevidencije.

Na osnovu ove dve doktrine dolaženje do naučne teorije (bar u najopštijoj skici) izgleda prilično jednostavno. Uz dosta pažnje naučnici uočavaju pravilnosti u iskustvu (stvarnosti) i zatim uopštavaju iskaze koji opisuju te pravilnosti. Od takvog materijala se onda gradi sistem koji funkcioniše u smislu objašnjena i predviđanja – ali koji ujedno i opisuje iskustvo (svet). [U vezi ovog *opisa sveta*, moram da napomenem, da je uporedno sa logičkim pozitivistima postojala jedna velika grupa realista koji su se, inače, držali pozitivističke slike nauke, izuzev kada je u pitanju pozitivistička neutralnost u pogledu realizma. Oni su, naravno, bili otvoreni realisti. U tom smislu, Jan Hacking, u svom opisu tradicionalne slike nauke, uglavnom ponavlja pozitivističke stavove, ali, na prvo mesto, valjda ceneći brojnost realista, stavlja sledeći stav: „*Realizam*. Nauka je pokušaj da se sazna stvarni svet. Istine o takvom svetu su istine bez obzira šta ljudi misle i uvek postoji jedan jedinstven najbolji opis bilo kog izabranog aspekta takvog sveta.“⁷]

Opisu ovih doktrina treba dodati još jedan stav od bitne važnosti koji i čini tradicionalnu filozofiju nauke radikalno empirističkom: *drugog puta do naučne teorije – sem onog koji se sastoji u induktivnoj generalizaciji opservacionog materijala – nema i ne može biti.*

Osnovne posledice doktrina opservacionizma i induktivizma zaokružuju sliku naučnog znanja koju pruža logički pozitivizam. Ja bih ovde, kao najbitnije, izdvojio šest takvih posledica:

(1) *Istinitost, dokazanost, jednoznačnost i deskriptivni* karakter naučnog znanja. Naučna teorija je uvek *jednoznačan* skup *istinitih i dokazanih* iskaza koji *opisuju* za nju relevantno polje iskustva. *Ukoliko je teorija naučna, ona ne može biti lažna.* Istinita teorija koja opisuje iskustvo mora biti jednoznačna (jedna). Nije moguće imati više različitih teorija koje predstavljaju *istinit opis* nekog polja iskustva.

(2) Naučno znanje je *kumulativnog* karaktera. U razvoju nauke nove istine se dodaju već otkrivenim. Ono do čega se jednom došlo ne može se dovesti u pitanje. Za pogrešne teorije logički pozitivisti smatraju da nikad nisu ni pripadale nauci. Zato nije moguće govoriti o radikalnim promenama niti revolucijama u nauci.⁸

(3) *Interteorijski redukcionizam.* Budući da je svaka nova teorija (o istom domenu iskustva) *uvek* samo proširenje stare teorije, sledi da stare teorije ostaju očuvane u novim i da predstavljaju njihove logičke posledice. Stara teorija se uvek može redukovati na novu.

7 Ian Hacking (ed.), *Scientific Revolutions*, Oxford: Oxford University Press, 1981, str. 1. Naravno da ovo ne menja u nekoj većoj meri opštu sliku, jer kao što sam već napomenuo i mnogi pozitivisti su bili pritajeni realisti.

8 Ono što se opisuje kao naučna revolucija, za logičke pozitiviste uvek predstavlja prelaz sa kvazinaučnih stavova na naučnu teoriju. To je jasno, jer unutar kumulativne nauke ne može biti revolucija.

(4) *Invarijantnost značenja* naučnih termina. Naučni termini tokom razvoja nauke ne menjaju svoja značenja. Bar ne u bitnom smislu. I ovo shvatanje je posledica opisane koncepcije iskustva, to jest uverenja da su značenja ovih termina prirodno određena – da se termini odnose na ono što je nedvosmisleno i u raspoznatljivom smislu dato iskustvom. Termini su svodljivi na deskriptivne predikate (pa se, prema tome, njihova značenja i izvode iz njih). Oni su direktno i jednoznačno povezani sa stabilnim činjenicama, te je zato njihovo značenje nužno fiksirano.

(5) Naučno znanje je u velikoj meri *pasivnog* karaktera. Subjekt saznanja ni u minimalnom smislu ne kreira predmet saznanja. Samo ga *razotkriva*. Čak su i *kriteriji selekcije i klasifikacije* činjenica prirodni – ispada da samo iskustvo već na raspoznatljiv način pokazuje sheme svoje organizacije.

(6) Kriterijum smisla jezičkih iskaza za logičke pozitiviste predstavlja upravo takozvani *kriterijum verifikacije* koji je osnovna posledica opisanih doktrina i stava da naučno znanje može biti izvedeno *jedino* iz iskustva. Drugim rečima, smisljeni iskazi su samo oni iskazi koji *bar u principu* mogu biti verifikovani na osnovu iskustva – to jest izvedeni iz iskustva, ili svedeni na iskustvo (i naravno analitički iskazi koji imaju drugu vrstu smislenosti).⁹ Svi ostali iskazi koji kao da nešto tvrde o svetu su besmisleni. Logički pozitivisti smatraju da su na taj način eliminisli metafiziku iz znanja. Metafizika je krajnje opasna, jer njom inficirani sadržaji gube svoj naučni karakter, *što često nije lako primetiti*. Prema tome, za logičke pozitiviste metafizički iskazi su besmisleni iskazi, za koje se samo *čini* da govore o svetu.

Treba napomenuti da su ovo najradikalniji stavovi logičkih pozitivista, koji su, tokom njihove višedecenijske dominacije na polju filozofije nauke (a i snažnog uticaja na svetsku filozofiju uopšte) do izvesne mere ublaženi. Ova ublaženja išla su po skoro svim od pomenutih tački. Dokazanost i istinitost polako je zamenjena tvrdjenjem visoke verovatnoće na osnovu indukcije. Time je ublažen i sam logički karakter indukcije. Indukcija je prebačena iz konteksta otkrića u kontekst opravdanja – to jest, počelo je da se smatra da istraživanje ipak počinje heurističkim hipotezama, ali se kasnije, putem dovoljnog broja potvrđujućih instanci, one induktivno opravdavaju. Prevladao je stav da nove teorije u izvesnoj meri i koriguju stare teorije. Ova povlačenja nastavila su se sve do sloma logičkog pozitivizma.

Međutim, opšta slika nije promenjena, to jest, ova ublažavanja su bila minimalna. Tvrđilo se da u globalu sve ostaje skoro isto kao u prvobitnoj verziji.

9 Tradicionalno se uzima da postoje tri vrste iskaza s obzirom na njihov odnos prema iskustvu. Analitički iskazi koji su istiniti bez obzira na iskustvo, jer su tautologije. To su iskazi matematike i logike, kao uostalom i svi iskazi u kojima se značenje predikata već nalazi u značenju subjekta rečenice. Zatim, sintetički iskazi čija istinitost ili lažnost može biti utvrđena samo na osnovu iskustva. I konačno, metafizički iskazi čija istinitost ni u principu na može biti proverena na osnovu iskustva. A budući da se iskaz definiše kao rečenica koja može biti istinita ili lažna, prema pozitivistima, metafizički iskazi su pseudoiskazi.

Nažalost, razmotreni stavovi (obično ne u ublaženom obliku) predstavljaju rasprostranjen način na koji se i danas gleda na nauku. Naime, *sensus communis* današnjih ljudi je u ovom smislu još uvek tradicionalan. O nauci se i sada, u školama i na većini fakulteta (sa izuzetkom nekih naučnih i filozofskih katedri) govori u starom stilu. Tako upravo misli i najveći broj obrazovanih ljudi, pa čak i mnoštvo onih čiji je nauka svakodnevni posao.

Konačno, treba reći nešto i o istorijatu ovog pravca. Logički pozitivisti bili su filozofi koji su pripadali takozvanim *bečkom* (osnovan 1924) i *berlinskom krugu* (osnovan u kasnim dvadesetim), ali i neki njihovi sledbenici koji su živeli van Austrije i Nemačke. Ovaj pokret svoj vrhunac doživljava Karnapovim delom *Logička struktura sveta*,¹⁰ objavljenom 1924. godine. Njegovi zastupnici napisali su stotine knjiga i objavili hiljade članaka. Ostaje (uz pomenuta povlačenja) vladajuća filozofija nauke sve do šezdesetih godina prošlog veka, kada naglo i skoro potpuno gubi kredibilitet u stručnim krugovima. Naime, danas ga filozofi nauke i mnogi drugi teoretičari smatraju *mrtvom* filozofskom teorijom. Međutim, kao što je već rečeno, njegovi stavovi i dalje predstavljaju jezgro popularne filozofije nauke.¹¹

2. Naučne revolucije i kriza logičkog pozitivizma

Danas je sasvim jasno da su velike naučne revolucije – ili preciznije rečeno, njihove *metodološke analize* – srušile logički pozitivizam i tradicionalnu filozofi-

10 Rudolf Carnap, *Der logische Aufbau der Welt*, Berlin: Weltkreis-Verlag, 1928. U engleskom prevodu, *The Logical Structure of the World*, Berkeley: University of California Press, 1967.

11 Najpoznatiji od ovih filozofa (i naučnika) svakako su bili: Moric Šlik, filozof nauke i osnivač bečkog kruga, Rudolf Karnap, filozof, matematičar i fizičar, svakako najuticajniji logički pozitivista, Hans Han, matematičar, Oto Nojrat, sociolog, ekonomist i filozof, Frederik Vajsman, koji je predavao filozofiju matematike i filozofiju nauke na Oksfordu i Kejmbridžu, Kurt Godel, matematičar i logičar (svi iz bečkog kruga), Hans Rajhenbah, filozof, fizičar i matematičar, osnivač berlinskog kruga. Rihard fon Mizes, matematičar i filozof, Filip Frank, teorijski fizičar i filozof, Karl Hempel, filozof nauke i fizičar, Kurt Greling, poznati logičar (berlinski krug) i drugi. Treba pomenuti i neke filozofe koji nisu bili unutar ova dva kruga, kao Alfreda Tarskog, Ernesta Nejgela, Alfreda Ejera i G. H. fon Rihta. Kasnije su se pridružili zaista mnogi filozofi, ali to je već bilo vreme logičkog empirizma. Od ogromne literature o logičkom pozitivizmu i njegovoj filozofiji nauke (premda tu granica nije jasna jer je logički pozitivizam i koncipiran kao naučna filozofija) ovde izdavam A. J. Ayer (ed.), *Logical Positivism*, New York: The Free Press, 1959. i Frederick Suppe, *The Structure of Scientific Theories*, second edition, Urbana: University of Illinois Press, 1977. Videti takođe i moj članak: S. Sindelić, „Filozofija nauke logičkog pozitivizma“, *Theoria*, XLIX (2007), str. 29-56.

ju nauke. Jer, podsetimo se, naučne revolucije u smislu *radikalne*¹² zamene jedne obuhvatne *naučne* teorije drugom obuhvatnom *naučnom* teorijom po tradicionalnoj filozofiji nauke nikako nisu moguće. U okvirima ove filozofije o *revolucionarnim epizodama* može se govoriti samo kao o zamenama određenih *kvazinaučnih* shvatanja *naučnim* teorijama. To nisu *naučne* revolucije to jest, radikalne promene u samoj nauci, već momenti u kojima nauka započinje svoj put. To jesu revolucije u ljudskoj misli, ali ne u nauci, ne unutar nauke.

Međutim, početkom dvadesetog veka nesumnjivo je došlo do dve *prave* naučne revolucije, revolucije *unutar* nauke – relativističke i kvantne – to jest formulisane su dve teorije koje radikalno osporavaju njutnovski klasičan pristup. *A* njutnovska fizika ni u kom slučaju ne može da se smatra kvazinaučnim shvatanjem. Upravo nasuprot tome, *njutnovska fizika je važila, a i danas važi* (iako je opovrgnuta) *kao paradigmatičan slučaj uspešne naučne teorije*.

Prema tome, shematski gledano, sledeći zaključak na sasvim jednostavan način pokazuje da tradicionalna filozofija nauke ne može da opstane (to jest, da nešto drastično nije u redu sa njenim osnovnim pretpostavkama):

Ako je tradicionalna slika nauke tačna, naučne revolucije nisu moguće

Pokazalo se da se naučne revolucije događaju

Prema tome, tradicionalna slika nauke nije tačna

Ali, istorijski gledano, stvar uopšte nije bila tako jednostavna. Logički pozitivisti, zatim drugi zastupnici tradicionalne filozofije nauke, pa u početku i neki od protagonista samih naučnih revolucija, nikako nisu želeli ni mogli da prihvate gornju shemu. Uostalom, to je očigledno već iz činjenice da je do pomenutih velikih naučnih revolucija došlo u samom početku dvadesetog veka (1905. godine), dok logički pozitivizam nastaje početkom dvadesetih godina istog veka i ima svoj veliki procvat u kasnim dvadesetim i tridesetim godinama.

Razlog ovog neprihvatanja onog što je skoro očigledno, bilo je to što su osnovni stavovi na kojima se bazirala tradicionalna filozofija nauke bili tako duboko uvreženi u ljudsku svest, da ih nije bilo lako napustiti. Oni su bili deo ljudske intuicije, pripadali su onom što se odbično uzima kao nešto neosporno. To su bila ustaljena verovanja koja se nisu dovodila u pitanje.

Sa druge strane, dugo vremena se na naučno znanje gledalo kao na istinit i opravdan, to jest, dokazan, sistem verovanja, pa je bilo vrlo teško priznati da na-

12 *Radikalna* promena je zamena jedne naučne teorije drugom, njoj protivurečnom ili sa njom nesamerljivom teorijom, pri čemu je ova protivurečnost kapitalna, to jest, odnosi se na bitne elemente teorija, a nije locirana negde na periferijama teorija (što se da ispraviti).

učne teorije ipak ne poseduju ove karakteristike (istinitosti i dokazanosti).¹³ A pomenute revolucije su upravo pokazale da njutnovska teorija, dugo slavljena kao potpuno istinit opis fizičkog sveta, u stvari, nije takva. Da je i pored svog velikog objašnjavalačkog i predviđačkog uspeha (i ogromne koristi koju je donosila u proračunima), bila zasnovana na veoma neadekvatnim pretpostavkama koje su, na kraju i dovele do njenog pada. Jer, kada se ljudsko iskustvo proširilo pokazalo se da ona ne važi kada su u pitanju velike brzine i mikroprocesi. Tu njena predviđanja i objašnjenja u potpunosti omašuju.

Reakcija logičkih pozitivista, a naravno i mnogih naučnika i obrazovanih ljudi uopšte nije bila u smislu gore opisanog zaključka o neodrživosti tradicionalne slike nauke. Tvrdilo se da relativistička fizika, pa i kvantna teorija, *moraju biti* samo proširenja i produbljivanja klasične fizike uz određene korekcije. I ovo shvatanje je dugo vremena bilo prihvatano. A da bi se prihvatio gornji zaključak, da tradicionalna slika nauke nije tačna, trebalo je da prođe skora pola veka, a i tada, pa i sada ovaj zaključak je daleko od toga da bude široko prihvaćen.

2.1. *Kako su logički pozitivisti interpretirali krizu i pad njutnovske fizike*

Ako bi neko tradicionalno nastrojen posmatrao gornju shemu (to jest, zaključak da tradicionalna filozofija nauke mora biti odbačena), a želeo da je *po svaku cenu* odbrani i zadrži tradicionalnu filozofiju nauke, sasvim je jasno da bi morao da ospori drugu premisu zaključka. Prva premissa bila bi za njega teško osporiva, jer je izvesno da po tradicionalnim shvatanjima naučno znanje mora biti *istinito* i *kumulativno*, te da nikakva radikalna promena (revolucija) unutar razvoja nauke nije moguća.

Logički pozitivisti krenuli su u odbranu svoje pozicije upravo u smislu osporavanja druge premise, i to u dva pravca, koja se, treba primetiti, *delimično* međusobno isključuju.

(1) Naučne revolucije se ipak nikada nisu ni odigrale. Međutim, ovde su osnovne probleme predstavljale relativistička i kvantna teorija, zbog ogromnih razlika između stare njutnovske teorije i ovih novih teorija.

(2) Određene epizode u razvoju nauke koje *izgledaju* kao naučne revolucije su se zaista odigrale. Međutim, u ovim epizodama samo se *delimično* radi o *pravim* naučnim revolucijama, jer je ona teorija koja se zamenjivala (ovde je, jasno, reč o njutnovskoj teoriji) bila delimično *inficirana* metafizikom, pa je iz tog razloga, i pored svoje *ogromne* eksplanatorne i prediktivne snage, ipak bila samo *delimično*

13 Naravno da je ovo imalo i određenu ideološku relevantnost. Jer ideologija je, u određenom smislu, upravo pokušaj da se interesi prikažu kao istine – a ako naučno znanje nije istinito u striktnom smislu, šta onda jeste.

naučna.¹⁴ Osnovni problem ovog pristupa je izrazito naučni karakter njutnovske¹⁵ teorije.

Ad (1) Ovo je bio prilično drastičan prilaz, neka vrsta *ukopavanja glave u pesak*, jer je potpuno zanemarivao *ogromne razlike i međusobnu protivurečnost* stare i novih teorija. Čak je i jedan filozof nauke kalibra Ernsta Nejjela još i 1960. godine zastupao stav da je uvek moguća redukcija stare na novu teoriju, samo što ona ne ide uvek glatko. A to znači da je stara teorija uvek logička posledica nove teorije i da u tom smislu može biti izvedena iz nje.¹⁶ Koliko je ovo pogrešno, svako može da vidi.

Ad (2) Jasno je da i ovaj prilaz predstavlja određen dosta neprincipijelan kompromis. *Kao da se želi i jare, ali i pare*. Dopušta se da je njutnovska teorija bila naučna, ali ne i potpuno – zbog, kako smo rekli, njene inficiranosti metafizikom kroz *metafizičke* pojmove *prostora* i *vremena*. Pa je u tom smislu i relativistička revolucija bila naučna revolucija, ali, opet, ne baš u potpunosti. Ona bi bila više prelaz od jedne delimično, ali u velikoj meri, naučne teorije, na pravu naučnu teoriju. Naravno da su se ovde javili ogromni problemi. Zašto je *naučnost* relativističke fizike veća, kada je, videćemo uskoro, zbog njene nesaglasnosti sa kvantnom teorijom sasvim jasno da ni ona ne može da bude istinita. Pa se postavlja pitanje da li po logičkim pozitivistima u današnje vreme postoji i jedna naučna teorija.

Ono na čemu logički pozitivisti moraju da insistiraju jeste da važi bar neki oblik interteorijske redukcije. A to je, videćemo, i ono na čemu logički pozitivizam pada. Naime, u prvom navedenom prilazu brani se *potpuna* redukcija, a u drugom *delimična*. Jer, u drugom slučaju bi iz nove teorije sledila neka korigovana verzija stare teorije. U stvari, kada se posmatraju različita shvatanja redukcije u okvirima logičkog pozitivizma, odnosno logičkog empirizma, vidi se da su pozitivisti u svojim komentarima relativističke teorije najpre tvrdili (1) da je moguća potpuna interteorijska redukcija, to jest logičko izvođenje stare teorije iz nove, čime je obezbeđena istinitost i kumulativnost nauke. Zatim su ovom dodali još jedno odstupanje, to jest, (2) da je ponekad, da bi se ova redukcija ostvarila, potrebno izvršiti prevođenje teorijskih termina stare teorije u termine nove teorije. Zatim se

14 Ernst Mah i Persi Bridžman ulagali su velike napore da pokažu da su greške u njutnovskioj fizici nastale usled uticaja metafizike lako otklonjive i prilično benigne. Videti, Ernst Mach, *The Science of Mechanics*, LA Salle: Open Court, 1960. (orig. nemačko izdanje iz 1919. godine) i Percy Bridgeman, *A Sophisticated's Primer of Relativity*, London: Routledge and Kegan Paul, 1962.

15 Ona je bar isto toliko naučna kao i relativistička teorije. Treba imati u vidu da je do relativističke teorija došlo tek na osnovu nove evidencije. Na osnovu evidencije koju su imali, njutnovski fizičari su metodološki sasvim ispravno postupali.

16 Videti, E. Nejjel, *Struktura nauke*, Beograd: Nolit, 1971. (orig. amer. izdanje iz 1960), deveta glava. Svoja shvatanja ovog tipa Nejjel je objavljivao još od 1935. godine.

odstupa i od takve slike, i tvrdi se (3) da je posledica nove teorije uvek jedna nešto korigovana verzija stare teorije. I na kraju se tvrdi (4) da korigovana verzija stare teorije, to jest, njena *aproksimacija*, sledi, *ali samo u vrlo uskim granicama*.¹⁷

Videćemo ubrzo da je ovakva slika redukcije u novoj filozofiji nauke sasvim razbijena. Mislim da je konačan potez učinio Tomas Kun koji je ubedljivo pokazao da se značenja teorijskih termina u njutnovskoj i relativističkoj teoriji toliko radikalno razlikuju da nema *ontološke* redukcije, to jest, da uzastopne teorije koje govore o istom domenu iskustva, a razdvojene su revolucijom, *de facto* govore o sasvim različitim stvarima. *A ukoliko nema ontološke redukcije ne može biti nikakve druge relevantne redukcije.*

3. Šta se u stvari događalo od 1905. godine

Da bi smo razumeli kako je došlo do savremenih gledišta u filozofiji nauke moramo pratiti ono što se događalo 1905. godine i dalje, i to na dva koloseka. U nauci i u filozofiji nauke.

Prvo, da vidimo šta se događalo u samoj nauci – to jest, u naučnim revolucijama.

Moglo bi se reći da je ono što je dovelo do relativističke revolucije bio nesklad između njutnovske fizike i elektrodinamike koja je počivala na poznatim Maksimalnim jednačinama. Naime, ova elektrodinamika, koja je bila, jasno, i eksperimentalno podržana – *pokazivala je da se elektromagnetski talasi kreću jednakim brzinama u svim pravcima od svoga izvora, bez obzira na brzinu kretanja ovog izvora* – što je već na prvi pogled flagrantno protivrećilo njutnovskom zakonu o slaganju brzina, pa, samim tim, i celokupnoj njutnovskoj mehanici.¹⁸

U naučnim krugovima, krajem devetnaestog veka, vodile su se ozbiljne diskusije o ovom problemu u kojima su učestvovali, između ostalih, i Lorenc, Ficdžerald, Mah, Poenkare i Bolcman. Međutim, zadovoljavajućeg rešenja nije bilo. Neki su samo konstatovali da sa fizičkim pojmovima prostora i vremena nešto nije u

17 To bi znaćilo da se, na primer, prvo smatralo da njutnovska teorija nekako sledi iz relativistićke, pa zatim da sledi samo ako se izvrše prevodi teorijskih termina, pa zatim da i onda sledi samo korigovana verzija njutnovske teorije, pa zatim da i ova korigovana verzija sledi samo u veoma uskim granicama makrosveta malih brzina.

18 Paralelan razultat dao je kasnije i poznati Majkelson–Morlijev eksperiment izveden 1881 i 1887. godine. Majkelson i Morli su slali svetlosne zrake na četiri strane do četiri ogledala koja su bila više kilometara udaljena od izvora svetlosti i koja su vraćala zrake. Nadali su se da će putem razlika u brzinama dolaska utvrditi brzinu i pravac kretanja zemlje kroz etar. Međutim, svetlosni zraci su se kretali istom brzinom u svim pravcima. Očekivane razlike u brzinama nije bilo.

redu, dok su drugi predlagali *ad hoc* hipoteze koje bi usaglasile njutnovsku fiziku i Maksvelovu elektrodinamiku.¹⁹

Godine 1905. mladi Albert Ajnštajn rešio je problem. Njegovo rešenje – *specijalna teorija relativnosti* – nije bilo dato na osnovu novih eksperimentalnih rezultata ili empirijskih rešenja. Ova teorija je predstavljala *filozofsko* ili čak *semantičko* rešenje. U stvari, Ajnštajn je promenio pojmovni okvir koji konstituiše (organizuje) iskustvo – promenio je prvo pojmove prostora i vremena, pa posle, samim tim, i ostale osnovne fizičke kategorije. Kasnije je tvrdio da su mnogi od njegovih čuvenih prethodnika bili blizu tog koraka, ali kao da nisu imali hrabrosti da ga učine.

Kvantna teorija koja se odnosi na mikroprocese i za koju mnogi smatraju da startuje od momenta kada je trebalo objasniti takozvanu *ultravioletnu katastrofu*²⁰ još drastičnije menja staru teorijsku aparaturu od relativističke teorije. Uz to, ono što je u vezi nje metodološki isto tako važno jeste što kada se posmatra zajedno sa relativističkom teorijom pokazuje da, iako se obe teorije odnose na dva ekstrema iste stvarnosti, one, gledano u striktnom smislu, moraju obe biti lažne²¹, jer su međusobno inkompatibilne ili čak nesamerljive. Ovo je fizičarima od početka bilo jasno, tako da se već veoma dugo vremena traga za takozvanom *ujedinjenom teorijom polja*.²²

A sada da pogledamo šta se dešavalo unutar filozofije nauke posle početka relativističke i kvantne revolucije.

U drugoj sekciji ovog članka već smo videli da pozitivističke analize naučnih revolucija, sa njihovim pokušajima da se spase tradicionalno shvatanje nauke, mada često veoma sofisticirane, u krajnoj liniji uopšte nisu bile uspešne. Naučne revolucije nikako nisu mogle da se uklupe u staru sliku.

- 19 Lorenc je tako pokušao da objasni pomenuto ponašanje elektromagnetskih talasa nekim misterioznim molekularnim silama koje vrše skraćenje tela u pravcu kretanja za faktor $(1 - v^2/c^2)^{1/2}$, i da tako usaglasi Maksvelovu elektrodinamiku sa njutnovskom teorijom.
- 20 Iz klasičnog pristupa elektromagnetskom zračenju crnog tela koji su učinili Reli i Džins 1900. godine proizlazilo je da će takvo telo kada se zagreje u ultravioletnom spektru zračenja emitovati enormnu energiju – što je, naravno, bilo u neskladu sa empirijskim nalazima. Takav pristup, koji je bio u saglasnosti sa zakonima klasične fizike, popularno je nazvan *ultravioletna katastrofa*. Da bi rešio ovaj problem, Maks Plank je uveo hipotezu o kvantima elektromagnetskog zračenja i to je bio početak kvantne fizike.
- 21 U stvari, čisto logički gledano, to bi značilo da bar jedna mora biti lažna. Međutim, iz dopunskih razloga vidi se da obe moraju biti lažne – između ostalog, što jedna drugoj pružaju kontrainstance.
- 22 Ajnštajn je do kraja života tragao za *ujedinjenom teorijom polja*. Danas neki fizičari smatraju da bi kandidat za ovakvu teoriju mogla da bude takozvana *teorija superstruna*, koja je sada tek u povelju. Ova teorija još drastičnije menja teorijske koncepte fizike.

Međutim, već od početka tridesetih godina prošlog veka, sa Karlom Popperom, dolazi do detaljnijih analiza naučnih revolucija i osnovnih pretpostavki logičkog pozitivizma. Ono na šta Popper ukazuje, kada je reč o naučnim revolucijama, bila je *izrazita* međusobna protivrečnost stare i nove teorije. To ga je odvelo do stava da se naučno znanje ne izvodi iz iskustva, pa zatim do kritike pozitivizma, a, u početku, posebno opservacionizma i indukcije. Svoju glavnu kritiku logičkog pozitivizma on je dao u *Logici naučnog otkrića*.²³ Mnogo kasnije, na pitanje Brajana Magija, „Šta je bila centralna ideja *Logike naučnog otkrića*?“, Popper je odgovorio: „Centralna ideja... bila je u tome da su u svetlu nove Ajnštajnovе teorije gravitacije sva ranije objašnjenja funkcionisanja nauke i prirode naučnog znanja pogrešna... celokupna opservaciona evidencija koja se se može upotrebiti za podršku Njutnovе ideje takođe se može upotrebiti za podršku Ajnštajnovе vrlo različite teorije. Ovo odlučno pokazuje da smo grešili kad smo za Njutnovu teoriju mislili da je zasnovana, ili induktivno dokazana, na osnovu evidencije... To dalje znači da se ni za jednu teoriju ne može reći da je induktivno zasnovana...“²⁴

Ako je Popper pošao od uviđanja *masivne protivurečnosti* između stare i nove teorije pri radikalnim promenama, onda možemo reći da je drugi pravac kritike krenuo preko uviđanja da u naučnim revolucijama nije došlo samo samo do izvesnih korekcija izvesnih naučnih pojmova (kategorija), *već da je došlo do drastične promene selokupnog kategorijalnog aparata*, koja je toliko radikalna da onemogućuje bilo kakvu adekvatnu interteorijsku redukciju. Ovaj put doveo je do, po mom mišljenju, najadekvatnije analize naučnih revolucija koja je data mnogo kasnije od strane Kuna i Fajerabenda. Ta analiza je upravo insistirala na toliko radikalnoj promeni u značenjima teorijskih termina pri nekim naučnim revolucijama, da iz toga proizalzi da su stara i nova teorija *nesamarljive*. Nesamerljivost implicira da se takve teorije ne mogu na precizan način upoređivati.

Čini se da je Ajnštajn na neki način anticipirao ovaj pristup, pa i revoluciju u filozofiji nauke, u jednom svom kratkom tekstu o Ernstu Mahu još 1916. godine. Tu on kaže: „Pojmovi koji su se pokazali korisnim u uređenju stvari lako postižu takav autoritet nad nama da zaboravljamo njihovo zemaljsko poreklo i prihvatamo ih kao nešto što je nepromenljivo dato... Put naučnog napretka često je za dugo vreme zaprečen zbog takvih grešaka... Iz ovog razloga nikako ne predstavlja gubljenje vremena ako počnemo da se bavimo analizom uobičajenih pojmova... [Na osnovu takve analize, oni mogu biti]... uklonjeni,... korigovani... [ili] zamenjeni

23 Prvo izdanje *Logike naučnog otkrića* izašlo je pod naslovom: Karl Popper, *Logik der Forschung*, Wien: Julius Springer, 1934. Ali su knjigu, u kucanoj i široj verziji već 1933. godine čitali neki članovi bečkog kruga. Međutim, knjiga je postala široko poznata tek posle engleskog proširenog izdanja: K. Popper, *Logic of Scientific Discovery*, London: Hutchinson, 1959.

24 B. Maggee, *Modern British Philosophy*, London: Secker & Warburg, 1971.

drugim... da bi se mogao uspostaviti novi sistem, koji preferiramo iz ma kog razloga.²⁵ Mnogo godina kasnije, Ajnštajn piše i sledeće reči, koje kao da bliže objašnjavaju gornji citat: „Uveren sam ... da se svi pojmovi koji se pojavljuju u našim jezičkim izrazima... slobodne misaone tvorevine i da se ne mogu dobiti iz čulnog iskustva. To nije lako uočiti jedino zbog toga što smo toliko naviknuti da izvesne pojmove i pojmovne kombinacije povezujemo sa izvesnim čulnim iskustvima, tako da nismo svesni logički nepremostivog jaza koji deli svet čulnih doživljaja od sveta pojmova i iskaza.“²⁶

Uviđanja da pri razvoju nauke dolazi do promena u kojima se pokazuje *masivna međusobna protivurečnost stare i nove teorije*, a još i više stav da se s vremena na vreme *radikalno menja značenje teorijskih termina (ili bolje rečeno, celokupan konceptualni okvir)*, razara čitavu tradicionalnu koncepciju nauke i vodi u revoluciju u filozofiji nauke.

Jer, u tom slučaju, padaju svi osnovni tradicionalni stavovi o nauci. Naime, to da se dve metodološki sasvim korektne naučne teorija (kakve su, na primer, njutnovska i relativistička) mogu toliko razlikovati pokazuje:

(1) Da se naučno znanje ne izvodi iz iskustva, pa samim tim da opservacionizam i induktivizam nisu ispravne pretpostavke.

(2) Da naučne iskaze ne karakteriše ni dokazanost ni istinitost, a pogotovo ne neka jednoznačnost u opisu iskustva.

(3) Da naučno znanje nije kumulativnog karaktera.

(4) Da u razvoju nauke interteorijska redukcija uopšte ne važi kada se radi o teorijama razdvojenim naučnim revolucijama.

(5) Da naučno saznavanje nije pasivan proces zasnovan na uzimanju činjenica iz iskustva, već aktivan proces koji, naročito u vremenima krize dominantne teorije, zahteva visoku kreativnost, domišljatost, detaljno poznavanje problemske situacije, kao i duboke teorijske uvide da bi se formulisale nove smeće hipoteze i da bi se izgradio novi kategorijalni aparat.

Naravno, pokazuje se i mnogo toga još. Na primer, da kriterijum verifikacije, odnosno konfirmacije, ne može biti validan kriterijum smisla, jer takva vrsta verifikacije, odnosno konfirmacije, nije ni moguća. Da nauka ne može bez određenih metafizičkih pretpostavki jer se novi kategorijalnoi aparati uvek zasnivaju na određenim metafizičkim pretpostavkama i još dosta toga.

Dogodilo se upravo ono što je opisano onim zaključkom iz prethodne sekcije ovog rada, da ako tradicionalna filozofija nauke zabranjuje naučne revolucije, a one

25 A. Einstein, „Ernst Mach“, *Physikalische Zeitschrift* 17 (1916), 101-104. Cited from Don A. Howard, „Einstein's Philosophy of Science“ (*Stanford Encyclopedia of Philosophy*), <http://plato.stanford.edu/entries/einstein.philscience/>. Written in 2004.

26 A. Einstein, „Remarks on Bertrand Russell's Theory of Knowledge“ u P. A. Schilpp (ed.), *The Philosophy of Bertrand Russell*, Evanston: Northwestern University, 1944, str. 286.

se ipak događaju, tada pada tradicionalna filozofija nauke. Ali još i više, pokazalo se da ni jedna jedina bitna posledica glavnih pretpostavki tradicionalne filozofije nauke – opservacionizma i induktivizma – ne važi.

Smatram da se još jednom mora podvući (makar iz samo istorijskih razloga) da je logički pozitivizam (i samim tim tradicionalnu filozofiju nauke) prvi osporio na sistematičan i celovit način Karl Poper, najpre u prvom izdanju *Logike naučnog otkrića*, pa na neki način i pre toga, u poznatim diskusijama sa članovima bečkog kruga. Njegova kritika otpočinje potpunim odbacivanjem opservacionizma i indukcije, da bi se iz nje na kraju izvela jedna sasvim nova koncepcija nauke.²⁷

Što se opservacionizma tiče, Poper ukazuje na to da *različiti* pojmovni okviri daju *različite* interpretacije *istog sirovog* iskustva. *Takozvani* opservacioni iskazi nisu ni istiniti, niti neoborivi. Strogo uzevši, oni uopšte i ne postoje kao *opservacioni*. Tu se, u stvari, radi o iskazima koji su rezultat interakcije između određenog pojmovnog okvira koji upotrebljavamo i sirovog iskustva datog stimulusima iz sredine. Ako se pojmovni okvir promeni, tada će se takođe promeniti i karakter „opservacionih“ iskaza u meri promene okvira. U tom smislu, na konceptualni aparat možemo gledati kao na neku vrstu apriorne teorije koja organizuje sirovo iskustvo na ovaj ili onaj način. *Prema tome „opservacioni“ iskazi su uvek teorijski interpretirani i ono što oni tvrde u najvećoj meri zavisi od interpretativne teorije.*²⁸ Ja bih ovde dodao da su ovi iskazi *prevashodno* teorijskog karaktera.

Kada je reč o *takozvanoj* induktivnoj logici, Poper najpre ukazuje na već postojeći argument (koji potiče od Hjuma) da indukcija u stvari nije logički validna jer se u njoj vrši neobrazložena ekstrapolacija rezultata dobijenih iz jednog konačnog skupa na potencijalno beskonačni skup. Jer svaka univerzalna naučna hipoteza ima potencijalno beskonačno mnogo posledica. Drugim rečima, na osnovu toga što je konstatovano da određeni odnosi važe u jednom vrlo ograničenom skupu, ne-

- 27 Isto tako, nije preterano reći da je Karl Poper postavio osnov savremene filozofije nauke, jer ono na čemu se ona zasniva jesu, sa jedne strane njegovi doprinosi, a sa druge strane, u priličnoj meri rezultati kritike nekih drugih njegovih ideja.
- 28 Interesantno je da je ovo gledište nešto kasnije dobilo određenu potvrdu iz lingvistike i kulturne antropologije. Bendžamin Li Vorf ispitivao je jezike nekih plemena severnoameričkih indijanaca koji se po strukturi i semantici drastično razlikuju od evropskih i azijskih jezika i došao do zaključka da od strukture jezika zavisi percepcija, način mišljenja, pogled na svet, pa čak i opšta forma ponašanja njegovih govornika. Tako, Hopi indijanci koji govore jezik radikalno različite strukture od naših jezika, vide svet na sasvim drugi način nego mi. Oni različito shvataju vreme, prostor, pa čak i dele spektar boja na različit način i vide boje različito od nas. Ispada da su jezički obrasci ona faktor koji organizuje iskustvo, a ne nešto što ga opisuje. Vorfova teza se najkraće može izraziti na sledeći način: videnje sveta zavisi od jezičkog sistema koji upotrebljavamo, a ako promenimo taj jezički sistem, promeniće se i naše videnje sveta. Videti, B. L. Vorf, *Jezik, misao i stvarnost*, Beograd: BIGZ, 1979. (Originalno, američko izdanje potiče iz 1956. godine, ali članci od kojih se knjiga sastoji pisani su tokom tridesetih godina, jer je Vorf umro 1941.)

legitimno se zaključuje da oni univerzalo važe. Međutim, dok je Hjum smatrao da se indukcijom *moramo* koristiti jer je bez nje nauka nemoguća, pa je ona time progmatički opravdana, Poper tvrdi da se indukcija u nauci uopšte i ne primenjuje. Umesto nje koristi se *hipotetičko-deduktivni metod*.

Dakle, upravo je hipotetičko-deduktivni metod ono što zagovara Poper. Ukratko, on smatra da je induktivni metod, to jest metod izvođenja teorija iz iskustva, *iluzija* i *mit*. Nauka mora biti proces stalnih nagađanja. Svaka teorija je hipotetičkog karaktera. Dobre naučne teorije su hipoteze koje najuspešnije rešavaju neku značajnu problemsku situaciju, a pored toga i dalje uspešno služe, jer poseduju dobru objašnjavajuću i predviđačku moć. Takva teorija obično izvesno vreme ne nailazi ni na kakve opovrgavajuće instance, koje bi je ugrožavale. Međutim, budući da se polje našeg iskustva stalno širi, gotovo je neminovno da će početi da nailazi na njih. Tada se traga za drugom teorijom, koja će nužno, *na sasvim različit način*, rešiti *novonastalu* problemsku situaciju. Naime, nova teorija mora da objasni sve što je objašnjavala stara, ono na čemu je stara pala i još mnogo toga više. Takođe, nova teorija nužno mora protivrečiti staroj, jer objašnjava i one instance koje protivreče staroj.

4. Savremena filozofija nauke

4. 1. Priroda revolucije u filozofiji nauke

Videli smo da krajem pedesetih godina prošlog veka dolazi do revolucije u filozofiji nauke. Takođe smo videli da su pripreme za ovu revoluciju bile vidljive već godinama ranije. No, tek na prelazu iz pedesetih u šesdesete godine filozofija nauke logičkog pozitivizma prestaje da bude dominantna filozofija nauke posle gotovo četrdeset godina suverene vladavine. Naime, 1959. godine sa izlaskom engleskog prevoda Poperove *Logike naučnog otkrića* i njegovi filozofski pogledi na nauku postaju opšte poznati. Ubrzo zatim, 1962. godine pojavljuje se knjiga Tomasa Kuna *Struktura naučnih revolucija*²⁹ i Fajerabendov obiman i veoma uticajan članak „Objašnjenje, redukcija i observacionizam“³⁰, da bi od tada počela jedna velika produkcija članaka i knjiga u kojima se nauka predstavlja na drugi i novi način.³¹

29 Videti, T. Kun, *Struktura naučnih revolucija*, Beograd: Nolit, 1971.

30 Videti, Paul Feyerabend, „Explanation, Reduction, and Empiricism“, u: H. Feigl & J. Maxwell (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol III, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1962.

31 Naravno, neko bi mogao da tvrdi da bi se početak revolucije mogao pomeriti još u prošlost. Konačno, nemačko izdanje Poperove *Logike naučnog otkrića* datira iz 1934, a Kvajnovne i neke druge kritike pozitivizma iz kasnih četrdesetih godina. I taj bi u izvesnom smislu bio u pravu.

I sada započinje svoj razvoj nova, savremena, filozofija nauke. *Međutim, ona više nije monolitna. A ovu novu filozofiju nauke, koju u stvari predstavlja jedan veći broj međusobno suprotstavljenih gledišta, karakteriše čitav niz sporova ili kontroverzi oko kojih se vode plodne diskusije.*³²

Sada se pojavljuje problem kako na najbolji način, u članku čiji je prostor ograničen, predstaviti i objasniti karakter savremene filozofije nauke. Uobičajeni postupak, putem koga bi se analizirala glavna stanovišta, upravo zbog prostora ne dolazi u obzir.³³ Zato sam se opredelio za jedan različit postupak. *Skiciraću i objasniti osnovne stavove u kojima se savremena filozofija nauke drastično razlikuje od tradicionalne – a sa kojima se slažu gotovo svi savremeni filozofi nauke – naravno, često ih vrlo različito tumačeći.*

Time se nadam da ću u deset tačaka opisati *čvrsto jezgro* savremene filozofije nauke. Međutim, opet podvlačim, to jezgro, te stavove dele veoma različite i suprotstavljene orjentacije. Daleko od toga da je to skup pretpostavki iz kojih skoro logički sledi jedna jedina koncepcija, kao što je bilo u slučaju logičkog pozitivizma.

4.2. Osnovni stavovi koje dele uglavnom sve savremene filozofije nauke

U prethodnom sumarnom prikazu ovih stavova moglo bi se reći da se prvenstveno tvrdi da naučni iskazi i teorije ne mogu biti izvođeni iz iskustva što sledi iz

Jer datiranje ove revolucije je stvar konvencije. Meni se čini da je najzgodniji momenat prestanak dominacije tradicionalne filozofije. Neko bi mogao da kaže da se ova revolucija tiho odigrala u toku dvadesetog veka. I on bi bio u pravu, na svoj način.

- 32 Ovde se već na prvi pogled vidi da ova revolucija u filozofiji nauke nema karakteristike revolucija u samoj nauci, bar po Kunovom modelu. Bila je dugo pripremana. Čini se da nije bilo nikakvog geštalt obrta. I posebno, iz nje nije rezultiralo samo jedno novo gledište, već više njih. Naravno ima i sličnosti. Postojao je dugi period krize, a i došlo je do reinterpretacije skoro svih osnovnih metodoloških kategorija (opeservacije, iskustva, progressa, naučnog zaključivanja, naučne promene i tako dalje).
- 33 Obično se smatra (a to se i vidi po udžbeničkoj literaturi) da su glavna savremena gledišta u filozofiji nauke *Popperov falsifikacionizam, Kunova teorija naučnih revolucija, Fajerabendov epistemološki anarhizam, Lakatoševa metodologija istraživačkih programa, Laudanova metodologija istraživačkih tradicija*, dok se u poslednje vreme dosta govori o stavovima edinburških sociologa nauke – Blura i Barnsa – i njihovih sledbenika. Budući da su ove teorije vrlo složene, njihovo suviše kratko prikazivanje vodilo bi simplifikacijama i pogrešnom razumevanju. Zato ću ovde navesti još neke knjige, koje su, pored već pomenutih, bitne za razumevanje savremene filozofije nauke: Pol Fajerabend, *Protiv Metode*, Sarajevo: Veselin Masleša, 1987. (orig. engl. izdanje iz 1975), Lakatoš i Masgrejv, *Kritika i rast saznanja*, Beograd: Plato, 2003. (orig. engl. izdanje iz 1970), Lari Laudan, *Progres i njegovi problemi*, Beograd: Institut za filozofiju Filozofskog fakulteta u Beogradu, 2002. (orig. amer. izdanje iz 1977) i Barry Barnes, David Bloor & John Henry, *Scientific Knowledge*, Chicago: The University of Chicago Press, 1996.

potpune neadekvatnosti doktrina opservacionizma i induktivizma. Put razvoja nauke nije induktivan, već hipotetičko deduktivan, i, u tom smislu, razvoj nauke ne može da bude kumulativan. Naravno da je to jasno i iz istorijskih analiza.³⁴ Put razvoja nauke isprekidan je revolucijama, to jest radikalnim promenama obuhvatnih teorija, koje su međusobno protivrečne (ili po nekima, u velikom broju slučajeva čak i nesamerljive). Ono što je naročito značajno pri ovim revolucijama jeste to da pri nekima od njih mora doći do radikalne promene osnovnih teorijskih kategorija, što i jeste izvor moguće nesamerljivosti uzastopnih teorija. Iz svega ovog jasno je zašto naučni iskazi ne mogu da se smatraju istinitim i dokazanim. Međutim, kao dodatak ovom stavu, postoje još dva bitna uvida. Sa kojima svaka savremena metodologija mora da izađe na kraj, i koje, zaista, svaka metodologija tumači na svoj način. Naime, nema ni mogućnosti *odlučivog opovrgavanja* naučnih teorija, a jedan isti skup činjenica uvek može biti objašnjen različitim i protivrečnim teorijama.

Iz svega ovog proizlaze još dva važna opšta stava. Prvo, pokazuje se da kategorijalni aparat, odnosno pojmovni okvir, odnosno paradigma³⁵, ima izuzetan značaj u koncipiranju naučnog znanja, i da bez povremenih promena takvog okvira nema razvoja nauke. I, drugo, da naučno saznavanje, nije relativno *pasivan proces* izvođenja teorija iz iskustva, već je uveliko *aktivan proces*, pri kome se često, uz kreativno formuliranje novih hipoteza i kreativno menjanje naučnih kategorija – naučno znanje, u velikoj meri, slobodno konstruiše – naravno, uz striktan uslov da ove teorije imaju zadovoljavajuću objašnjavalačku i predviđačku moć – da budu u operacionom skladu sa iskustvom.

Sve ovo će biti izloženo u deset stavova, da bi se pružila koliko je god to moguće, sistematičnija slika savremene filozofije nauke. Neki od ovih stavova već su pominjani i obrazlagani u prethodnom tekstu, ali će sada biti bliže objašnjeni. Sa druge strane, oni koji nisu pominjani prilično jasno slede iz pominjanih analiza naučnih revolucija.

4. 2. 1. *Opservacionizam je potpuno neadekvatna doktrina*

Nema objektivnog čistog iskustva koje bi nam bilo dostupno. Pogotovu takvog koje bi bilo kolekcija već gotovih činjenica. Iskustvo je uvek interpretirano nekom vrstom teorije, od kojih su neke vrlo obuhvatne van kritičke svesti subjekta saznanja. Ono što mi nazivamo iskustvom je u stvari teorijska tvorevina. Kada bi smo imali različite, konceptualne okvire, paradigme, pozadinske teorije – na drugi način bi videli svet. U tom smislu vrlo je ilustrativan sledeći Poperov stav: „... čulni

34 Jer, konačno, kao što smo videli u prve tri sekcije ovog rada, svi ovi stavovi su uglavnom rezultat istorijskih analiza.

35 Jedno od značenja Kunovog pojma paradigme upravo odgovara pojmu kategorijalnog okvira.

podaci, ne-teorijske jedinice informacije, jednostavno ne postoje. Jer, mi uvek operišemo teorijama od kojih su neke inkorporirane čak i u našu fiziologiju. I čulni organ je srodan teoriji: prema evolucionističkom gledištu čulni organ je razvijen u pokušaju da se prilagodimo stvarnom spoljnom svetu, da nam pomogne da nađemo svoj put kroz taj svet. Naučna teorija je organ koji razvijamo van naše kože, dok je čulni organ teorija koju razvijamo unutar naše kože. Mi nikada ne možemo da oslobodimo percepciju teorijskih elemenata interpretacije. Mi uvek interpretiramo, to jest teoretišemo, na svesnom, na nesvesnom i na fiziološkom nivou. Standardni psihološki eksperimenti ovo ilustruju... Mi ne možemo opravdati naše znanje spoljnoga sveta; celokupno naše znanje, čak i opservaciono znanje, jeste teorijsko, ispravljlivo i pogrešivo.³⁶

4. 2. 2. *Indukcija je neadekvatna doktrina*

Indukcija niti je logički validna, niti je njena eventualna upotreba u nauci od nekog većeg značaja. Ona nema nikakvu ulogu u *kontekstu otkrića* – to jest nauka ne počinje opserviranjem pravilnosti i ne završava njihovom induktivnom generalizacijom.. Ona nema vrednost ni u *kontekstu opravdanja*. Možemo imati hipotezu koja godinama produkuje hiljade potvrđenih posledica, a da ne nailazi ni na jednu opovrgavajuću instancu, pa odjednom počne da produkuje posledice koje redom bivaju sukobljene sa kontraevidencijom. To se česro dešava kada se krug ljudskog iskustva naglo proširi. To se desilo, na primer, kada se ušlo u svet velikih brzina, ili u svet mikročestica.

4. 2. 3. *Hipotetički karakter naučnog znanja*

U smislu onog što je rečeno u prve dve tačke, naučno znanje se ne izvodi iz iskustva, i ne dokazuje na osnovu iskustva. Ono je uvek hipotetičkog karaktera. U dolaženju do naučnog znanja polazi se od izvesne problemske situacije, pa se formuliše hipoteza koja će davati zadovoljavajuća objašnjenja i zadovoljavajuća predviđanja. Sve dok posledice ove hipoteze bivaju *potkrepljivane*, to jest sve dok njena predviđanja uspevaju, ona se zadržava.³⁷ Takve hipoteze u *početku* prosto objašnjavaju *raspoloživo* iskustvo. Međutim, budući da se ljudsko iskustvo stalno

36 Imre Lakatos & Alan Musgrave (eds.), *Problems in the Philosophy of Science*, North-Holland, Amsterdam, 1968, str. 163-164. (Poperova diskusija sa Groverom Maksvelom).

37 Dakle, ovakva hipoteza se ni u kom slučaju ne smatra istinitom i dokazanom, već samo produktivnom.

širi i to na jedan *nehomogen* način³⁸, svaka obuhvatna teorija neminovno dolazi u krizu, u sukob sa novim iskustvima³⁹ – jer više ne može da objasni neke nove i iznenađujuće empirijske nalaze. Tada dolazi do nove problemske situacije, koja se rešava novim obuhvatnim hipotezama, često i adekvatnim promenama značenja starih teorijskih termina – ili bolje reći, uvođenjem novih kategorija.⁴⁰ A ponekad je potrebno izvršiti najradikalniju promenu kategorijalnog aparata i potpunu reinterpretaciju starog iskustva. To je nužno da bi se rešila nova *komplikovana* problemska situacija. Da bi se objasnilo novo raspoloživo iskustvo. Nova teorija mora biti protivrečna u odnosu na staru (ako ne i nesamerljiva) jer njene posledice moraju biti i oni stavovi koji su protivrečili staroj i oborili je.⁴¹

4. 2. 4. *Razvoj nauke nije kumulativan, već je isprekidan revolucijama*

Skoro direktna posledica onoga što je rečeno u prve tri sekcije ovog rada jeste da razvoj nauke, bar na duži rok, nije kumulativan. Naučne revolucije događaju se retko, ali nužno. Takođe, interteorijska redukcija, opet na duži rok, uopšte nije izvodljiva.

Treba imati u vidu da nema većih naučnih revolucija bez veoma radikalne promene značenja teorijskih termina, ili prosto radikalne promene konceptualnog okvira. Sve veće revolucije su karakterisane ovakvim promenama. Gotovo svi savremeni filozofi nauke će se oko toga složiti. Neslaganja počinju tek oko mere te radikalnosti. Jedni će tvrditi da su teorije razdvojene velikim naučnim revolucijama toliko različite da su međusobno *nesamerljive*, da u stvari govore o različitim stvarima i da se ne mogu *upoređivati* i *efektivno* i *operativno* procenjivati u smislu koja od njih je *bolja*, dok će drugi tvrditi da se ipak i takve teorije na neki način mogu upoređivati i procenjivati.

Glavni razlog za tvrdjenje ove nesamerljivosti je, grubo rečeno, to što, oni koji zastupaju ovu koncepciju smatraju da različiti kategorijalni aparati ponekad na potpuno različit način *segmentiraju*, *klasifikuju* i *organizuju* iskustvo. Kun, *naravno metaforički*, govori o tome da se kada se promeni paradigma, menja i sam svet,

38 Grubo rečeno ovo znači da širenje iskustva često donosi velika iznenađenja i zagonetke.

39 Mora se priznati da ovaj metodološki zaključak nosi sobom i jedan dašak indukcije

40 Jer ne moramo da zadržimo stare termine. Možemo da uvedemo nove za izmenjene pojmove.

41 Jasno, ako jedna teorija treba da objasni i posledicu na kojoj je prethodna pala, ona mora da joj protivreči. Naime ovde imamo situaciju $T_1 \Rightarrow O$, i $T_2 \Rightarrow \neg O$.

odnosno da naučnici koji rade u okviru različitih paradigmi žive u različitim svetovima.⁴²

4. 2. 5. Interteorijski redukcionizam teško da važi čak i u najminimalnijem smislu

Da interteorijski redukcionizam u nekom značajnijem smislu ne može da važi jasno je iz onog što je već obrazloženo. Međutim, ja sam na kraju sekcije 2. 1. najavio da ću opisati način na koji je Kun argumentisao i protiv onog *minimalnog* smisla interteorijske redukcije koji su *na kraju* branili logički empiristi. To je bio stav da iz nove teorije ipak sledi *korigovana* verzija stare i to u veoma *uskim granicama*.

Evo šta kažu redukcionisti. Ako posmatramo relativističke i njutnovske fizičke zakone videćemo da su njutnovski zakoni *specijalan slučaj* relativističkih, to jest, da približno važe u određenim granicama, na primer,

$$p = m_0 v / \sqrt{1 - v^2/c^2} \quad \text{u granicama} \quad v \rightarrow 0 \quad \text{jeste približno} \quad p = m_0 v$$

Međutim, Kun će reći da je teza o specijalnom slučaju sasvim netačna iz prostog razloga što *parametri* i *promenljive*, koje u ajnštajnovskim formulama predstavljaju *prostor, vreme, masu, brzinu* i tako dalje – *da bi gornja (približna) jednakost između ajnštajnovske i njutnovske formule (i njima paralelnih drugih formula) važila – moraju i u drugoj, njutnovskoj formuli još uvek biti ajnštajnovski*. Ukoliko nisu ajnštajnovski, onda (približna) jednakost jednostavno ne važi, zato što su njutnovska *masa, prostor, vreme* i tako dalje, nešto *sasvim, sasvim* različito od ajnštajnovskih. Dakle, ako je *druga* formula zaista njutnovska, onda su masa *m* i brzina *v* iz prve i druge formule nešto potpuno međusobno nesvodivo. Na primer, njutnovska masa je osobina tela koja je konstantna, dok je ajnštajnovska masa binarna relacija koja povezuje dva inercijalna sistema i kao takva – promenljiva. *Ontologije njutnovske i relativističke teorije su potpuno različite*. To su teorije koje govore o sasvim različitim stvarima i kad upotrebljavaju iste termine.⁴³

42 Videti, Tomas Kun, *Struktura naučnih revolucija*, navedeno izdanje, str. 166. i 173. kao i desetu glavu u celini.

43 Za detalje videti, Tomas Kun, *Struktura naučnih revolucija*, navedeno izdanje, 155-158. Treba imati u vidu da je Kun iskoristio koncepciju nesamerljivosti, odnosno radikalne razlike u značenju, za svoj argument – upravo na osnovu stava da su teorijski pojmovi (značenja termina) toliko različiti da se ne mogu usaglasiti. Treba opet naglasiti da ovo Kunovo rezonovanje ne predstavlja opšte prihvaćeno gledište u savremenoj filozofiji nauke.

4. 2. 6. Naučni iskazi niti su po pravilu istiniti, niti se mogu dokazati

Iskazi nauke, ne samo da se ne mogu dokazati, već su u principu lažni. To je veoma lako objasniti i ilustrovati. Prvo, budući da indukcija nije logički legitimna i da ne postoji čvrsta empirijska osnova za naučno znanje, koja bi davala istinite i neoborive početne iskaze – nema dokaza u empirijskim naukama. Kraće rečeno, bez indukcije u empirijskim naukama nije moguć ni dokaz u empirijskim teorijama. I drugo, da naučni iskazi nisu istiniti⁴⁴ pokazuje već istorija nauke. Naime i najbolje naučne teorije prošlosti bile su opovrgnute – a, sem toga, dve naše sada dominantne fizičke teorije ne mogu biti istinite, bar u striktnom⁴⁵ smislu.

Pošto ne možemo da dokažemo naše hipoteze, postavlja se pitanje kako utvrđujemo njihovu vrednost. Odgovor je jednostavan – testiramo ih da bi smo videli da li rešavaju problemsku situaciju – to jest, da li u celini objašnjavaju raspoloživu evidenciju. To činimo tako što iz hipoteza izvodimo opservacione posledice i onda te posledice upoređujemo sa evidencijom.

$$\begin{array}{ll}
 H_1 \Rightarrow O_1, O_2, O_3, \dots, O_n & \text{Hipoteza i njene opservacione posledice} \\
 O_1, O_2, O_3, \dots, O_n & \text{Stvarna opservaciona evidencija}
 \end{array}$$

Takva hipoteza (ili teorija⁴⁶), ukoliko su njene posledice saglasne sa empirijskom evidencijom, očigledno zadovoljava. Mi je držimo i koristimo. Međutim, takva hipoteza se ni u kom slučaju ne sme smatrati istinitom i dokazanom. Jer je jasno da zaključak:

$$\begin{array}{l}
 H_1 \Rightarrow O_1, O_2, O_3, \dots, O_n \\
 \quad \quad \quad O_1, O_2, O_3, \dots, O_n \\
 \text{-----} \\
 H_1
 \end{array}$$

44 Jasno, ovde se misli na istinitost u nekom adekvatnom smislu. Tradicionalno postoje tri glavne teorije istine. Korespondentna, koherentistička i pragmatička. Po prvoj, istiniti iskazi su oni koji odgovaraju stvarnosti, po drugoj oni koji su saobrazni već ustanovljenim teorijama, a po trećoj oni koji imaju uspeha u objašnjenju i predviđanju. Kada se danas govori o istini naučnih iskaza u igri je samo ova prva teorija, dok je druga apsolutno pogrešna jer računa na istinitost ustanovljenih teorija. Treća teorija može da bude zadovoljavajuća, ali ona je daleko od toga da stvarno bude teorija istine – jer prema njoj T i ne-T mogu istovremeno da budu istiniti.

45 Neki govore da je svaka nova teorija, ako ne istinita u striktnom smislu, ono istinitija od stare. U tom smislu bi nove teorije bile istinolikije od starih. Ali, opet ne bi bile istinite u striktnom smislu.

46 U savremenoj filozofiji nauke nema bitne razlike između hipoteze i teorije. Svaka teorija je hipotetičkog karaktera. U tradicionalnoj filozofiji nauke teorija se smatrala dokazanom hipotezom.

prati shemu *afirmacije konsekvensa* koji je logička greška.⁴⁷ Dakle, takvu hipotezu koristimo dok nam daje dobre rezultate, a nikako je ne smatramo istinitom i dokazanom.

Kada, *širenjem našeg iskustva*, sklad između opservacionih posledica ove hipoteze i evidencije bude narušen – dolazi do sledeće situacije:

$$H_1 \Rightarrow O_1, O_2, O_2, \dots, O_n, O_{n+1} \\ O_1, O_2, O_3, \dots, O_n, \neg O_{n+1}$$

Sada dolazi do hitne potrebe da se hipoteza H_1 zameni nekom hipotezom H_2 koja će imati sledeće implikacije:

$$H_2 \Rightarrow O_1, O_2, O_3, \dots, O_n, \neg O_{n+1}, \dots$$
⁴⁸

Prema tome ova nova teorija bi trebalo da objasni ono što i stara, ono na čemu je stara pala i da ima i druga potkrepljena predviđanja da ne bi bila *ad hoc*. Opet pominjem da treba primetiti da će u ovom slučaju H_1 i H_2 obavezno biti protivrečne, jer jedna implicira O_{n+1} , a druga $\neg O_{n+1}$. Kažem u ovom slučaju, jer jedan broj savremenih filozofa nauke smatra da se može desiti da nova hipoteza mora da bude posledica radikalno različitog kategorijalnog aparata, pa da zato bude *nesamerljiva* sa starom. Tada bi naša shema morala biti formulisana na različit način.

Mislim da se sada uglavnom vidi zašto se danas često govori da su sve naše obuhvatne naučne teorije *lažne*, ma šta *istina* značila. To je zbog toga što se redovno pokazuje da su stare teorije bile nezadovoljavajuće, da su počele da nailaze na kontraevidenciju. Takođe se pokazuje da su i naše sadašnje najobuhvatnije fizičke teorije takve da su suprotstavljene jednom broju empiriskih kontrainstanci. Dalje, misli se da je put nauke takav da ga karakterišu stalni novi pokušaji sa ispravljanjem ranijih grešaka i da taj put nema kraja. Lakatoš čak tvrdi da je svaka nova obuhvatna teorija rođena u moru anomalija i da tako uvek mora biti. Naravno, ovde je relevantna i upravo razmotrena metodološka situacija: čak i kad bi smo imali istinitu teoriju to ne bi smo mogli znati. Poperov stav je bio da bi sigurno mogli govoriti o istinitosti nekih krajnje jednostavnih teorija, ali da to ne bi smo nikad mogli znati, *budući je induktivna logika iluzija*. A, kao što smo videli, naučne

47 Afirmacija konsekvensa je logička greška pri kojoj se tvrdi da ako je posledica određenog stava potvrđena, onda taj stav važi. $A \Rightarrow B, B \vdash A$. Ako kiša pada ulice su mokre, ulice su mokre, dakle kiša pada.

48 Treba imati u vidu da se ovde radi o jednom simplifikovanom modelu onoga što se događa. Naravno da se samo zbog jedne kontrainstance neće menjati obuhvatna teorija. Takođe, za $\neg O_{n+1}$ bilo bi logički korektnije napisati neko O' koje bi imalo karakter kontrainstance, ali ja sam se za upotrebljeni način pisanja opredelio zbog veće jasnosti.

teorije po pravilu imaju potencijalno beskonačno mnogo posledica, pa tako ne možemo nikad pregledati celu evidenciju.

Ovde treba razjasniti jednu stvar u vezi napomene da je osnovni način zaključivanja u nauci upravo onaj koji prati shemu *afirmacije konsekvensa*. To i jeste i nije tačno. Bila bi čista afirmacija konsekvensa kada bi teoriju koja je potkrepljena uzimali kao tačnu, kako su to činili tradicionalni metodolozi pozivajući se na indukciju. Međutim, *danas se ne tvrdi istinitost takve teorije*, nego upravo samo potkrepljenost – njeno *privremeno* važenje. Za datu hipotezu verujemo da će jednom biti opovrgnuta. Naučno znanje je hipotetičko baš zato što drugog puta rezonovanja i nemamo. I zaista, upotreba ovakve sheme ne utiče na vrednost nauke. *Nauka je vredna i važna zato što obezbeđuje dobra objašnjenja i predviđanja*.

4. 2. 7. Izolovane naučne hipoteze ne mogu biti ni odlučivo opovrgnute.

Gornji podnaslov izražava suštinu poznate Dijemove teze (ili u literaturi često označene kao D-teza) koja može biti opisana na sledeći način: Konkluzivno opovrgavanje pojedinačne naučne hipoteze nikada nije moguće i pored raspoložive kontraevidencije, zato što, zbog suštinske međupovezanosti hipoteza i pretpostavki unutar jednog teorijskog sistema – a i same prirode ovih hipoteza i pretpostavki – uvek postoji mogućnost da se data hipoteza spase putem neke adekvatne modifikacije pomoćnih pretpostavki na nekom drugom mestu u datom teorijskom sistemu.⁴⁹

Drugim rečima, sledeća shema, i ako je logički u redu, metodološki nije izvodiva:

$$\begin{array}{l} H \Rightarrow O_1 \\ \quad \neg O_1 \\ \hline \neg H \end{array}$$

Ova shema, i ako prati logički ispravan *modus ponens*, predstavlja lošu simplifikaciju stvarne situacije u nauci. A ova situacija je takva da u testiranju bilo kog (izdvojenog) naučnog stava mora učestvovati čitav niz pomoćnih hipoteza⁵⁰, da bi

49 Videti, Pjer Dijem, *Cilj i struktura fizičke teorije*, Novi Sad: Knjižarska radionica Zorana Stojanovića, 2003. (Orig. francusko izdanje iz 1905.), posebno deseto poglavlje.

50 Mnogi bi tvrdili da u testiranju neke hipoteze učestvuju sve ostale hipoteze datog teorijskog sistema – znači, ako se radi o nekoj oblasti fizike, sve teorije iz te oblasti. Treba imati na umu da je pomoćna hipoteza – relativan pojam. Hipoteze su pomoćne u odnosu na hipotezu pod testom.

testiranje uopšte bilo moguće (da bi se uopšte mogla izvesti opservaciona posledica).

Dakle, ono što se zaista dešava u realnoj situaciji jeste:

$$\begin{array}{l} (H \& A) \Rightarrow O_1 \quad A \text{ je skup pomoćnih pretpostavki} \\ \quad \quad \quad \neg O_1 \\ \hline \neg (H \& A) \end{array}$$

To znači da je ono što opovrgavamo, ne hipoteza H, već konjunkcija H & A. I ovo ima zaista dalekosežne metodološke posledice. To znači da uvek⁵¹ možemo formulisati jedan skup adekvatno modifikovanih pomoćnih pretpostavki A* tako da sada

$$\begin{array}{l} (H \& A^*) \Rightarrow \neg O_1 \quad \text{što je način da se spase H} \\ \quad \quad \quad \neg O \quad \quad \quad \text{pa tada, putem onog što je } \textit{bila} \text{ kontrainstanca, izvesti} \\ \hline (H \& A^*) \end{array}$$

Dakle, sada smo spasili hipotezu H. Ona i dalje važi, ali uz modifikovan skup pomoćnih pretpostavki A*. Naravno, da je druga legitimna mogućnost da se opovrgne H, a zadrži A. To pokazuje da u svakom aktu opovrgavanja, ili zadržavanja hipoteze, postoji jedan element odluke.

U svom poznatom radu „Dve dogme Empirizma“, Kvjajn je univerzalizovao ovu tezu, smatrajući da se može odnositi na celinu ljudskog znanja: Ne samo izolovanu naučnu hipotezu, već svaki iskaz koji je osporen nekom evidencijom, možemo spasti ako „izvršimo dovoljno drastično prilagođavanje na nekom drugom mestu u sistemu.“⁵² U tom smislu često se govori o *Dijem-Kvajnovoj tezi*. Ovo Kvajново shvatanje bilo je deo njegove kritike logičkog empirizma, odnosno opservacionizma koji Kvjajn nazivao *radikalnim redukcionizmom* (jer se iskazi svode na opservacije). Glavna poenta bila je da se pokaže da izolovani iskazi ne mogu imati fiksiran empirijski sadržaj.

51 Adolf Grinbaum je pokušao da ospori D-tezu, uglavnom tvrdeći da je konstruisao kontra-primere u odnosu na nju. Ova poznata kritika izložena je u čitavom nizu članaka, a posebno u: A. Grunbaum, *The Philosophical Problems of Space and Time*, Dordrecht: D. Reidel, 1973. Međutim, ne može se reći da je njegovoa kritika bila ubedljiva. Za detalje videti, S. Sindelić, „Grinbaumova kritika Dijemovog konvencionalizma i Ajnštajnovе filozofije geometrije“, u: S. Sindelić, *Relativnost naučne racionalnosti*, Beograd: Institut za filozofiju Filozofskog fakulteta u Beogradu, 2005.

52 W. Quine, „Two Dogmas of Empiricism“, u: W. Quine, *From a Logical Point of View*, Harvard: Harvard University Press, 1964. (članak je prvobitno objavljen 1951. godine).

Razmotrena teza ima izuzetan metodološki značaj i zato jer postavlja, posebno pred racionalistički orijentisane filozofe nauke, zadatak da uvedu i obrazlože neki dopunski kriterijum koji bi, ipak, obezbedio opovrgavanje starih teorija, umesto njihove (često) *ad hoc* odbrane.

3. 2. 8. *Isti skup činjenica uvek se može objasniti različitim teorijama.*

Uvek su moguća alternativna objašnjenja bilo kog skupa činjenica. Ovo je takozvana *teza o subdeterminaciji teorije od strane činjenica*. Naime, činjenice ne daterminišu teoriju jednoznačno. One je u stvari pododređuju. Moguće su mnoge protivrečne (ili nesamerljive) teorije o istom skupu činjenica.⁵³ Ukoliko upotrebimo jezik koji je malo više tehnički, teza se može izraziti na sledeći način: ako imamo teoriju T, uvek možemo konstruisati neku teoriju T*, koja će biti *empirijski ekvivalentna* sa T (to jest, imati iste empirijske posledice), ali će biti i *logički inkompatibilna* sa T, i to u *netrivijalnom* smislu. Teza o subdeterminaciji je u bliskoj vezi sa Dijemovom tezom. Kvajn je, na jednom mestu, tezu o subdeterminaciji izrazio sledećim rečima: „Ovo možemo očekivati zbog načina na koji naučnici rade. Naučnici ne ostaju na čistim induktivnim generalizacijama svojih opservacija: na čistim ekstrapolacijama na opservabilne događaje iz sličnih opserviranih događaja. Naučnici smišljaju hipoteze koje govore o stvarima izvan domašaja opservacije. Hipoteze se odnose prema opservaciji samo putem neke vrste jednosmerne implikacije; naime, događaji koje opserviramo su ono što bi nas verovanje u date hipoteze navelo da očekujemo. Ove opservabilne posledice hipoteza, u obrnutom smeru, ne impliciraju hipoteze. Sigurno je da postoje alternativne hipotetičke podstrukture koje bi implicirale iste opservabilne posledice“⁵⁴

Teza o subdeterminaciji je metodološki krajnje značajna, jer ako se prizna njeno *univerzalno* važenje, onda realistička stanovišta moraju da padnu. Naime, ako *uvek* postoji mogućnost formulacije niza međusobno logički inkompatibilnih, ali empirijski ekvivalentnih teorija o bilo kom segmentu sveta, onda teško da se može govoriti o nekom putu nauke ka istini i o nekoj istinolikosti. Sa druge strane, danas niko ne spori mogućnost subdeterminacije za sadašnje teorije. Videćemo da su se

53 Ovde se može videti uticaj tradicionalne filozofije nauke koja je ušla i u način na koji se govori o iskustvu. Govorimo o iskustvu kao skupu diskretnih činjenica. U stvari, činjenice delimično određuju teoriju, kao što i teorija delimično određuje činjenice. U svetlu različitih teorija, razlikovaće se i date činjenice. Prema tome, radi se samo o uslovno rečeno istom skupu činjenica. Možda bi bilo bolje govoriti o istoj problemskoj situaciji, jer ako „iste“ činjenice objasnimo na različit način, one postaju različite činjenice.

54 W. Quine, „On Empirically Equivalent Systems of the World“, *Erkenntnis*, 9 (1975), str. 313.

savremeni realisti opredelili za stav da će u jednoj hipotetičnoj budućnosti stepen subdeterminacije, na određen način, opadati.⁵⁵

3. 2. 9. Uloga konceptualnog okvira je od bitnog značaja u nauci

Naučne revolucije su pokazale da postoje momenti kada jedna obuhvatna teorija više ne može da uspešno objašnjava i predviđa činjenice. One su, takođe, pokazale i da tada dolazi do radikalne promene *konceptualnog aparata*⁵⁶, a kao posledice toga i do promene karaktera samog iskustva. Naravno, sada se postavlja pitanje: kog i kakvog iskustva? Sigurno je da se ne misli na sirovo iskustvo za koji mi i ne znamo kako izgleda. Radi se, naravno, o već interpretiranom iskustvu (putem starog konceptualnog okvira) koje je bilo pred nama. I pokazuje se da je pojmovni okvir upravo sredstvo putem koga se vrši segmentacija, klasifikacija i organizacija iskustva. U stvari, u naučnim revolucijama radi se o reorganizaciji iskustva (koje je bilo organizovano na stari način).⁵⁷

U tradicionalnoj filozofiji nauke uloga konceptualnog aparata bila je ignorisana u potpunosti, zbog zdravo za gotovo zastupanog stava da je segmentacija, klasifikacija i organizacija iskustva *prirodna*.

Međutim, samim tim što naučni termini menjaju svoja značenja u trenucima radikalnih revolucija⁵⁸, jasno je da principi ove organizacije *nisu* prirodni. Naime, da nam već samim iskustvom (ili možda razumom) nisu objektivno dati. Prema tome, kategorijalni aparat, izuzev toga što je *promenljiv*, takođe je dobrim delom *konvencionalan*, dobrim delom *aprioran* i, videćemo, na dva načina *subjektivan*. Ovo je prilično lako obrazložiti:

(1) *Promenljivost kategorijalnog aparata*. Da je pojmovni okvir promenljiv, jasno je već iz toga što, da bi smo razrešili neke nove i komplikovane problemske situacije, koje obično ugrožavaju jednu obuhvatnu teoriju, neminovno moramo menjati značenja osnovnih teorijskih termina.

(2) *Konvencionalnost kategorijalnog aparata*. To što je pojmovni okvir promenljiv, jasno pokazuje da značenja naučnih termina ne izvodimo iz iskustva. Naučni pojmovi, niti bilo koji drugi, ne *konotiraju* objektivne attribute *stvari* na koju se

55 Videti, na primer, V. H. Njutr-Smit, *Racionalnost nauke*, Beograd: Institut za filozofiju Filozofskog fakulteta u Beogradu, 2002, str. 49-52. (orig. engl. izdanje iz 1981), kao i Njutr-Smitov članak „Subdeterminacija teorija podacima“ čiji je prevod pridodat našem izdanju ove knjige.

56 Opet naglašavam da postoji puno termina koji označavaju ovaj okvir, to su kategorijalni aparat, referentni okvir, pojmovni okvir, paradigma (u jednom smislu), i tako dalje.

57 Jer uvek pred sobom imamo nekako (nekom teorijom, pa makar je uzeli i u veoma širokom smislu) organizovano iskustvo.

58 A i inače – tokom vremena dolazi do izvesnih promena, koje nisu suviše velike.

navodno odnose, već ove konotacije namećemo svojim teorijama⁵⁹, koje su formulisane na jedan prilično slobodan način. Tu slobodu pokazuje mogućnost da putem veoma različitih kategorijalnih aparata istu problemsku situaciju rešimo jednako uspešno. Upravo u tom smislu naučne kategorije nisu *prirodne*, mi smo ti koji ih *smišljamo*, i koji *odlučujemo* koje od njih da upotrebimo. Međutim, tu postoji i jedno ograničenje: kategorijalni aparat mora na efikasan način rešiti datu problemsku situaciju. Tako, sama ta situacija donekle ograničava našu slobodu, pa i konvencionalnost u ovom smislu.⁶⁰

(3) *Apriornost kategorijalnog aparata*. Kategorijalni aparat je dobrim delom aprioran jer nastaje upravo pomenutom delimično slobodnom kreacijom prilikom isprobavanja različitih rešenja problemske situacije. Dakle, nastaje u pokušajima da se određeno iskustvo organizuje (ili, bolje, reorganizuje), pa, tako, na neki način pre tog iskustva – kao uslov njegove organizacije. Naravno, i tu postoji ograničenje: i samo to iskustvo traži određene načine organizacije, a ne dozvoljava druge.

(4) *Subjektivnost kategorijalnog aparata*. Kategorijalni aparat je subjektivan u smislu da je u velikoj meri proizvod subjekta saznanja, a ne neka struktura koja bi bila izvedena iz iskustva koje opisuje stvarnost i koja bi na taj način imala karakteristike prirodnog i objektivnog. Sem toga, usled konvencionalnosti ovog aparata, različiti subjekti saznanja, u smislu grupa i pojedinaca, mogu usvajati različite kategorijalne aparate.

3. 2. 10. Naučno saznavanje je aktivnog, a ne pasivnog karaktera

Prema svemu što je izneseno, vidi se da se u savremenoj filozofiji nauke, za razliku od tradicionalne, na naučno saznavanje ne gleda kao na relativno *pasivno* opisanje već datog, gotovog iskustva, ili putem tog iskustva date stvarnosti. Nasuprot tome, na naučno saznavanje se gleda kao na *aktivan* proces uspostavljanja jedne od mogućih *organizacija* iskustva i *konstrukcije* jednog od mogućih modela stvarnosti

59 Uzmimo i tako običan pojam kao što je planeta. Konotacija ovog termina se menjala kroz istoriju, zavisno od usvojenih teorija, bile one naučne ili pripadale primitivnim pogledina na svet. U antičkoj Grčkoj to je bilo svetlo koje luta noćnim nebom. Kasnije su to bila tela koja se veoma komplikovanim putanjama okreću oko Zemlje, pa zatim u krugovima oko Sunca, pa u savršanim elipsama. Danas su to tela koja se u krompiroidnim elipsama okreću oko zvezda. Naravno, što su termini dalji od svakodnevnih i bliži čisto naučnim, to je ova zavisnost njihovog značenja od teorije veća.

60 Ova konvencionalnost mogla bi se obrazložiti i na sledeći način: imamo slobodu da biramo između više mogućih kategorijalnih aparata (koje ne moramo biti svesni) i prećutno (opet, često nesvesno) odlučujemo se za jedan od njih. Poznate Ajnštajnovre reči da su teorije slobodne invencije ljudskog duha mislim da treba shvatiti u ovom smislu. Ali njih treba uzeti više u figurativnom smislu, jer je Ajnštajn bio potpuno svestan ograničenja te slobode, što pokazuju njegovi filozofski tekstovi.

(odnosno, za datu teoriju relevantnog *segmenta* stvarnosti). U tom smislu naučna aktivnost je u velikoj meri slobodna, ali ne i potpuno slobodna: teorije uvek moraju biti u operacionalnom skladu sa onim što nam je dato⁶¹ i na taj način omogućavati uspešna objašnjenja i predviđanja.

4. 3. Osnovni spor u savremenoj filozofiji nauke⁶²

Moglo bi se reći da filozofi, koji su radili i koji sada rade u okvirima savremene filozofije nauke, mogu biti, u jednom vrlo grubom smislu, svrstani u dve grupe. Jednu bi sačinjavali oni koji su *racionalistički* nastrojani i po pravilu *realistički*.⁶³ Dok bi u drugu ulazili oni koji su usmereni *relativistički* ili *čisto instrumentalistički* i koji su, naravno, svi redom *antirealistički* nastrojani.

U stvari u ovom odeljku želim da u vrlo kratkim crtama pokažem kako zastupnici ta dva prilaza tumače opisane zajedničke stavove savremene filozofije nauke na veoma različite načine, pa samim tim pružaju i veoma različite slike nauke.⁶⁴

Relativisti⁶⁵ tvrde da kod veoma radikalnih naučnih revolucija (kakvu, na primer, predstavlja prelaz sa njutnovske na relativističku teoriju), stara i nova teorija jesu – zbog veoma *disparatnih* pojmovnih aparata – *nesamerljive*. I da ne mogu biti upoređivane u smislu odlučivanja koja je teorija *bolja*, a pogotovo *istinitija*. Štaviše, oni tvrde da upoređivanje teorija nije moguće ni kod manje radikalnih revolucija, zbog *masivne protivrečnosti* stare i nove teorije. Mi možemo imati *osećaj* ili *intuiciju* da je nova teorija *bolja* od stare, jer je bolje rešila novu problemsku situaciju. Međutim, moramo imati u vidu da nije moguće formulisati *operativne* kriterijume koji bi jasno pokazali koja teorija je *bolja* (ma šta pod tim podra-

61 To jest, sa uvek rastućim i promenljivim iskustvom, tako da svaka nova problemska situacija zahteva usaglašavanje teorijskog znanja sa novom evidencijom.

62 Ovde se, u stvari radi o dva spora: racionalističko-relativističkom i realističko-antirealističkom. Međutim, zbog ograničenosti prostora i osobina tih sporova da mogu biti sumarno prikazani u jednom potezu, opredelio sam se za takav postupak.

63 Ali, samo po pravilu, jer ima i izuzetaka – Laudan je, na primer, racionalist i antirealist. Isto tako, treba imati u vidu da savremeni racionalisti ne tvrde da nauka predstavlja istinit opis stvarnosti, već da samo teži tome (konvergentni realizam). Takođe, naziv racionalisti su ovi dali sami sebi. Relativisti ih ne smatraju racionalnim.

64 Naravno da i unutar ovih tabora, uz stavove koje dele svi njihovi zastupnici, postoje i vrlo značajne razlike.

65 Glavni predstavnici relativista su Kun i Fajerabend.

zumevali).⁶⁶ Takođe, niko nam ne može garantovati da se, pri novim problemskim situacijama, osnovni principi stare teorija neće, na neki način, rehabilitovati.⁶⁷

Dakle, relativisti stavljaju poentu na stav da se tokom razvoja nauke često dešava to da sa novim iskustvima dobijamo kontraevidenciju za staru teoriju, pa smo prisiljeni da, radi objašnjenja ovog novog iskustva, izgradimo i novi pojmovni okvir i organizujemo celokupno raspoloživo iskustvo na savim nov način. Tom prilikom, kažu oni, ne samo da se jedna obuhvatna teorija zamenjuje drugom, već se iskustvo organizovano na stari način zamenjuje iskustvom organizovanim na novi način. Dakle, dolazi do potpune promene teorija, pojmovnih aparata, iskustva, i konačno ugla iz koga se gleda svet (i, naravno, modela sveta). Relativisti smatraju da se nikada ne može sa sigurnošću tvrditi da je nova teorija bolja, a pogotovo istinitija od stare. Ona je samo adekvatna za *svoje* iskustvo, za *svoju* problemsku situaciju – kao što je stara bila adekvatna za *svoje* iskustvo i *svoju* problemsku situaciju. Osnovni argumenti relativista su, pored *nesamerljivosti*, odnosno neuporedivosti teorija, subdeterminacija, naime mogućnost da se uvek fomulišu sasvim različite alternativne teorije sa istim empirijskim uspehom, zatim to što se nijedan kriterijum upoređivanja i procenjivanja rivalskih teorija koji su izgradili racionalisti nije pokazao uspešnim (a i da se ne vidi se kako bi), zatim, što se pokazalo da nova teorija ne objašnjava sve što i stara i tako dalje.⁶⁸

Na prvi pogled je jasno da ovakvi stavovi onemogućuju bilo kakav govor o nekoj realističkoj poziciji. Naučne teorije na mogu biti nikakvi istiniti opisi stvarnosti, niti nauka može težiti ka istini.

Sa druge strane racionalisti⁶⁹ tvrde da je uvek moguće proceniti koja teorija iz skupa rivalskih teorija jeste bolja, bez obzira na različite pojmovne okvire – za koje, opet, tvrde da nisu toliko različiti kao što misle relativisti. Doduše, oni priznaju da do danas nije formulisana ni jedna potpuno zadovoljavajuća metodologija u tom smislu.

Racionalisti prihvataju, a i sami tvrde, svih deset ranije navedenih stavova o savremenoj filozofiji nauke. Prihvataju da naučne teorije ne mogu biti izvedene iz iskustva, da *savremene* naučne teorije nisu istinite, da nisu opisi stvarnosti, da uvek

66 Termin bolja je tehnički termin koji u okviru različitih metodologija menja svoj sadržaj. Pa je tako za Popera bolja istinolikiija teorija, za Laudana ona koja rešava više problema i slično.

67 Tako je, na primer, Aristrahov heliocentrični sistem rehabilitovan posle više od hiljadu godina, dok su se korpuskularna i talasna paradigma smenjivale nekoliko puta.

68 Zanimljivo je napomenuti da je jedan od glavnih protagonista ovog pristupa, Tomas Kun (iz vremena *Strukture naučnih revolucija*), bio vrlo nezadovoljan nemogućnošću procene rivalskih teorija, On je godinama pokušavao da dođe do nekog operativnog kriterijuma u tom smislu, ali bez uspeha.

69 Glavni predstavnici su Poper, Lakatoš, Laudan i zaista većina savremenih filozofa nauke.

mogu biti zamenjene različitim inkompatibilnim, ali empirijski jednako uspešnim teorijama (subdeterminacija) i tako dalje.

Međutim, oni racionalisti koji su realistički nastrojani, takođe tvrde da *vremenom* teorije postaju *sve bolje i istinitije*, da se pojmovni okviri *usavršavaju* i *artikulišu sve više i više* – tako da i pojmovi sve više odgovaraju objektivnim i prirodnim entitetima. U tom smislu se i prostor za subdeterminaciju stalno smanjuje, tako da nauka, u stvari, *vodi* jednoj jedinoj *istinitoj* slici stvarnosti do koje će se doći u nekoj *hipotetičkoj* budućnosti – to jest, bukvalno govoreći – nikad.

Ovde se radi o jednom posebnom vidu realizma. Ne tvrdi se da su naučne teorije istiniti opisi stvarnosti, ali se tvrdi da *konvergiraju* tome. Zastupa se takozvani *konvergentni realizam*.

Treba primetiti da se ova grupa realistički usmerenih racionalista, u stvari trudi da na jedan blag način rehabilituje tradicionalnu sliku nauke. *Ako ta slika ne važi, bar se ide ka njoj*. Ipak, treba upozoriti da pred njima stoje ogromni teorijski problemi i da je prihvatljivost ovog gledišta u velikoj meri rezultat toga što je naša intuicija inficirana tradicionalnim pogledom na znanje koji uključuje *istinu* i *dokaz*.

4. 4. *Savremena filozofija nauke ne osporava vrednost nauke*

U poslednje vreme se unutar naučne zajednice pojavila tendencija da se „brani“ tradicionalna slika nauke u bukvalnom vidu, sa uverenjem da se tako štiti *čast* i *dignitet* nauke, od filozofa koji su navodno antinaučno nastrojani. Često su na meti direktno Kun, Fajerabend, Poper i Lakatoš.⁷⁰ Polazi se od one koncepcije znanja koja bi se mogla izraziti već pomenutom *standardnom definicijom znanja* kao *opravdanog* i *istinitog verovanja*. Savremeni filozofi nauke navodno poriču *vrednost* nauke time što tvrde da naučno znanje ne može biti *ni istinito ni dokazano*. Ovi branitelji smatraju da je svaka naučna teorija istinita i dokazana.

Kao što smo videli na prethodnim stranama, naučno znanje zaista ne može biti dokazano, niti, u principu, možemo reći da je istinito. I to su pokazali savremeni filozofi nauke. Međutim oni ni u kom slučaju ne osporavaju *vrednost* nauke. *Vrednost nauke sastoji se u tome što ona na adekvatan način objašnjava i predviđa pojave unutar raspoloživog iskustva*. I tu se radi o ogromnoj vrednosti. Sem toga, mnoge nauke se mogu efikasno upotrebiti za postizanje važnih praktičnih ciljeva.

70 Tako su u jednom svom poznatom članku, dva engleska fizičara, Teokaris i Psimopoulos oštro napali imenovane filozofe „zbog naspuštanja istine i objektivnosti“. Videti, Theocharis & Psimopoulos, „Where Science has Gone Wrong“, *Nature*, vol. 329 (1987). Članak je praćen fotografijama Kuna, Fajerabenda, Popera i Lakatoša koje izgledaju kao da su sa poternica. Mnogo sličnih članaka objavljeno je u poslednjih desetak godina, posebno u okvirima poznatog pokreta ratovi nauke (the Science Wars). Međutim, mora se priznati da su neki od njih zaista isprovocirani izvesnim postmodernističkim zastranjivanjima.

To što neko zahteva da mi imamo istinu i dokaze, da poznajemo svet do kraja – odraz je određene psihološke potrebe za sigurnošću, kao i jasne ideološke tendencije da se uvek operiše *istinama*, da bi se takvim istinama u krajnjoj liniji opravdao neki *interes*. Pa ako neko kaže da naučno znanje nije dokazano i istinito, on je ideološki opasan.

Koncepcija istinitog i opravdanog naučnog znanja, je kao što smo videli, sasvim neadekvatna i deplasirana. Ona je upravo nenaučna, jer vodi dogmatizaciji nauke i kočanju naučnog razvoja. Jasno je da su oni koji brane nauku na opisani način, sasvim neupućeni u njenu prirodu, pa makar neki od njih bili i naučnici.

Svetozar Sindelić
Filozofski fakultet, Beograd

Svetozar Sindjelić

From the Traditional Philosophy of Science towards the Contemporary Philosophy of Science

(Summary)

The aim of this paper is to present the character and reason of the drastic change in the understanding of science that happened in the twentieth century. To do this, author describes the main points of the traditional philosophy of science: then, he argues that reason of the revolution in the philosophy of science used to be the careful philosophical analysis of the great scientific revolutions from 1905. Finally, he concludes that the consequence of mentioned analysis was a number of antagonistic views being the contemporary philosophy of science. To give a monolithic and integral presentment of this philosophy, author enumerated and explained the points shared by the majority of contemporary philosophers of science. In brief, he describes the traditional philosophy of science, the reasons of its fall, and the main tenets of the contemporary philosophy of science.

KEY WORDS: traditional philosophy of science, contemporary philosophy of science, scientific revolution, revolution in the philosophy of science.