

Philipp Frank
PREKIDANJE LANCA

1. Kako je došlo do prekidanja lanca

Toma Akvinski je razliku između dva kriterija za vjerovanje objasnio primjerom koji je uzeo iz astronomije¹. Ako želimo spoznati kretanje nebeskih tijela možemo iz razumljivih principa izvesti da se ona gibaju u stalnom kružnom kretanju zato što su nebeska tijela savršena, božanska bića. Stalno kružno kretanje je očigledno savršenije od bilo kojeg ne-kružnog ili prekinutog kretanja. Čak i u antičko doba se, međutim, znalo da ti zakoni kretanja izvedeni iz očiglednih principa točno ne izražavaju opažene položaje tijela na nebeskom svodu. Zbog toga je astronomija razvila teoriju epicikala ili međusobnog kombiniranja kružnih kretanja različitih promjera iz koje bi se mogla izvesti složena opažljiva kretanja nebeskih tijela. Toma Akvinski je naglasio da se teorija epicikala ne može izvesti iz očiglednih principa. Ona se slagala s opažanjima, ali je mogla biti i neistinita, budući da se nije mogla izvesti iz razumljivih principa. Prekidanje lanca koji je povezivao znanost i filozofiju proizašlo je iz činjenice da kriterij za prihvaćanje principa nije isti u oba dijela lanca znanost-filozofija, ili, drugim riječima, duž cijele osi znanost-filozofija.

Više puta smo govorili o tom lancu koji povezuje znanost i filozofiju, neposredna opažanja i razumljive principe. To gledište može se prikazati grubim crtežom:



Slika 1

¹ Vidi prethodni članak „Lanac koji povezuje znanost s filozofijom“, bilješka 8.

Ovaj lanac je ono što se naziva znanost plus filozofija. Duž lanca imamo iskaze različitog stupnja općenitosti. S jedne strane, činjenične iskaze; s druge strane, opće principe koji su sami po sebi jasni i razumljivi. Između njih imamo iskaze srednje općenitosti — Ohmov zakon, Newtonov zakon gravitacije, zakone elektrodinamike, Mendelove zakone nasljeđivanja — koji nisu sami po sebi razumljivi, ali su korisni u teorijama.

Ovo razlikovanje je očigledno povezano s dvostrukim kriterijem za vjerovanje. Ako imamo iskaze srednje općenitosti — zakone fizike, na primjer — zašto vjerujemo da su oni istiniti? U znanosti upotrebljavamo kriterij istine koji traži da iz tih zakona možemo izvesti činjenice koje se podudaraju s iskustvom. Kažemo da je zakon potvrđen iskustvom. Kao što smo spomenuli, pogrešno je reći da su ti zakoni srednje općenitosti ikada „dokazani“ eksperimentom, ili još gore, da se oni mogu „izvesti iz činjenica“. Iskaz se može izvesti samo iz iskaza veće općenitosti, nikada iz onog manje općenitog. Na primjer, iz iskaza „Svi ljudi su smrtni“, možemo izvesti činjenicu da je pojedini čovjek smrtni, ali iz činjenice da su svi pojedini ljudi koje znamo bili smrtni, ne možemo izvesti iskaz „svi ljudi su smrtni“. Među Grcima je postojao čovjek koji je tvrdio da mu nitko ne može dokazati da je smrtni. Tako dugo dok je bio živ nije htio vjerovati da je smrtni, a kad je umro nitko mu ništa nije mogao dokazati. Opći iskaz je uvijek proizvod određene sposobnosti ljudskog uma; taj proces može se nazvati indukcijom, induktivnim nagađanjem, imaginacijom. U svakom slučaju, to nije logički izvod.

Tako, prema riječima Svetog Tome Akvinskog, u neki iskaz možemo vjerovati zbog njegovih konzekvenci. Što je više konzekvenci koje ga verificiraju, više ćemo u njega vjerovati. Ali, kao što je on također rekao, na taj način nikada ne možemo dokazati neki iskaz. Ptolomejski sistem ili kopernikanski sistem, valna ili korpuskularna teorija svjetlosti — iz obje teorije može se izvesti vrlo mnogo činjenica. Praktično je postaviti te iskaze, koji se zatim nazovu principima ili hipotezama. (Nema razlike između principa i hipoteze. Kada neku hipotezu počnemo ozbiljno uzimati, zovemo je principom.) Znanstveno je stanovište da su opći iskazi dokazani ili potvrđeni samo svojim konzekvencama; ono što oni „intrinzično“ znače ne igra nikakvu ulogu. Po tom „čisto znanstvenom“ stanovištu u pogledu takvih stvari ne bi trebalo gajiti nikakva posebna opredjeljenja. To stanovište povezujemo s naučnim krajem našeg lanca.

Drugi kraj lanca potječe iz težnje da se sazna „zašto“. Znanost nam ne kaže „zašto“; ona samo odgovara na pitanja koja

se tiču onog što se zbiva, ne „zašto“ se to zbiva. Ova težnja da se otkrije „zašto“ nije ništa drugo nego težnja da se izvedu naučni iskazi iz općih principa koji su plauzibilni i razumljivi. Ta težnja proizlazi iz uvjerenja da takvi principi postoje. Bilo je, naravno, veoma mnogo shvaćanja o kriterijima za to što je plauzibilno i razumljivo.

2. Organicistička i mehanicistička filozofija

Prije nego što raspravimo značenje izraza „razumljiv“ dajmo jedan historijski primjer o nekim promjenama u onom što se naziva „razumljivim principima“. Govorit ćemo o promjeni od organicističke ka mehanicističkoj filozofiji. To daje primjer „razumljivih“ principa iz kojih se pokušalo izvesti principe srednje općenitosti.

Što su u antičkoj i srednjovjekovnoj znanosti bili „razumljivi“ principi iz kojih su se izvodili zakoni mehanike? Vjerovalo se da sve ima određenu prirodu, i da se ponaša u skladu s tom prirodom, koja je bila namijenjena određenoj svrsi — priroda ptice je da leti, žabe da skače, liječnika da liječi (optimistično govoreći), kamena da pada, dima da se uspinje, nebeskih tijela da se gibaju u stalnom kružnom kretanju. Sve se ponašalo u skladu sa svojom prirodom. Općenito, bez pojedinosti, iz tog iskaza se moglo izvesti kako bi se ponašao kamen itd. Naravno, nikada se ne bi vjerovalo u principe iz kojih bi se moglo izvesti nešto što je u očiglednom neskladu s eksperimentom. Činjenica da princip nije u neskladu s eksperimentom ne bi, ipak, bila dovoljan razlog da se u njega vjeruje. Ovo stanovište se može nazvati organicističkim stanovištem jer je zamišljalo da se sve ponaša kao što bi se ponašao jedan organizam. Opća ideja je bila da je način na koji se ponaša neki organizam razumljiv. Aristotel je rekao da je lakše razumjeti kretanje životinje nego kamena. Danas smo takvim iskazom zapanjeni, jer je naše stanovište upravo obratno. Taj iskaz je karakterističan za organicističko stanovište.

Oko 1600. godine (rođenje moderne znanosti obično računamo od Galilea i Newtona) razvila se ideja da zakone kretanja moramo zasnovati na novim principima. Najkarakterističniji je zakon inercije, koji zamišlja da tijelo po svojoj prirodi ide u beskonačnost, kamo nema nikakvog razloga da ide, potpuno suprotno ogranicističkom stanovištu. Nakon što su se, međutim, početkom devetnaestog stoljeća ljudi na njih privikli, smatralo se da su Newtonovi zakoni razumljivi i po sebi plauzibilni principi. „Organicističko“ stanovište zamijenje-

no je „mehanicističkim“. S tog stanovišta Newtonovi zakoni se smatraju razumljivim i najplauzibilnijim zakonima. Sada je teško objasniti kretanje životinja. Ubrzanje čovjeka koji napušta učionicu vrlo je lako razumjeti, prema organicističkim principima, opisivanjem čovjekovog cilja — na primjer, da ide na ručak — ali je vrlo teško to ubrzanje razumjeti s mehanicističkog stanovišta.

Prije mnogo godina u Beču, pojava prvog automobila bila je velik događaj. Postoji priča da je inženjer objasnio automobil jednom nadvojvodi koji ga je vrlo pažljivo slušao i, kad je inženjer završio, nadvojvoda je rekao da postoji samo jedna stvar koju nije razumio — gdje je konj? U organicističkoj tradiciji, on nije mogao razumjeti da bilo što osim nekog organizma može proizvesti silu. S druge strane, u dvadesetom stoljeću imamo priču o dječaku iz grada New Yorka koji nikada nije vidio konja — moramo pretpostaviti da iz nekog razloga on nikada nije bio na konjskim trkama, jer čak i u ovo mehanizirano doba izgleda da se konji upotrebljavaju u ovu svrhu. Možete zamisliti njegovo zaprepaštenje kada je prvi put išao na selo i vidio konja kako vuče teret. U mehanicističkoj tradiciji, on je smjesta upitao gdje je motor?

3. Kako je rođena znanost u modernom smislu

Jedan od najvećih filozofa dvadesetog stoljeća, A. N. Whitehead je napisao:

U čitavom svijetu i u svim razdobljima bilo je praktičnih ljudi, zaokupljenih nesvodivim i tvrdoglavim činjenicama; u čitavom svijetu i u svim razdobljima bilo je ljudi filozofskog temperamenta, koji su bili zaokupljeni smišljanjem općih principa².

U antici i srednjem vijeku bilo je vrlo malo suradnje između te dvije vrste ljudi. Whitehead ističe da je znanost u modernom smislu rođena kad je započela ta suradnja i kada su oba interesa, za činjenice i za ideje, spojena u jednoj te istoj osobi. „Sjedinjenje strasnog interesa za pojedinačne činjenice s jednakom privrženošću apstraktnim generalizacijama proizvodi novinu u našem današnjem društvu.“³

William James je opisao ova dva tipa ličnosti u svojim predavanjima o pragmatizmu. Nazvao ih je „nježnim“ i „čvr-

² Alfred North Whitehead, *Science and the Modern World*, New York, The Macmillan Company, 1925, pogl. I.

³ *Ibid.*

stim“ naravnima; činilo mu se da isključiv interes za stroge činjenice ukazuje na „čvrstoću“ karaktera.

Whitehead je pretpostavio da do suradnje između ove dvije vrste nije moglo doći prije rođenja našeg „sadašnjeg društva“. U društvu antičke Grčke „filozofi“ i „znanstvenici“ koji su se zanimali za opće principe pripadali su višoj društvenoj klasi od obrtnika, koji su se zanimali za „čvrste činjenice“ tehničke primjene. Ovi drugi su pripadali nižoj klasi i nisu imali razumijevanja za opće ideje. Znamo, međutim, da su stari Grci i Rimljani pokazivali čudesno umijeće i vještinu u gradnji a čak i u nekim područjima mehaničke konstrukcije, ali znanje tih antičkih graditelja i inženjera nije bilo „filozofsko“ ili „naučno“; bilo je čisto tehničko. Njihove metode nisu bile izvedene iz Aristotelove organicističke fizike.

Suprotnost između antičkog i modernog pristupa tehničkom znanju opisao je profesor tehnike u suvremenom Rimu:

Ono što moderna znanost i industrija postižu provjerama u laboratorijskom istraživanju, teorijskim hipotezama izraženim u formulama... postignuto je u znanosti i industriji antike prenošenjem tehničkog znanja... i empirijskim formulama, ljubomorno čuvanim i ostavljanim u naslijeđe u zagonetnom simboličkom obliku⁴.

Mogli bismo reći da su „niži“ slojevi prikupljali činjenice dok su „gornji“ iznosili principe. Dodir između dva tipa znanja obeshrabrivali su društveni običaji. Ako je čovjek visokog društvenog statusa pokušao primijeniti svoju „filozofiju“ ili „znanost“ na tehničke probleme bio je oštro kritiziran. Eksperimentalno provjeravanje općih principa zahtijevalo je manuelni rad, koji su stari Grci smatrali zanimanjem što priliči robovima a ne slobodnim ljudima.

Ovo stanovište možemo razumjeti ako u Aristotelovoj knjizi o politici pročitamo njegovu obranu institucije ropstva. On je vladanje gospodara robom usporedio s vladanjem čovjekovog uma njegovim tijelom. Rekao je:

Ne možemo sumnjati da je prirodno i korisno za tijelo da njime vlada duša a za emocionalni dio duše da njime vlada razum ili dio u kojem razum prebiva, i da su, ako se to dvoje izjednači, posljedice štetne za oboje⁵.

⁴ Gustavo Giovannoni, *The Legacy of Rome*, uredio Cyril Bailey, London, Oxford University Press, 1923, str. 433.

⁵ Aristotel, *Politika*, knjiga I.

Iz ove napomene on je izveo odgovarajući odnos između čovjeka i životinje, između muškarca i žene. „Isti zakon podređenosti“, nastavio je, „mora vrijediti u odnosu na ljudska bića općenito.“ Po njemu:

Postoje dvije klase osoba i jedna je toliko podređena drugoj kao tijelo duši ili životinja čovjeku... te osobe su prirodni robovi i za njih je život ropske pokornosti pogodan... Prirodni rob je samo do te mjere racionalno biće da shvaća razum a da ga ne posjeduje. I u tome se rob razlikuje od drugih životinja, jer one niti shvaćaju razum niti mu se pokoravaju⁶.

Rob je bio smatran bićem koje nije u stanju da shvati opće ideje, već samo da razumije naredbe kako da se ponaša u posebnim slučajevima. To je razlika između „filozofa-znanstvenika“ i obrtnika. Ovaj drugi tip osobe uključivao je, prema stanovištu antičke Grčke, ne samo obrtnike već i one koje zovemo „umjetnicima“ — slikare, kipare, muzičare.

Koliko duboko je bio usađen prezir prema manuelnom radu u Grčkoj može se vidjeti u Plutarhovoju biografiji velikog atenskog državnika Perikla. Cvjetanje umjetnosti danas smatramo velikom slavom „Periklovog doba“, a Plutarh je napisao:

Divljenje nas uvijek ne navodi da imitiramo ono čemu se divimo, već naprotiv, dok smo očarani djelom često preziremo autora. Tako nam se sviđaju mirisi i grimiz dok nam se bojadisači i proizvođači mirisa pokazuju u svjetlu beznačajnih obrtnika... Ako se čovjek posveti ropskim ili obrtničkim zanimanjima, njegova vještina u tim stvarima je dokaz njegove ravnodušnosti prema uzvišenijim proučavanjima. Nijedan mladić visokog roda ili plemenitih osjećaja ne bi, na osnovu promatranja kipa Jupitera u Pisi, poželio da bude Fidijski kipar... ili poželio biti Anakreont ili Filit, premda je oduševljen njihovim pjesmama. Jer, mada djelo može biti ugodno, poštivanje autora nije nužna konzekvenca.

Vidimo da su umjetnici koji su stvorili trajnu slavu Grčke, ljudi kao Fidijski kipar i Anakreont, bili „prezirani“ od strane svojih suvremenika jer se nisu posvetili isključivo „uzvišenijim proučavanjima“, tj. politici i filozofiji.

Slično vrednovanje je učinjeno na području znanosti. Dok je čista matematika kao intelektualno pregnuće pripadala „uz-

⁶ *Ibid.*

višenim“ ili „plemenitim“ proučavanjima, tumačenje geometrije pomoću mehaničkih modela smatralo se „vrijednim prezira“. Plutarh je u biografiji rimskog generala Marcela izvijestio da je grčki učenjak Arhimed svojim mehaničkim napravama doprinio obrani svog rodnog grada, Sirakuze, protiv rimskih osvajača, ali, Plutarh je napisao, Arhimed „nije smatrao da je pronalaženje oruđa u ratne svrhe predmet vrijedan njegovih ozbiljnih istraživanja“.

Veliki filozof Platon oštro je kritizirao one znanstvenike koji su teoreme čiste mehanike ili matematike potvrđivali osobnim provjerama. Prema Plutarhu, „Platon ih je optuživao uz veliki prezir, da kvare i izopačuju savršenstvo geometrije time što čine da se ona spušta od bestjelesnih i razumskih do tjelesnih i osjetilnih stvari.“ Tko god je primjenjivao mehaničke instrumente u geometriji morao je „upotrijebiti materiju, koja zahtijeva mnogo manuelnog rada i predmet je ropskog zanimanja“⁷.

Iz ovog iskaza jasno vidimo da su stari Grci eksperimentalno istraživanje u mehanici i fizici smatrali zanimanjem koje bi ponizilo slobodnog čovjeka i prijećilo ga da slijedi „uzvišena ispitivanja“ filozofije i politike. Sada možemo razumjeti da:

[čvrsto] sjedinjenje između traganja za općim idejama i registriranja krutih činjenica nije se moglo ostvariti prije nego što je znatno porastao ugled obrtništva i tehničkog postignuća. To se dogodilo nakon 1600. kada su svugdje u Evropi, u Italiji jednako kao u Francuskoj i Njemačkoj, obrtnici u velikim gradovima postali društvena klasa koja je sebe smatrala ravnom zemljoposjednicima i onima koji su poput pravnika i svećenika bili u njihovoj službi⁸.

„Nova znanost“ ili „nova filozofija“ sastojale su se od kombinacije općih ideja, logičkih zaključaka i eksperimentalnog ispitivanja. „Ova ravnoteža uma“, kaže Whitehead, „sada je postala dio tradicije koja zaražava civiliziranu misao.“ On ističe da je ovaj novi način mišljenja postao osnova Zapadnog obrazovanja i kulture:

To je sol koja život čini ugodnim. Glavna dužnost sveučilišta je da prenosi tu tradiciju od generacije do generacije kao široko rasprostranjeno naslijeđe...

⁷ Plutarh, u svojoj biografiji Marcela.

⁸ Whitehead, op. cit.

Otkako se dijete rodilo u jaslama, može se sumnjati da li se tako velika stvar dogodila s tako malo uzbuđenja⁹.

4. Znanost kao dio filozofije

Sada ćemo pokušati razumjeti zašto se lanac znanost-filozofija prekinuo. U antici i srednjem vijeku, zahtjevi da se opći principi provjeravaju opažljivim činjenicama nisu bili vrlo strogi. Obično su samo vrlo neodređeni rezultati bili izvedeni iz „razumljivih principa“. Međutim, kao što smo vidjeli, stari Rimljani i Grci izgradili su vrlo zanimljive građevine na temelju tradicije obrtništva koja je bila prenošena s jedne generacije na drugu bez mnogo teorije. Upotrebljavali su ono što danas zovemo „praktično znanje“. Iz onog što nazivamo znanošću i filozofijom nisu uopće mogli izvesti nikakvo tehničko „praktično znanje“. Praktična primjena znanosti je u potpunosti proisticala iz tradicije obrtništva. Nije bilo zahtjeva za tom primjenom od strane znanosti.

Otpribliže od 1600. godine, međutim, znanost je postala pretencioznija; željela je izvesti praktičnu mehaniku iz teorijske mehanike. Tada se lanac prekinuo u sredini. Iz principa srednje općenitosti, fizikalnih zakona, mogle su se izvesti opažene činjenice. „Znanstvenike“ više nije zanimalo da li se fizikalni zakoni mogu izvesti iz principa više općenitosti. Veliki primjer u historiji je neuspjeh teorije koncentričnih krugova da objasni položaje planeta na nebu, koji je doveo do uvođenja „ružne“ teorije epicikala, a teorija epicikala nije se mogla izvesti iz razumljivih principa. Prekidanje lanca dovelo je do znanosti u njenom modernom smislu kao jednog dijela antičkog lanca „znanost-filozofija“. Čovjek je postao svjestan da su iskazi izvedeni iz razumljivih i lijepih principa mogli samo na vrlo neodređen način objasniti opažene činjenice. Jedinstvo znanosti i filozofije bilo je moguće samo tokom razdoblja razdvojenosti znanosti i tehnike. Moderna znanost se rodila kada je tehnika postala naučna. Sjedinjenje znanosti i tehnike bilo je odgovorno za razdvajanje znanosti i filozofije.

Bilo bi vrlo pretjerano reći da su učenjaci antike i srednjeg vijeka vjerovali samo u dedukcije iz općih principa a nipošto u slaganje s iskustvom. Ako želimo biti pošteni, moramo priznati da su svi vjerovali u oboje. U kasnom srednjem vijeku, pojavio se filozofski pokret koji će predstavljati prije-

⁹ *Ibid.*

laz od srednjovjekovne na modernu misao. Taj pokret je naglašavao presudnu ulogu iskustva u znanosti, a u određenom stupnju umanjivao ulogu logičkog argumenta. Zalagao se za prebacivanje naglasaka u odnosu na dva kriterija istine Tome Akvinskog. Novi pokret je isticao važnost „naučnog kriterija“. Kao prethodnika ovog pokreta možemo citirati Rogera Bacona, pisca iz trinaestog stoljeća.

Postoje dva načina stjecanja znanja; naime argumentacijom i iskustvom... Argumentacija dovodi do zaključaka i prisiljava nas da se s njim složimo. Ali argumentacija ne otklanja sumnju tako djelotvorno da se um zadovolji intuicijom istine sve dok se istina ne otkrije pomoću iskustva¹⁰.

U modernoj znanosti, koja se smatra vrlo egzaktnom, nijedna teorija se ne slaže sa svim činjenicama. Mi prihvaćamo neke opće principe koji izgledaju uvjerljivi i pokušavamo izvoditi činjenice koliko je to moguće. Čini se vrlo zgodnim reći da odbacujemo neku teoriju na osnovu jednog neslaganja s činjenicama, ali nitko to neće učiniti prije nego što se pronađe nova teorija. Dobar primjer je to što znanstvenici osamnaestog stoljeća nisu napustili hipotezu o „flogistonu“ kada je otkrivena činjenica koja je bila u suprotnosti sa zaključcima izvedenima iz nje. Kada se čisti metal, kao kositar, zagrijava na zraku, metal se pretvara u zemljanu tvar koju zovemo „klak“, a sam proces se naziva „kalciniranjem“. Ova pojava je bila objašnjavana hipotezom da čisti, sjajni metal zagrijan na zraku ispušta tvar nazvanu flogiston (grčka riječ koja označava toplinsku tvar). Gubeći tu tvar, sjajni metal je postao tamni klak. Budući da se kalciniranje sastoji u odvajanju flogistona od metala, čini se da je preostali klak morao biti lakši od metala, ali bilo je obratno. „Da je klak teži od metala znalo se tokom cijelog osamnaestog stoljeća, ali ova činjenica nije bila shvaćena kao pogubna za teoriju flogistona.“ Nakon što je ovo na veo kao činjenicu, James Bryant Conant je napisao:

Evo jedne značajne stvari. Da li to dokazuje glupost eksperimentalnih filozofa onog vremena? Nipošto, to jedino pokazuje da se u složenim stvarima nauke čovjek bavi pokušajem da objasni raznolikost činjenica i njihovim sjedinjavanjem u pojmovnu shemu; jedna činjenica nije sama po sebi dovoljna da razori shemu. Pojmovna shema nikada se ne odbacuje

¹⁰ Roger Bacon, *Opus Magnum*, uredio J. H. Bridges, London, Oxford University Press, 1897, vol. 2, str. 169—170.

samo zbog nekoliko tvrdoglavih činjenica s kojima se ne može pomiriti; pojmovna shema se ili modificira ili zamjenjuje boljom a nikada se ne napušta bez nečeg što bi je nadomjestilo¹¹.

Ako je otkrivena neka posebna činjenica koja je u kontradikciji s nekim zaključkom izvedenim iz teorije ili pojmovne sheme, jedina stvar koju možemo sa sigurnošću naučiti iz te kontradikcije je da „nešto nije u redu“ s tom teorijom, ali ne znamo točno što nije u redu. Teorija sadrži veliki broj iskaza koji mogu biti isprepleteni na složen način. Novootkrivena činjenica ne kaže nam koji je od tih iskaza neistinit. U uobičajenom žargonu znanstvenika, rekli bismo „da je teorija opovrgnuta“ činjenicama ako se moraju ispustiti iskazi koji su „bitni“ za teoriju. Zatim, pomoću kojeg kriterija razlikujemo bitne od slučajnih dijelova teorije? Znamo iz poglavlja 1, odjeljka 3, da „bitni dio teorije“ zapravo znači „bitan za određenu svrhu teorije“. Prema tome, ne možemo reći da određena činjenica opovrgava određenu teoriju, već jedino da je ona nespojiva s određenom svrhom te teorije. Imamo slobodu da modificiramo iskaze koji nisu bitni za tu svrhu i tako ostvarimo podudarnost s novom činjenicom.

O primjerima te situacije raspravljat ćemo kasnije, ali je lako možemo razumjeti uspoređujući teoriju sa shemom aviona. Ako avion počne gubiti visinu, možemo jedino zaključiti da mora da „nešto nije u redu“. To može biti u bilo kojem dijelu sheme, ili u kvaliteti goriva, ili u nečem drugom. Ne možemo zaključiti da „shema nije u redu“; možda bismo samo uz neznatnu izmjenu imali shemu aviona s odličnim osobinama za letenje. Možemo se zapitati da li bi time bilo dokazano da originalna shema nije u redu. To bi ovisilo o tome da li su nužne modifikacije bile „bitne“ ili nisu. Naučili smo, međutim, da se „bitno“ uvijek odnosi na određenu svrhu. Neuspjeh jednog aviona da izvede neko očekivano kretanje ne bi „dokazalo“ da shemu treba odbaciti.

Mnogo toga je bilo rečeno o „krucijalnom eksperimentu“ koji može odlučiti da li određenu teoriju treba odbaciti ili ne. Jedan jedini eksperiment može samo opovrgnuti „teoriju“ ako pod „teorijom“ mislimo sistem posebnih iskaza bez dopuštanja modifikacije. Ali ono što se zapravo u znanosti zove „teorijom“ nije nikada takav sistem. Ako govorimo o „teoriji etera“ ili „korpuskularnoj teoriji“ svjetlosti, ili o „teoriji evolucije“ u biologiji, svaki od ovih naziva pokriva veliku raznolikost mo-

¹¹ James Bryant Conant, „Scientific Discoveries May Be Disregarded“, *Science and Common Sense*, New Haven, Yale University Press, 1951, odj. 7.

gućih sistema. Prema tome, nikakav krucijalni eksperiment ne može opovrgnuti nijednu takvu teoriju. Slavni primjer je bio „krucijalni eksperiment“ koji je Arago predložio 1850. da bi provjerio korpuskularnu teoriju svjetlosti. Ta teorija je bila opovrgnuta 1855, ali je 1905. Einstein¹² ponovno upotrijebio tu teoriju u znatno modificiranom obliku poznatom kao hipoteza o „kvantima svjetlosti“ ili „fotonima“.

U svojoj knjizi *La théorie physique, son objet et sa structure* Pierre Duhem je otvoreno rekao: „U fizici je krucijalni eksperiment nemoguć.“¹³ Zapravo, Duhem je uzeo za primjer Aragoov eksperiment koji je bio zamišljen da donese neoborivu odluku između korpuskularne i valne teorije svjetlosti. Duhem je istakao da nije moguće dokazati da nema treće mogućnosti osim ove dvije. Upravo te iste godine, 1905, kada je Duhem napisao tu primjedbu, Einstein je zaista otkrio (ili možda „izumio“) tu treću mogućnost, teoriju kvanta svjetlosti¹⁴.

Nova teorija, s druge strane, nikada ne bi bila prihvaćena da nije imala određeni stupanj jednostavnosti i ljepote. Ovi kriteriji su jasno povezani s filozofskim krajem našeg lanca. Činjenica da ta dva kriterija nisu uvijek u najboljem skladu dovela je do pretpostavke da su znanost i filozofija dva potpuno različita područja znanja. Neki ljudi vjeruju da one nikada neće jedna drugu osporiti, da one mogu biti dva autonomna područja raspravljanja. Ovo stanje razdvojenosti je bilo prevladavajući odnos između znanosti i filozofije u sveučilišnoj nastavi tokom devetnaestog stoljeća i prve polovine dvadesetog. Danas je to još uvijek tipično stanovište u našim institucijama višeg obrazovanja. S druge strane, kasnije ćemo vidjeti da je bilo energičnih pokušaja za obnavljanjem jedinstva pomoću općenitijeg pojma znanosti.

5. Kako „znanost“ može postati „filozofija“

Doznali smo da se os znanost-filozofija prelomila, jer uvjerljivi i razumljivi principi — koji su na neki način opisivali konačnu strukturu univerzuma — nisu dali praktične rezultate na području opažljivih činjenica i tehničkih primjena. Kada je bila izgrađena mehanicistička znanost Galilea i Newtona, nije se razmišljalo da li su ti zakoni „razumljivi“. Kasnije, kada se pokazalo da ti zakoni vrlo dobro služe svojoj teh-

¹² Albert Einstein, *Annalen des Physik*, 17, 1905.

¹³ Pierre Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, Princeton, Princeton University Press, 1954, dio II, pogl. V, odj. 3.

¹⁴ Einstein, op. cit.

ničkoj namjeni, sve više su se počeli smatrati „razumljivim“ ili „filozofskim“ principima. Možemo vidjeti kako ta mehanicistička znanost prolazi tri stupnja. Na prvom stupnju zakoni su bili prihvaćani zbog njihovog podudaranja s opažljivim činjenicama, ali su bili smatrani čisto deskriptivnima, jer nisu mogli biti izvedeni iz razumljivih principa koji su u to vrijeme bili organicistički principi. Na drugom stupnju mehanicistički zakoni su stekli reputaciju da su oni sami očigledni i razumljivi. U dvadesetom stoljeću, međutim, iznesene su nove fizikalne teorije za koje se smatra da pokrivaju opažljive činjenice bolje od mehanicističkih principa. Na tom trećem stupnju mehanicistički principi se još uvijek smatraju razumljivima, ali ne više i praktičnima. Danas ljudi kažu da su nove teorije — kvantna mehanika i teorija relativnosti — prihvaćene jer su praktične (drugim riječima, možemo konstruirati nove naprave poput atomske bombe koje nismo mogli napraviti ranije), ali da one nisu razumljive.

Tako bi iz historijskog proučavanja izgledalo ispravno reći da ne postoji bitna razlika između razumljivih principa i iskaza nauke iz kojih se mogu izvesti opažljive činjenice. Za sto godina će se Einsteinova formula $E = mc^2$ vjerojatno smatrati očiglednim iskazom. Ipak, upravo o toj distinkciji — između razumljivih i čisto praktičnih iskaza — ovisi razdvajanje znanosti i filozofije. Od stalnog kretanja u koncentričnim krugovima do ptolomejskog sistema epicikala, do kopernikanskog sistema, do potpunog napuštanja kružnog kretanja i shvaćanja o eliptičnim putanjama planeta, ljudi su morali prihvatiti te teorije koje se rađaju, jer su one donijele praktične rezultate, čak iako je to značilo napuštanje njihovih razumljivih principa. Tu opću napomenu sada ćemo ilustrirati nekim primjerima.

Kada je Kopernik iznio svoju heliocentričnu teoriju, suprotstavili su mu se ne samo zagovornici tradicionalne teologije i filozofije već i autori koji su čvrsto vjerovali u empirizam u znanosti. Francis Bacon nazvao je Kopernika čovjekom „koji ne mari da u prirodu uvede fikciju bilo koje vrste samo da bi mu računi dobro ispali.“¹⁵ To znači, drugim riječima, da je Kopernik primijenio samo „naučni“ kriterij istine, a zanemario filozofski kriterij (poglavlje 1, odjeljak 7). Bacon je nazvao kopernikanski sistem „fikcijom“, dok je geocentrični sistem smatrao hipotezom ili teorijom. Sasvim mali broj znanstvenika i filozofa još i danas pravi razliku između „fikcije“ i

¹⁵ Francis Bacon, *Descriptio Globi Intellectualis* (napisano vjerojatno 1612). Vidi *The Philosophical Works of Francis Bacon*, uredili Ellis i Spedding, London 1857.

„teorije“¹⁶. Vrlo često se Einsteinova teorija relativnosti naziva „fikcijom“, dok se Newtonova mehanika smatra „teorijom“. U čemu je razlika? Ako slijedimo Baconov način govora, „fikcija“ je sistem iskaza iz kojih se matematičkim zaključivanjem mogu izvesti opažene činjenice, ali iskazi koji sačinjavaju „fikciju“ nisu sami po sebi razumljivi ili uvjerljivi. Oni se ne mogu razumjeti pomoću analogija s iskustvima svakidašnjeg života. Autori koji fizikalnim teorijama dvadesetog stoljeća pridaju etiketu „fikcije“ misle tom riječju potpuno isto što i Bacon. U poglavlju 4 doznat ćemo posebne razloge koji su naveli Bacona i njegove suvremenike da ustvrde kako kopernikanska teorija „nije uvjerljiva i nije razumljiva“.

Nikada nije porećena tehnička nadmoćnost kopernikanske teorije nad ptolomejskom; to je čak i crkva priznavala. Što su više astronomsko iskustvo i teorije napredovali, veće priznanje je pridavano toj nadmoćnosti. U newtonovskoj mehanici je Sunce postalo referencijalni sistem s obzirom na koji su zakoni kretanja bili točni; s obzirom na Zemlju to nije bio slučaj. Superiornost Sunca kao referencijalnog sistema ustanovljena je bez ikakve sumnje, ali kada je ta uloga Sunca priznata, smatralo se vrlo „uvjerljivim“ i „razumljivim“ da Sunce mora biti „nepomično“. Sada se smatralo „nevjerojatnim“ da bi veliko Sunce zajedno sa svim nepomičnim zvijezdama, temeljni referencijalni sistem, kružilo oko naše male nevažne Zemlje. Od „tehnički korisne“, kopernikanski sistem se razvio u teoriju koja je bila „razumljiva“ ili „filozofski istinita“.

Međutim, teorija koja je po sebi razumljiva, bila bi vječno valjana. Kada ona ne bi bila istinita zbog svojih opažljivih konzekvenci nego na osnovu „vlastite evidentnosti“, nikakvo novo iskustvo ne bi moglo izazvati bilo kakvu promjenu u našem vjerovanju u njezinu valjanost. Kada je u dvadesetom stoljeću Einstein iznio svoju opću teoriju relativnosti, pokazalo se da je svaki referencijalni sistem u mehanici jednako prihvatljiv i da superiornost Sunca postoji samo unutar vrlo ograničenog dijela univerzuma. Vjerovanje da je kopernikanska teorija bila razumljiva sama po sebi ponovno se pokazalo kao iluzija.

Na vrlo sličan način radikalne promjene je doživio stav prema Newtonovim zakonima kretanja. Njegova teorija planetarnog kretanja imala je dva temelja, zakon inercije i zakon gravitacije. Nijedna od tih hipoteza nije se Newtonovim suvre-

¹⁶ Npr., u knjizi H. V. Gill, *Facts and Fiction in Modern Science*, 1944, pisanoj sa stanovišta tomističke filozofije.

menicima činila ni „razumljivom“ niti čak „uvjerljivom“. Ipak, iz njih izvedeni matematički zaključci odlično su se slagali sa svim poznatim opažanjima planetarnog kretanja, uključujući čak i međusobne perturbacije. Newtonova teorija je bila prihvaćena zbog svoje tehničke savršenosti kao naučne „istine“, ali prvobitno ona nije bila priznata za „filozofsku istinu“. Najveći znanstvenici njegovog vremena, ljudi kao Huyghens i Leibniz, nisu bili skloni da prihvate principe koji nisu bili „razumljivi“. Za Leibniza su zakon inercije i zakon gravitacije bili „fikcije“, kao što je kopernikanski sistem bio za Bacona. Newton je poput Kopernika bio smatran čovjekom koji bi prihvatio bilo kakvu fikciju samo da ona ispravnim matematičkim zaključivanjem dovodi do rezultata koji se slažu s iskustvom.

Sam Newton je objasnio svoja shvaćanja u pismu upućenom Leibnizu u časopisu:

Razumjeti kretanja planeta pod utjecajem gravitacije bez znanja o uzroku gravitacije je jednako vrijedan napredak u filozofiji kao i razumjeti građu sata i ovisnosti kotača jednog o drugome bez znanja o uzroku gravitacije utega¹⁷.

Newton je svoju teoriju gravitacije smatrao analognom opisu mehanizma koji održava planete u kretanju. On se složio da bi pridonijelo napretku u razumijevanju kada bi se njegovi zakoni gravitacije i inercije mogli izvesti iz nekog razumljivog principa, ali on se radije ograničio na ono što smo nazvali „čisto znanstvenim“ aspektom i napustio traganje za razumljivim principima. Počeo je od principa „neposredne općenitosti“. Njegov slavni iskaz „*hypotheses non fingo*“ (Ne izmišljam hipoteze) drugim riječima znači: „Ograničavam se na fikcije i ne marim za razumljive principe.“ Njegov cilj je neosporno bila „naučna istina“ a ne „filozofska istina“.

Međutim, nakon velikih tehničkih uspjeha newtonovskih zakona, od početka devetnaestog stoljeća stalno je raslo uvjerenje da su sami newtonovski zakoni razumljivi. Povučene su analogije između zakona inercije i osobnog iskustva tromosti i, konačno, Newtonovi zakoni su bili smatrani „razumljivim principima“. Kada su postigli taj status, nisu više ovisili o daljnjem eksperimentalnom istraživanju. Bili su proglašeni očiglednim iskazima koji će važiti u bilo kojem budućem sistemu fizike.

¹⁷ Isaac Newton u odgovoru Leibnizu, publiciranom u *Memoirs of Literature*, 1712, XVIII.

Na taj način Newtonova naučna teorija je postala „filozofski sistem“. Od tada bi se svaki pokušaj modificiranja Newtonovih zakona smatrao poricanjem očiglednih principa. Mehanicistička fizika je postala mehanicističkom filozofijom. Svaka nova fizikalna teorija koja je proturiječila Newtonovoj fizici sada je bila „apsurdna“. Konzekvence ovog stava vidjet ćemo u odbijanju da se prihvate takvi pojmovi dvadesetog stoljeća kao teorija relativnosti i kvantna teorija.

6. *Spekulativna znanost i metafizika*

Principi i opažanja znanosti nisu formulirani istim jezikom. Opisali smo (na površan način) jezik opažanja kao iskaze o nekim igrajućim mrljama, dok opći principi nauke upotrebljavaju izraze kao „sila“, „potencijal“, „energija“ itd. Iz iskaza o apstraktnim pojmovima nikada ne možemo izvesti bilo što o opažljivim činjenicama. U mehanici možemo doznati kakve su varijable x , y i z funkcije od varijable t . Ali to nam ne govori ništa o opažljivom svijetu. Kako ćemo opaziti promjene kod x , y i z ? Logika znanosti mora uključivati, osim principa i opažanja, vezu između apstraktnih pojmova nauke i opažajnih pojmova. Te veze se nazivaju „operacionalnim definicijama“ ili katkada „semantičkim pravilima“¹⁸. Raspravljanje o tim pravilima također pripada logici znanosti. Ovdje nas ne zanima da li su ti principi razumljivi ili nisu. Jedini zahtjev je da se rezultati moraju slagati s iskustvom. To je njihovo puno opravdanje i sa stanovišta nauke ne postoji neko drugo opravdanje.

Zauzimanjem tog općeg naučnog stanovišta zanemarili smo veliki dio našeg lanca. Znanstvenik može reći da ga ostatak lanca uopće ne zanima i da o tome ne bismo trebali govoriti ni misliti. To je jedan način gledanja na te stvari, ali veoma mnogo ljudi ne slaže se da drugi dio lanca treba potpuno zanemariti. Budući da se razumljivi principi ne mogu neposredno provjeravati metodama znanosti, moramo se zapitati kako možemo utvrditi da li je neki princip razumljiv ili nije. Neki vjeruju da postoji druga vrsta mišljenja pored naučnog mišljenja koja se naziva filozofskim mišljenjem. Drugi opet kažu da čovjek o tome uopće ne može imati znanje; da nam je potrebna pomoć koja prekoračuje razum a čiji izvor je religija. Jasno je, međutim, da su ljudi željni da prošire znanje van okvira „znanosti“ u modernom smislu na područje spomenutih

¹⁸ „Semantičkim pravilima“ se veze između simbola povezuju s iskazima koji imaju smisao u našem zdravorazumskom jeziku.

razumljivih principa. Nalazimo također one koji kombiniraju oba stanovišta, koji ne žele proširiti ljudski razum van okvira onoga što smo nazvali logikom nauke, ali koji vjeruju, otkad su ljudi zainteresirani za opće principe, da oni pripadaju religiji, koja nadilazi ljudski razum i obraća se nadnaravnom. Ta kombinacija tvrdokornog znanstvenika s vjerom u nadnaravno nije rijetka.

Za filozofiju se također misli da se bavi hipotezama spekulativnije prirode od onih koje se mogu naći u znanosti. Ne mislim da je to istina, jer sve hipoteze su spekulativne. Ne može se praviti nikakva razlika između naučnih i spekulativnih hipoteza. Netko će reći da su Newtonovi zakoni, zakoni elektriciteta itd., naučni ali hipotezu da svi ljudi žive i nakon smrti smatrat će spekulativnom. Mnogi su to pokušali provjeriti eksperimentom. Ako se uzme ozbiljno, to može biti naučna hipoteza. Naravno, ona se može formulirati na takav način da se u načelu ne može provjeriti. Možemo reći da ljudi nakon smrti postaju duhovi sa svojim vlastitim jezikom i zakonima i bez sredstava komunikacije s ljudskim bićima. To nije naučna hipoteza, jer nema načina da se ona provjeri. Kakva je to hipoteza? Ona se može nazvati metafizičkom hipotezom. Njen nenaučni karakter proizlazi iz činjenice da se ona u biti ne može provjeravati iskustvom, ne zbog njene fantastične prirode, jer naučna hipoteza također može biti fantastična. Može se reći da su sve stvari materijalne i da nema duha. Ako se taj iskaz formuliра tako da se ne može provjeriti, onda je to metafizički iskaz. Ako on znači da se sve činjenice o svijetu mogu izvesti iz zakona materije, tj. elektrodinamike, dinamike itd., to je onda naučna hipoteza. To može biti fantastični iskaz, ali ne metafizički iskaz. Teza materijalizma također može imati drugačije značenje. Možemo reći da je sve na svijetu materija, ali da unatoč tomu ne možemo sve izvesti iz zakona mehanike itd. Takav iskaz se u načelu ne može provjeriti, i zbog toga ga moramo zvati metafizičkim iskazom.

Tako razlikujemo metafizičke i naučne iskaze. Što ti metafizički iskazi znače i zašto nam je stalo da ih iznosimo? Kazati da postoji samo materija, ili da postoji samo duh znači iznijeti direktni iskaz o prirodi univerzuma. Na temelju čega se prihvaća takav iskaz? Koja je njegova praktična svrha? Takvi iskazi imaju isto toliko praktične rezultate kao i oni naučni; oni imaju direktno djelovanje na ljudsko ponašanje.

7. Vjerovanje u razumljive principe

Jedinstvo znanosti i filozofije u starom klasičnom smislu možda je najbolje opisano poznatim Descartesovim drvetom⁴⁹: korijenje tog drveta odgovaralo je metafizici (razumljivim principima), deblo fizici (iskustvima srednje općenitosti), a grane i plodovi onome što bismo nazvali primijenjenom znanostu. On je promatrao cijeli sistem znanosti i filozofije kao što mi danas promatramo samo nauku; osjećao je da su metafizički principi konačno opravdani svojim „plodovima“, ne naprosto svojom očiglednošću. Ono što danas nazivamo primijenjenom znanostu za njega se sastojalo ne samo iz mehanike (inženjerstva) već i iz medicine i etike; čak i danas govorimo o socijalnom inženjerstvu. Poteškoća je bila u tome što se iz općih principa kartezijanske ili aristotelovske znanosti-filozofije nisu mogli izvesti nikakvi rezultati koji su se točno slagali s opažanjem, ali izgledalo je da su ti principi razumljivi i uvjerljivi. Tako je drvo presječeno u sredini. Da bi se izveli tehnički rezultati, bilo je nužno početi od fizikalnih principa u deblu, od sredine drveta. Znanost u novom smislu morala je razmišljati samo o tome kako bi se plodovi razvili iz debla zanemarujući korijenje iz kojeg su proizašli.

Kasnije, u devetnaestom stoljeću, postojao je osjećaj da su Newtonovi zakoni mehanike ponovo uspostavili staro jedinstvo. Filozofija materijalizma razvila je ideju da zakoni mehanike igraju istu ulogu kao stari organski zakoni u aristotelovskoj filozofiji i da se iz njih sve može izvesti. Početkom dvadesetog stoljeća postalo je očigledno da ni zakoni mehanike nisu potpuno zadovoljavajući. Tada se pokušalo zadržati te zakone mehanike kao metafizičke zakone, a za činjenice nuklearne fizike itd. smatralo se da su izvedene iz principa srednje općenitosti. Ako pogledamo povijest znanosti, vidimo jednu vrlo čudnu pojavu. Nakon Newtona njegovi zakoni su poštivani zbog njihove praktične koristi. Oni su se pokazali toliko praktičnima da su nakon nekog vremena stekli određeni ugled pa su oni tada bili smatrani „razumljivim“ principima. Kasnije se uvidjelo da je njihova praktična korist bila precijenjena — da se fenomeni nuklearne fizike, pretvaranje mase u energiju na primjer, ne mogu iz njih izvesti. Tada je rečeno da se Newtonovi zakoni moraju sačuvati zbog njihovog „ugleda“, zbog toga što su razumljivi. Sada dolazimo do posljednjeg pitanja ovog poglavlja. Koji je zapravo kriterij na osnovu kojeg prosuđujemo da li su ti principi „razumljivi“ ili nisu?

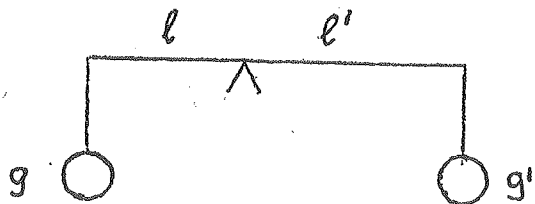
⁴⁹ René Descartes, *Principles of Philosophy*, originalno izdanje na latinskom 1644, francuski prijevod 1647.

Taj „ugled“ o kojem je prethodno bilo riječi pripisan je u jednom periodu aristotelovskim zakonima, a u drugom newtonovskim zakonima. Vjerovanje u tu osobinu se zadržalo kada je prestalo vjerovanje u njihovu znanstvenu valjanost. To možemo objasniti na mnogo načina. Površan način bi bio reći da je ljudski um trom i da se ljudi vrlo sporo prilagođuju napredovanju u nauci; upravo kada počinjemo razumijevati neke opće naučne zakone oni se pokazuju pogrešnima. Postoji nešto što govori u prilog tom objašnjenju, ali to vjerojatno nije cijela istina. Zacijelo je istina da su naučni zakoni koje upotrebljavamo različitih stupnjeva stabilnosti. Neke lako napuštamo — kao praktična pravila koja upotrebljava inženjer u svom dnevnom poslu — ali Newtonovi zakoni su imali dug vijek. Možemo reći da su takvi zakoni intrinzično uvjerljivi.

Zašto su neki zakoni uvjerljiviji od ostalih? Da bismo na to odgovorili, moramo razmotriti neke primjere, kao što su zakon dovoljnog razloga ili zakon o očuvanju supstancije. Zašto nam se oni čine uvjerljivima? Nitko ne bi rekao da je Ohmov zakon ili zakon elektromagnetske indukcije „uvjerljiv“ ili „razumljiv“, a kamoli „očigledan“. Ako tu činjenicu psihološki analiziramo, vidimo da uvjerljivost tih općih zakona leži u njihovoj očividnoj analogiji s opažanjima koja su nam dobro poznata. Očuvanje za fizičara znači da funkcija određenih mehaničkih, toplinskih i električnih veličina ostaje konstantna. Zbroj tih veličina, koje su vrlo različite u različitim područjima, ostaje konstantan. Iz tog zakona fizičar može izračunati takve konzekvence kao što je brzina padajućeg utega ili cijena električne struje. Zatim on kaže da je „energija“ supstancija koja se ne može uništiti. U svijetu našeg neposrednog, svakidašnjeg iskustva vidimo mnogo stvari koje se očigledno ne mogu uništiti. Ne očekujemo, na primjer, da kuće u kojima živimo nestanu pred našim očima; a ako budu uništene, tješimo se mislju da su one samo razgrađene na atome i molekule. Naravno, danas znamo da se atomi mogu razoriti, ali se još uvijek tješimo mislju da to nije moguće s elektronima. Konačno, znamo da se sve može uništiti osim energije. Uspoređivanje nečeg vrlo složenog s nečim jednostavnim i poznatim ne predstavlja jako dubok način mišljenja — mi zamjenjujemo složeni iskaz o očuvanju energije koji upotrebljavaju fizičari opažanjem neposrednog iskustva da predmeti ne nestaju — ali ono pruža zadovoljstvo. Principi postaju nejasni kada izgube tu blisku analogiju sa svakidašnjim iskustvom, kao što je to danas slučaj s principima kvantne mehanike i relativnosti.

Možemo dati jednostavan primjer za to. Netko tko proučava mehaniku često počinje s jednostavnim spravama, među

kojima je poluga. Ako upita koji je uvjet za ravnotežu kod jednostavne poluge bez trenja, kaže mu se da je uvjet da $gl = g'l'$. (Vidi sliku 2.) Kako se to može izvesti? To nije samo po sebi „uvjerljivo“, jer da bi se to znalo treba učiti fiziku. Arhimed je upotrijebio argument da, ukoliko su težine i udaljenosti jednake, poluga se uopće neće pokrenuti, jer neće



Slika 2

znati kamo da se pokrene. Ako se ovaj princip prihvati, matematički se može izvesti opći princip. Arhimed je imao utisak da je sve izveo iz jednog razumljivog principa. Ernst Mach je rekao da je taj argument samo prividno valjan. On uključuje pretpostavku da kretanje ovisi samo o dužini krakova i veličini utega. Ono bi moglo ovisiti o boji krakova ili utega, materijalu od kojeg su načinjeni, atmosferskim prilikama, magnetskom polju zemlje itd. Drugim riječima, Arhimed je pretpostavio sve što je želio dokazati. On to nije izveo iz principa dovoljnog razloga. Da bi to učinio, morao bi znati sve razloge koji postoje u svijetu. Postoji mnogo drugih mogućih asimetrija u svijetu koje ne poznajemo. To je potpuno začaran krug. Poluga se ne može pokrenuti, jer nema razloga da se pokrene. Zašto nema razloga da se pokrene? Jer ovisi samo o dužini krakova i težini utega — ali tada već znamo ono što pokušavamo dokazati. Imamo nejasno iskustvo ili ideju simetrije. Ako to analiziramo, moramo odlučiti koji faktori su zaista od važnosti, ali kada smo to učinili onda smo sve učinili — više nam nije potreban princip dovoljnog razloga.

Razlog što vjerujemo u te razumljive principe je zacijelo vrlo površan. Mnogi ne žele sami sebi priznati da to čvrsto uvjerenje proizlazi iz neodređenih analogija sa svakidašnjim iskustvom. Ta nevoljkost je bila izražena riječima na slijedeći način: Ti principi imaju prirodu koju je vrlo teško opisati — znamo ih pomoću „intuicije“, pomoću neke vrste sposobnosti koja se razlikuje od sposobnosti korištene u običnoj nauci i koja daje pouzdane rezultate. Ti principi mogu biti vrlo uvjerljivi, ali oni nisu primjenljivi; oni dovode do kružnih zaklju-

čivanja, upravo kao što je princip simetrije uvjerljiv ali nije primjenljiv dok ne opišemo koja su svojstva važna. Analogija između općih iskaza i svakidašnjeg iskustva može biti samo površna. „Ugled“ tih razumljivih iskaza — različit od onog koji proizlazi iz njihovog slaganja s opažljivim činjenicama — proističe iz te neodređene analogije sa svakidašnjim iskustvom. Tako, ako odsječemo korijenje Descartesovog drveta, preostaje čežnja za tim neodređenim analogijama, da nam vrata osjećaj da možemo razumjeti opće naučne principe drugačije i bolje nego pomoću njihovih opažljivih rezultata.

8. Znanost u užem smislu

Ako želimo upotrebljavati jezik u kojem su nas roditelji i učitelji odgojili, možemo uvidjeti dvostruki cilj nauke: da pribavi tehničko znanje i da unaprijedi „razumijevanje“ univerzuma. Ovaj dvostruki cilj postao je osobito očigledan kada je došlo do razdvajanja između znanosti i filozofije. Tada se činilo nemogućim da jedan te isti sistem misli ostvari oba cilja. Mnogi su smatrali i još uvijek smatraju da znanost može pružiti samo tehničko znanje, da ona ima samo izvjesnu tehničku vrijednost. Za „pravo razumijevanje“ potrebna nam je filozofija, koja postavlja principe koji su razumljivi i uvjerljivi, ali ne daje precizno praktično znanje. To je način na koji su se znanost i filozofija odijelile. Međutim, nema sumnje da filozofija također služi praktičnom cilju. Dok znanost daje metode konstruiranja fizikalnih i kemijskih instrumenata, filozofija pruža metode za usmjeravanje ljudskog ponašanja. Tako filozofska strana dopire do svog praktičnog cilja čak na direktniji način nego znanost u užem smislu.

Ono što podrazumijeva pod izrazom „znanost u užem smislu“ je znanost u njenom stadiju odvojenosti od filozofije kao što se uči u našoj redovnoj nastavi znanosti. Sa tog „znanstvenog aspekta“ znanost bi trebala sadržavati što je moguće manje filozofije. Nastavnik polazi od opaženih činjenica i postavlja principe iz kojih se te činjenice mogu izvesti. „Znanost u užem smislu“ ne zanima da li su ti principi „razumljivi“. Nastavnika, međutim, zanima to što se iz malog broja takvih principa „srednje općenitosti“ može izvesti veliki broj opažljivih činjenica. To se naziva principom ekonomičnosti u znanosti. Postavljanje malog broja principa iz kojih se može izvesti što je moguće više činjenica je neka vrsta minimalnog zadatka. San nauke je da sve činjenice izvede iz jednog principa. To se vjerojatno ne može postići. Ako se to ne može

postići u okviru znanosti, može se zamisliti da bi se principi znanosti mogli izvesti iz jednog osnovnog principa u filozofiji, gdje se ne zahtijeva točno slaganje s opažljivim činjenicama. Izvođenje svega iz vode, iz vatre, iz duha, kao što su pokušali učiniti stari Grci, predstavlja ekstremni slučaj ekonomičnosti.

Vrlo je važno uvijek imati na umu da znanost nije skup činjenica. Nijedna znanost nije izgrađena na taj način. Skup iskaza koji govore kojih dana je pao snijeg u Los Angelesu nije znanost. Znanost imamo samo onda kada možemo postaviti principe iz kojih možemo izvesti kojih će dana snijeg padati u Los Angelesu. Povrh toga, ako su principi koje postavimo složeni kao samo iskustvo, to neće biti nikakva ekonomičnost i nikakva „znanost u užem smislu“. Veliko mnoštvo principa ili jedan vrlo složeni princip svodi se na istu stvar. Ako su principi tako složeni kao same činjenice, oni ne sačinjavaju znanost. Puko opažanje položaja planeta na nebu nije znanost. Antički učenjaci su pokušavali smisliti krivulje koje bi opisivale to kretanje. Jednom se mislilo da su to kružnice; kasnije se mislilo da su elipse, ali to je točno samo ako se zanemare perturbacije. Uzimajući u obzir perturbacije, jednadžbe tih krivulja su vrlo složene — ima toliko mnogo simbola da bi mogli ispuniti svezak od stotinu stranica. To je upravo toliko složeno kao registriranje svih položaja planeta. Ne donosi nam nikakvu prednost, niti u tome ima neke znanosti.

Ako postoji mali broj principa i ako nema jednostavnosti, nema ni znanosti. Ako neki čovjek kaže da ne želi spekulaciju, da samo želi da mu se daju sve činjenice — on traži samo ono što prethodi znanosti a ne znanost samu. Znanstvenike se često optužuje za prekomjerno pojednostavljenje. To je točno: nema znanosti bez prekomjernog pojednostavljenja. Rad znanstvenika sastoji se u pronalaženju jednostavnih formula. Neki kažu da nam znanstvenik ne pomaže da bilo što razumijemo, jer sve prekomjerno pojednostavljuje. Tko zna drugačiji način za „razumijevanje“ složenih stvari nego da ih se prekomjerno pojednostavljuje?

Nakon što je postavio neku jednostavnu formulu, znanstvenik mora iz nje izvesti opažljive činjenice. Zatim mora ispitati te konzekvence, da bi vidio da li se one zaista slažu s opažanjem. Prema tome, rad znanstvenika sastoji se od tri dijela:

1. Postavljanje principa.
2. Izvlačenje logičkih konkluzija iz tih principa da bi se iz njih mogle izvesti opažljive činjenice.
3. Eksperimentalno provjeravanje tih opažljivih činjenica.

Ta tri dijela koriste se trima različitim sposobnostima ljudskog uma. Eksperimentalno provjeravanje koristi se sposobnošću opažanja, da se registriraju osjetilni utisci; drugi dio zahtijeva logičko mišljenje, ali kako dolazimo do principa u prvom dijelu? To je jedna krajnje sporna stvar. Mnogi autori kažu „pomoću indukcije iz opaženih činjenica“ — obratno od dedukcije. Ako znanstvenik opazi da se isti slijed često javlja, zaključit će da će se to uvijek tako događati. To nas podsjeća na priču o čovjeku koji je kupio konja i želio ga navići da živi bez jela. Trideset dana uspio je spriječiti konja da jede, i tako zaključio da je konj tada bio izvježban da živi bez jela; ali trideset prvog dana konj je uginuo. „Indukcija“ nije tako jednostavna. Pomoću nje teško možemo postaviti neku metodu za pronalaženje općih principa poput gravitacije. Svi znamo priču o tome kako je navodno Sir Isaac Newton nabasao na teoriju opće gravitacije kada mu je na glavu pala jabuka. Bez obzira da li je ta priča istinita ili nije, bitno je to da ne možemo postaviti sistem indukcije na takvoj osnovi.

Za analizu znanosti, međutim, nije toliko relevantan način na koji dolazimo do općih principa. Opći principi mogu nekome doći u snu. Način na koji dolazimo do njih igrao bi ulogu ako bismo pravili sociološku ili psihološku analizu znanosti. U „logici znanosti“ ono što je važno u vezi s općim principima nije način na koji do njih dolazimo indukcijom, već način na koji iz njih dedukcijom izvodimo ostatak korpusa nauke. Sposobnost koja nam je potrebna da bismo došli do općih principa znanosti možemo nazvati imaginacijom²⁰. Neposredno se susrećemo s teškoćama indukcije u najjednostavnijem slučaju. Uzimimo da grafički prikazujemo rezultate niza mjerenja nizom točaka na koordinatnom papiru i da te rezultate želimo prikazati nekom funkcijom. Smatramo da bi luk trebao biti što je



Slika 3

²⁰ Ako ispitamo kako se točno mogu pronaći novi opći principi nauke, postaje jasno da princip poput zakona inercije ili principa relativnosti ne može biti otkriven nikakvom formalnom metodom (deduktivnom ili induktivnom), nego samo upotrebom izumiteljske sposobnosti koja se naziva i „imaginacijom“ ili ponekad „intuicijom“. To je jako naglasio Einstein u svom Herbert Spencer predavanju (vidi bilješku 23).

moguće više gladak. Ako nemamo nikakvu predodžbu kakva bi trebala biti ta krivulja, nećemo je ni naći. Točke ni u jednom slučaju ne određuju krivulju; moramo zamisliti kriterij „glatkosti“. (Vidi sliku 3.) O problemu indukcije iscrpnije će se raspravljati u poglavlju 13.

9. Znanost, zdravi razum i filozofija

Sada ćemo opisati odnos između znanosti i filozofije nakon što je došlo do raskida na način koji djeluje pomalo paradoksalno i koji zacijelo predstavlja pojednostavljenje. Ono će, međutim, usmjeriti našu pažnju na glavna obilježja obaju područja ljudskog pregnuća. Principi nauke mogu se formulirati na takav način da budu vrlo daleko od zdravog razuma, ali se njihovo provjeravanje eksperimentom uvijek provodi na razini zdravorazumskog iskustva. Dolazi do paradoksalne situacije da je, na neki način, filozofija bliža zdravom razumu nego nauka. Filozofija je uvijek zahtijevala blisko podudaranje između samih općih principa i zdravorazumskog iskustva. Što je više znanost napredovala u teoretsko područje, to su se njeni opći principi sve više udaljavali od zdravog razuma.

Rezultati opažanja i eksperimenta koji sačinjavaju činjeničnu osnovu znanosti mogu se opisati jezikom svakidašnjeg života ili, drugim riječima, zdravorazumskim iskazima. U aristotelovskoj i srednjovjekovnoj fizici, pravila se razlika između „teških“ tijela, poput kamenja, koja padaju na zemlju, i „lakih“ tijela, poput dima, koja se uspinju prema nebu. To je jezik običnog čovjeka. Prije uspona moderne fizike, oko 1600, taj zdravorazumski jezik se upotrebljavao ne samo u opisu opažanja već i u formulaciji općih principa znanosti: „Ako je tijelo teško, ono pada“. Herbert Dingle je napisao: „Besmrtna slava Galileovog doprinosa mišljenju leži u tome što je on, iako samo polusvjesno, odbacio svakidašnji zdravorazumski svijet kao filozofsku nužnost.“²¹ U njegovom teorijskom sistemu sva tijela padaju na zemlju jednakim ubrzanjem. On je utro put Newtonovom sistemu u kojem se planeti kreću prema istim zakonima kao kamen koji pada, premda izgleda da naše zdravorazumsko iskustvo ukazuje na temeljnu različitost između ova dva tipa kretanja. Činjenica je da se napredak u znanosti u velikoj mjeri sastojao u zamjenjivanju zdravorazumskog svijeta svijetom apstraktnih simbola.

²¹ Herbert Dingle, „The Nature of Scientific Philosophy“, *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 1949, 62, dio IV, str. 409.

Ako želimo formulirati opće principe iz kojih se može izvesti široki raspon opažljivih činjenica, moramo odbaciti jezik zdravog razuma i upotrebljavati apstraktniju terminologiju. Herbert Dingle je primijetio da na zdravorazumskoj razini postoji jasna razlika između fizike i kemije. Međutim, ako govorimo na razini moderne atomske i nuklearne fizike, takve razlike više nema. Dingle je napisao: „Istina je da za kemiju doista nema mjesta u strogoj naučnoj shemi... Uloga koju je kemija igrala u rastu znanosti bila je pragmatična i heuristička.“²² Ukratko govoreći, kemija je danas zdravorazumski a ne naučni termin.

Ove primjedbe su od velike važnosti za razumijevanje suvremene znanosti. Mnogi termini koji su se ranije upotrebljavali u naučnom jeziku ne mogu se više upotrebljavati, jer opći principi suvremene znanosti sada upotrebljavaju termine koji su mnogo udaljeniji od zdravorazumskog jezika. Izrazi kao „materija“, „duh“, „uzrok i posljedica“ i slični danas su samo zdravorazumski termini i nemaju mjesto u strogom naučnom govoru. Da bismo postali svjesni te evolucije, moramo usporediti fiziku dvadesetog stoljeća s njenim prethodnicama u osamnaestom i devetnaestom stoljeću. Newtonovska mehanika je upotrebljavala termine kao „masa“, „sila“, „položaj“, „brzina“ u smislu koji je izgledao blizak njihovim zdravorazumskim upotrebama. U Einsteinovoj teoriji gravitacije, „koordinata nekog događaja“ ili „tenzorski potencijali“ su termini koji su povezani s izrazima u našem zdravorazumskom jeziku dugim lancem objašnjenja. To još više važi za termine kvantne teorije kao „valna funkcija“, „matrica položaja“ itd. Einstein je, u predavanju održanom u Oxfordu 1933, govorio o „provaliji koja se neprestano širi između temeljnih pojmova i zakona s jedne strane, i konzekvenci koje treba korelirati s našim iskustvom s druge strane, provaliji koja se progresivno širi s rastućom unifikacijom logičke strukture, to jest, s reduciranjem logički neovisnih elemenata potrebnih za osnovu čitavog sistema“²³.

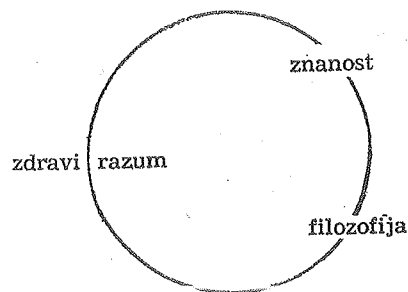
Naša opažanja i eksperimenti su, međutim, redovito bili opisivani zdravorazumskim jezikom usprkos svim promjenama u principima. Stoga se znanost sve više i više navikavala da upotrebljava različite jezike u istoj slici univerzuma i usklađivanje tih različitih jezika u jedan koherentan sistem postao je važan zadatak znanstvenika. Herbert Dingle je s pravom rekao:

²² *Ibid.*

²³ Albert Einstein, *On the Methods of Theoretical Physics*, Herbert Spencer predavanje, održano u Oxfordu 1933, preštampano u *The World as I See It*, Toronto, George McLeod, Ltd., 1934.

„Ako naglašavam potrebu oslobađanja naučne filozofije od prodiranja zdravorazumskih pojmova, to nije zato da potcjenjujem zdravi razum već zato što u toj konfuziji danas leži velika opasnost.“²⁴

Zbog te konfuzije ako filozof i znanstvenik raspravljaju o općim principima često se događa da filozof prigovori da su znanstvenikovi principi nerazumljivi. Tu leži glavna razlika između dva kraja našeg lanca. Na znanstvenom kraju slaganje sa zdravim razumom je postignuto na razini izravnih opažanja, dok je na filozofskom kraju slaganje sa zdravim razumom pronađeno na razini samih apstraktnih principa. Francuski filozof Edouard le Roy²⁵ je to opisao na vrlo ilustrativan način. Znanost polazi od zdravorazuma i iz uopćavanja indukcijom ili imaginacijom izvodi se znanost; ali izvedeni principi sami mogu biti vrlo udaljeni od zdravog razuma. Povezivanje tih principa direktno sa zdravim razumom — to je zadatak koji obavljaju filozofi. Možemo nacrtati slijedeći dijagram:



Slika 4

Dijagram pokazuje da postoje dva puta kojima se može ići od znanosti do zdravog razuma. Naučni put (preko matematičkog izvođenja i eksperimentalnog verificiranja) često je vrlo dug. Zbog toga čovjek traži način na koji ti principi postaju izravno uvjerljivi; to znači način kako oni mogu biti povezani sa zdravim razumom „kratkim spojem“. Po filozofskim interpretacijama naučni principi su izravno povezani sa zdravim razumom²⁶. Ne bih rekao da je ovaj dijagram vrlo točan, ali nam

²⁴ Herbert Dingle, op. cit., str. 403.

²⁵ Edouard Le Roy, „Science et philosophie“, *Revue de métaphysique et du monde*, 1899, I, 375 i dalje.

²⁶ Philipp Frank, „Metaphysical Interpretations of Science“, odjeljak 4, „Science and Common Sense“, *The British Journal for the Philosophy of Science*, vol. I.

on pruža predodžbu o strukturi ljudskog uma. Filozofija unosi u znanost nešto za što znanstvenik „kao znanstvenik“ nema interesa. Zapravo, znanstvenik je također čovjek i ima svoje slabosti, ako se slabošću može nazvati taj zahtjev da opći principi nauke budu sami po sebi uvjerljivi. Nastavnik fizike uvijek ustanovljuje da su studenti zahvalni za svaki nagovještaj koji zakone čini uvjerljivima. Tako možemo reći da je svatko za to zainteresiran. Znanstvenik „kao takav“ se time mnogo ne bavi, ali to nam pokazuje način kako ljudi uopće racionaliziraju znanost, kako oni zamišljaju znanost.