

O „STANDARDNOJ KONCEPCIJI“ ZNANSTVENIH TEORIJA

1. Teorije: preliminarna karakterizacija

Postoji općenita suglasnost da su teorije ključ za znanstveno razumijevanje empirijskih fenomena: tvrditi da postoji znanstveno razumijevanje određene vrste fenomena svodi se na isto kao da se kaže da znanost može pružiti njezino zadovoljavajuće teorijsko objašnjenje¹.

Teorije se normalno konstruiraju tek pošto je prethodno istraživanje na danom području dalo kao rezultat korpus znanja koji uključuje empirijske generalizacije ili pretpostavljene zakone koji se odnose na proučavane fenomene. Teorija tada teži pribavljanju dubljeg razumijevanja tako što se ti fenomeni konstruiraju kao manifestacije određenih dubljih procesa kojima upravljaju zakoni koji objašnjavaju prethodno proučavane pravilnosti i koji u pravilu dovode do korekcija i poboljšanja pretpostavljenih zakona pomoću kojih su te pravilnosti prethodno bile okarakterizirane.

Prima facie može se stoga misliti da formuliranje teorije zahtijeva iskaze dviju vrsta; nazovimo ih skraćeno *unutrašnjim principima* i *veznim principima*. *Unutrašnji principi* služe karakteriziranju teorijskog okvira ili „teorijskog scenarija“: oni specificiraju bazične entitete i procese koje postulira teorija kao i teorijske zakone za koje se pretpostavlja da njima upravljaju. S druge strane, *vezni principi* ukazuju na koji je način scenarij povezan s prethodno razmatranim fenomenima čijem je objašnjavanju teorija namijenjena. Ta se opća koncepcija, mislim, podjednako odnosi na ona dva tipa teorija što

¹ Ovaj ogleđ dalje razvija i u nekim aspektima modificira neke ideje izložene u ranijem članku „On the Structure of Scientific Theories“, objavljenom u *The Isenberg Memorial Lecture Series*, 1965–66 (East Lansing: Michigan State University Press, 1969), str. 11–38. Zahvalan sam Michigan State University Press za dopuštenje da neke odlomke iz tog ogleđ ukljućim u ovaj.

ih Nagel, slijedeći Rankinea, lući u svojoj temeljitoj raspravi o tom predmetu², naime, „apstraktivne“ teorije kakva je newtonovska teorija gravitacije i „hipotetske“ teorije kakva je kinetićka teorija topline ili valna i korpuskularna teorija svjetlosti.

Ako su *I* i *B* skupovi unutrašnjih i veznih principa kojima je karakterizirana teorija *T*, tada se *T* može prikazati kao uređeni par tip skupova:

$$(1a) \quad T = (I, B).$$

Ili alternativno i s većom intuitivnom privlačnošću, *T* se može konstruirati kao skup logićkih konzekvenci zbroya dvaju skupova:

$$(1b) \quad T = c(IUB).$$

Formulacija unutrašnjih principa tipićno će se poslužiti teorijskim rječnikom V_T , tj. skupom termina koji nisu bili upotrijebljeni u ranijim opisima i generalizacijama o empirijskim fenomenima koje *T* treba da objasni, nego su bili posebno uvedeni da karakteriziraju teorijski scenarij i njegove zakone. Vezni principi oćigledno će sadržavati i termine iz V_T i one iz rječnika upotrijebljena pri formuliranju prvotnih opisa i generalizacija o fenomenima koje teorija treba da objasni. Taj će rječnik tako biti na raspolaganju i shvaćen prije uvođenja teorije a njegovom će upotrebom upravljati principi koji su, bar u početku, nezavisni o teoriji. Nazovimo ga *pred-teorijskim* ili *prethodnim rječnikom* V_A u odnosu na teoriju o kojoj se radi.

Ćesto se smatralo da su razmatrani fenomeni za koje teorija treba da daje objašnjenje opisani, ili barem opisivi, pomoću jednog opažajnog rječnika, tj. skupa termina koji oznaćavaju određene pojedinacnosti ili opće atribute koji su pod odgovarajućim uvjetima dostupni „direktnu promatranju“ ljudskih promatraća. Ali bilo je ustanovljeno da je ta koncepcija neadekvatna u nekoliko važnih toćaka³.

² E. Nagel, *The Structure of Science*, New York, Harcourt, Brace and World, 1961, str. 125–129.

³ Vidi daljnu diskusiju o tom predmetu u kojoj su također navedene dodatne upute na literaturu: H. Putnam, „What Theories Are Not“, u *Logic, Methodology and Philosophy of Science* uredili E. Nagel, P. Suppes, A. Tarski, Stanford, Calif., Stanford University Press, 1962, str. 240–251; primjedbe R. Jeffreyja o tom ogleđu u *Journal of Philosophy*, 61, 1964, str. 80–84; G. Maxwell, „The Ontological Status of Theoretical Entities“, u *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, uredili H. Feigl i G. Maxwell, vol. III, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1962, str. 3–27; P. Achinstein, *Concepts of Science*, Baltimore, Johns Hopkins Press, 1968, glava 5.

Predložena distinkcija između teorijskog i prethodnog rječnika nije ovisna ni o kojoj takvoj pretpostavci. Termini prethodnog rječnika ne moraju, a zapravo i ne smiju, biti općenito shvaćeni kao opažajni u upravo nagoviještenu uskom smislu, jer će prethodni rječnik dane teorije često sadržavati termine koji su prvotno bili uvedeni u kontekstu neke ranije teorije i koji nisu opažajni u uskom intuitivnom smislu. Pogledajmo neke primjere.

U klasičnoj kinetičkoj teoriji plinova unutrašnji su principi pretpostavke o molekulama plina; oni se odnose na njihovu veličinu, njihovu masu, njihov velik broj, a također uključuju različite zakone djelomično preuzete iz klasične mehanike, djelomično statističke po svojoj prirodi, a koji se tiču kretanja i sudara molekula i rezultirajućih promjena njihovih impulsa i energija. Vezni principi uključuju iskaze poput onoga da je temperatura plina proporcionalna srednjoj kinetičkoj energiji njegovih molekula i da je brzina kojom se različiti plinovi šire kroz zidove neke posude proporcionalna broju molekula plinova o kojima se radi i njihovim prosječnim brzinama. Pomoću takvih veznih principa određene mikrokarakteristike plina koje pripadaju scenariju kinetičke teorije povezuju se s makroskopskim osobinama kao što su temperatura, tlak i brzina difuzije; one se mogu opisati — i generalizacije koje se na njih odnose mogu se formulirati — pomoću jednog prethodno dostupnog rječnika, naime, onoga klasične termodinamike. A neke od osobina o kojima se radi s pravom bi se mogle smatrati prilično izravno opažljivima ili mjerljivima.

Uzmimo, s druge strane, teorijsko objašnjenje što ga je Bohrova rana teorija o vodikovu atomu pribavila za neke prethodno ustanovljene empirijske zakone poput ovih: svjetlost što je odašilje užareni plin vodika ograničena je na određene karakteristične diskretne valne dužine koje odgovaraju skupu različitih linija u emisionom spektru vodika; te valne dužine odgovaraju određenim općim matematičkim formulama od kojih je prva i najglasovitija Balmerova

$$\lambda = b \frac{n^2}{n^2 - 4}$$

Ovdje je b numerička konstanta; i kad n dobiva vrijednosti 3, 4, 5, ..., formula kao rezultat daje valne dužine linija koje sačinjavaju tzv. Balmerovu seriju u spektru vodika.

Pogledajmo sada ukratko *unutrašnje principe* i *vezne principe* teorije kojom je Bohr objasnio te i druge empirijske zakone koji se tiču vodikova spektra.

Unutrašnji principi formuliraju Bohrovu koncepciju da se atom vodika sastoji od jezgre oko koje kruži elektron u jednoj ili drugoj od skupa diskretnih orbita s radiusima $r_1, r_2, r_3, \dots$, gdje je r_i proporcionalno s i^2 ; da elektron, kad je u svojoj i -toj orbiti, ima energiju E_i karakterističnu za tu orbitu i proporcionalnu s $(-1/r_i)$; da elektron može skočiti iz uže orbite u širu ili obrnuto i da on u tom procesu apsorbira ili emitira količinu energije koja je jednaka apsolutnoj razlici između energija povezanih s tim orbitama.

Vezni principi, koji povezuju ta zbivanja s optičkim fenomenima koje treba objasniti, uključuju iskaze poput ovih: (a) svjetlost koju odaje užareni vodikov plin rezultat je emitiranja energije od strane onih atoma čiji elektroni baš preskakuju iz vanjskih orbita u unutarnje; (b) energija oslobođena skokom elektrona iz i -te orbite u j -tu ($i > j$) odaje se u obliku monokromatskih elektromagnetskih valova valne dužine $\lambda = (h \cdot c)/(E_i - E_j)$, gdje je h Planckova konstanta a c brzina svjetlosti.

Kao što treba očekivati, ti vezni principi sadrže, s jedne strane, određene teorijske termine kao što su „elektronska orbita“ i „skok elektrona“ koji su posebno uvedeni da opišu teorijski scenarij; s druge strane, oni također sadrže određene prethodno dostupne termine kao što su „plin vodika“, „spektar“, „valna dužina svjetlosti“, „brzina svjetlosti“ i „energija“. A jasno je da bar neki od termina — na primjer „valna dužina svjetlosti“ i „plin vodika“ — nisu opažajni termini u ranije spomenutu intuitivnom smislu. Pa ipak, ti su termini prethodno shvaćeni u gore označenu smislu; jer kad je Bohr iznio svoju teoriju vodikova atoma, principi za njihovu upotrebu, uključivši principe mjerenja optičkih valnih dužina, već su bili dostupni; oni su se temeljili na prethodnim teorijama uključivši valnu optiku.

2. Tumačenje teorija kao interpretiranih računa

U analitičkoj filozofiji znanosti teorije su obično bile karakterizirane na način prilično različit od upravo ocrtana; a barem sve donedavna ta je karakterizacija bila tako široko prihvaćena da je se moglo smatrati „standardnim“ ili „prihvaćenim“ filozofskim tumačenjem znanstvenih teorija⁴. A po

⁴ Naziv „prihvaćeno gledište“ o ulozi teorija“ Putnamov je („What Theories Are Not“, str. 240). Neke karakteristične stadije u evoluciji tog tumačenja znanstvenih teorija prikazuju slijedeća djela: N. R. Campbell, *Physics: The Elements*, Cambridge, Cambridge University

tom tumačenju teoriju karakteriziraju dva sastavna dijela koji, štaviše, imaju neke jasne sličnosti s onim što je gore bilo nazvano njezinim unutrašnjim i njezinim veznim principima.

Prvi je sastavni dio aksiomatizirani deduktivni sistem — koji se ponekad navodi pod imenom računa — neinterpretiranih formula, pri čemu postulati sistema odgovaraju temeljnim principima teorije. Tako se, grubo govoreći, o postulatima računa može misliti kao o formulama dobivenima aksiomatizacijom unutrašnjih principa teorije i potom zamjenjivanjem primitivnih teorijskih termina u aksiomima varijablama ili nespecificiranim konstantama.

Druga je komponenta skup rečenica koji računu daje empirijski karakter ili primjenjivost tako što interpretira neke od njegovih formula empirijskim terminima — naime, terminima rječnika koji služi da se opišu fenomeni koje teorija treba da objasni. Za te rečenice, koje su očigledno srodne gore spomenutim veznim principima, tvrdili su Campbell i Ramsey da tvore „rječnik“ koji teorijske termine stavlja u odnos s pred-teorijskima;⁵ drugi pisci su govorili o njima kao o „operacionalnim definicijama“ ili „koordinativnim definicijama“ teorijskih termina, kao o „pravilima korespondencije“ ili o „interpretativnim principima“.

Standardna se koncepcija tada može shematizirati tako da se teorija prikaže kao uređeni par skupova rečenica:

(2) $T = (C, R)$.

gdje je C skup formula računa a R skup pravila korespondencije.

Dok su vezni principi upotrijebljeni u našoj početnoj karakterizaciji teorije zamišljeni kao podskup klase rečenica koje teorija tvrdi, status pravila korespondencije u standardnom tumačenju manje je jasan. Jedno plauzibilno njihovo tumačenje bilo bi da su ona terminološka pravila koja pripadaju

Press, 1920; pretiskano kao *Foundations of Science*, New York, Dover, 1957, glava 5; F. P. Ramsey, „Theories“ 1929, u Ramsey, *The Foundations of Mathematics*, London, Routledge and Kegan Paul 1931; R. Carnap, *Foundations of Logic and Mathematics*, Chicago, University of Chicago Press, 1939, osobito odjelci 21—25; R. B. Braithwaite, *Scientific Explanation*, Cambridge, Cambridge University Press, 1953, glave I—III; R. Carnap, „The Methodological Character of Theoretical Concepts“, u *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, uredili H. Feigl i M. Scriven, vol. I, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1956, str. 38—76; R. Carnap, *Philosophical Foundations of Physics*, uredio M. Gardner, New York, London, Basic Books, 1966, dio V; Nagel, *The Structure of Science*, glave 5 i 6.

⁵ Campbell, *Foundations of Science*, str. 122; Ramsey, „Theories“, str. 215.

metajeziku teorije a koja definicijom ili općenitijom terminološkom konvencijom ustanovljuju istinitost određenih rečenica (u jeziku teorije) koje sadrže i teorijske i pred-teorijske termine. Iz tog razloga ne može se pronaći nešto što bi bilo neposredno analogno s (1b) kao alternativna shematizacija standardnog gledišta. Status pravila korespondencije bit će dalje razmotren u odjeljku 6.

Bio bi to zadatak od interesa i za povijest i za filozofiju znanosti da se utvrdi porijeklo standardne koncepcije i da se do u neke pojedinosti ispita njezin razvoj. Takvo bi proučavanje zacijelo moralo uzeti u obzir Reichenbachovu karakterizaciju fizikalne geometrije (tj. teorije geometrijske strukture fizičkog prostora) kao apstraktna, neinterpretirana sistema „čiste“ ili matematičke geometrije dopunjene skupom koordinativnih definicija za primitivne pojmove⁶ i moralo bi razmotriti Poincaréova i Einsteinova gledišta o geometrijskoj strukturi fizičkog prostora.

Campbell i neki drugi zastupnici standardne koncepcije uvode i treći sastavni dio teorije — Campbell ga naziva analogijom, drugi (među njima Nagel) nazivaju ga modelom — za koji se kaže da karakterizira temeljne ideje teorije pomoću pojmova s kojima smo prethodno upoznati i kojima upravljaju dobro poznati empirijski zakoni koji imaju isti oblik kao neka od osnovnih načela teorije. Uloga modela u tom smislu bit će razmotrena kasnije; dotada standardna koncepcija bit će shvaćana u smislu sheme (2). Ja sam se osobno oslanjao na standardno tumačenje u nekoliko ranijih studija, ali počeo sam ga smatrati neadekvatnim u nekim filozofski važnim aspektima na koje ću pokušati ukazati u slijedećim odjeljcima.

3. Uloga aksiomatiziranog računa u formuliranju teorije

Moje sumnje ne tiču se očigledne činjenice da teorije kako ih učenjaci izlažu i upotrebljavaju gotovo nikada nisu formulirane u skladu sa standardnom shemom; a niti one potječu od misli da bi standardna formulacija mogla u najboljem slučaju predstavljati teoriju kao nekako naglo zamrznutu u jednom trenutačnom stadiju onoga što je u stvari sistem ideja u neprekidnu razvoju. Ta opažanja ne predstavljaju, mislim, neku konkluzivnu kritiku, jer se za standardno tumačenje nikada nije tvrdilo da pruža opisni prikaz toga kako učenjaci

⁶ Ta je ideja izložena veoma eksplicitno u 8. glavi knjige H. Reichenbacha *The Rise of Scientific Philosophy*, Berkeley and Los Angeles, University of California Press, 1951.

stvarno formuliraju i upotrebljavaju teorije u neprekidnom procesu znanstvenog istraživanja; ono je prije bilo zamišljeno kao shematska eksplikacija koja bi jasno izložila određene logičke i epistemološke karakteristike znanstvenih teorija.

Ta obrana standardne koncepcije ipak prirodno nameće ovo pitanje: koje su logičke i epistemološke karakteristike teorija za koje shema (2) služi da ih izloži i rasvijetli? Razmotrimo redom različita obilježja što ih shema pripisuje teoriji započinjući s aksiomatiziranim računom.

Što da se kaže u prilog pretpostavljanja aksiomatizacije? Moglo bi se sasvim plauzibilno tvrditi da je aksiomatsko izlaganje neophodno sredstvo za nedvosmisleno iskazivanje teorije. Jer teorija treba da bude zamišljena tako da tvrdi skup rečenica koji je zatvoren pod relacijom logičke konzekvence u smislu da on sadrži sve logičke konzekvence (izrazi u jeziku teorije) bilo kojeg od svojih podskupova. Teoriju će, dakle, činiti beskonačan skup rečenica.⁷ Da bi se nedvosmisleno specificirao beskonačan skup rečenica koje se predloženom teorijom želi tvrditi, bit će potrebno pronaći opći kriterij koji određuje za svaku rečenicu S da li je teorija tvrdi. Aksiomatizacija pruža takav kriterij: teorija tvrdi S jedino u slučaju ako je S izvodivo iz specificiranih aksioma ili postulata.

Taj kriterij nedvojbeno određuje članstvo u intendiranu skupu rečenica, ali on nam ne pruža opću metodu da doista otkrijemo pripada li dana rečenica tom skupu; jer općenito nema efektivne procedure odlučivanja koja za bilo koju rečenicu S utvrđuje u konačnu broju koraka da li je S izvodivo iz aksioma. Ali u svakom slučaju standardno tumačenje pretpostavlja aksiomatizaciju samo za formule neinterpretiranog računa C a ne za sve rečenice koje T tvrdi⁸ tako da se predloženi argument ovdje zapravo ne može primijeniti.

Jedna od privlačnih strana što ih standardno tumačenje ima za filozofe leži bez sumnje u njegovoj prividnoj sposob-

nosti da ponudi jednostavna rješenja za filozofske probleme koji se tiču značenja i referencije teorijskih izraza. Ako karakteristični rječnik jedne teorije predstavlja „nove“ pojmove ranije neupotrebljavane i izmišljene specijalno da opišu teorijski scenarij, onda se čini razboritim i uistinu filozofski značajnim ispitivati kako su specificirana njihova značenja. Jer ako oni ne bi imali jasno određena značenja, tada, čini se, ne bi ih imali niti teorijski principi u kojima su oni upotrijebljeni i u tom slučaju ne bi imalo smisla pitati da li su ti principi istiniti ili neistiniti, da li se događaji kakve zahtijeva teorijski scenarij stvarno dešavaju itd.⁹ Odgovor za koji se često uzima da ga standardno tumačenje nudi jest, općenito govoreći, da značenja teorijskih termina određuju dijelom postulati računa koji im služe kao „implicitne definicije“ a dijelom pravila korespondencije koja im pribavljaju empirijski sadržaj. Ali ta je koncepcija podložna različitim pitanjima od kojih će neka biti postavljena u nastavku ovog našeg razmatranja.

Što se, pak, tiče prednosti aksiomatizacije, ovdje nije potrebno odavati priznanje njezinu gotemü značenju za logiku i matematiku i njihove metateorije. U nekim slučajevima aksiomatska su proučavanja poslužila i za rasvjetljavanje filozofskih problema koji se tiču teorija u empirijskim znanostima. Jedan je zanimljiv primjer Reichenbachova aksiomatski orijentirana, premda ne strogo formalizirana analiza baze i strukture teorije relativiteta¹⁰. Ta analiza, koja je bila poduzeta prije nekih četrdeset godina, tehnički je uočljivo inferiorna novijim aksiomatskim formalizacijama, ali ona je usprkos tome bila filozofski poticajna i iluminativna jer je uznastojala da razjasni — u velikoj mjeri, mislim, u Einsteinovu duhu — uloge iskustva i konvencije u fizikalnom teoretiziranju o prostoru, vremenu i kretanju i fizikalnu osnovu relativističke teorije prostornih i vremenskih udaljenosti, istovremenosti itd. U temeljnijem smislu Reichenbachova istraživanja bila su zamišljena kao na posebnom *case study* zasnovana kritika Kan-

⁷ Na primjer, u mojem ogledu „The Theoretician's Dilemma“, u *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, uredili H. Feigl, M. Scriven i G. Maxwell, vol. II Minneapolis University of Minnesota Press, 1958, str. 37—98.

⁸ Zapazite, nasuprot tome, da se u istraživanjima Ramseyja (u „Theories“) i Craiga, koja se tiču mogućnosti izbjegavanja teorijskih termina u korist pred-teorijskih, pretpostavlja aksiomatizacija cjelokupne teorije. Za pomno izlaganje i ocjenu tih istraživanja vidi I. Scheffler, *The Anatomy of Inquiry*, New York, Knopf, 1963, str. 193—222. O Ramseyjevoj metodi vidi također Carnap, *Philosophical Foundations of Physics*, glava 26; I. Scheffler, „Reflections on the Ramsey Method“, *Journal of Philosophy*, 65, 1968, str. 269—274; i H. Bohnert, „In Defense of Ramsey's Elimination Method“, *Journal of Philosophy*, 65, 1968, str. 275—281.

⁹ Različiti aspekti tog problema brižljivo su prikazani i istraženi u Nagel, *The Structure of Science*, glava 6, i u Scheffler, *The Anatomy of Inquiry*, dio II.

¹⁰ Vidi H. Reichenbach, *Axiomatik der relativistischen Raum—Zeit—Lehre*, Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1924, i također Reichenbachov članak „Über die physikalischen Konsequenzen der relativistischen Axiomatik“, *Zeitschrift für Physik*, 34, 1925, str. 32—48. U tom članku, na koji mi je ljubazno skrenuo pažnju profesor A. Grünbaum, Reichenbach izlaže glavne ciljeve svojih aksiomatskih nastojanja; na str. 37—38. on odbacuje kao irelevantan za svoj poduhvat prigovor Hermanna Weyla da je Reichenbachova aksiomatizacija odviše komplicirana i nepregledna s čisto matematičke točke gledišta.

tova pojma apriorna znanja. Također, aksiomatski je pristup igrao važnu ulogu u von Neumannovu dokazivanju¹¹ da je nemoguće nadopuniti formalizam kvantne mehanike uvođenjem skrivenih parametara na način koji dopušta determinističku teoriju.

Neki suvremeni logičari i filozofi znanosti smatraju aksiomatizaciju znanstvenih teorija tako važnom za svrhe i znanosti i filozofije da su utrošili mnogo truda i pokazali neobičnu domišljatost u stvarnom izgrađivanju takvih aksiomatskih formulacija. Neke od tih, kao što su one koje je razvio Kyburg¹², maleni su i relativno jednostavni fragmenti znanstvenih teorija u logici prvog reda; druge, osobito one koje je izgradio Suppes i njegovi suradnici, bave se bogatijim, kvantitativnim teorijama i formaliziraju ih mnogo moćnijim aparatom teorije skupova i matematičke analize¹³.

Ali neke od tvrdnji koje su bile iznesene u prilog aksiomatiziranju znanstvenih teorija po mom su mišljenju podložne sumnji. Na primjer, Suppes je tvrdio da je formaliziranje i aksiomatiziranje znanstvenih pojmova i teorija „primarna metoda filozofske analize“ i da tako pomaže „razjašnjavanju pojmovnih problema i činjenju eksplicitnima temeljnih pretpostavki svake znanstvene discipline“ te da je „formaliziranje povezane porodice pojmova jedan od načina da se na eksplicitan način iznese na vidjelo njihovo značenje“¹⁴.

U kojem se smislu za neinterpretiranu aksiomatizaciju može reći da „iznosi na vidjelo značenja“ primitivnih termina? O postulatima jedne formalizirane teorije često se kaže da čine „implicitne definicije“ primitivnih pojmova, jer zahtijevaju od ovih potonjih da stoje za sve vrste entiteta i odnosa koji zajednički zadovoljavaju postulate. Ako na aksiomatizaciju treba gledati kao na neki način definiranja primitivnih pojmova, onda je logički više zadovoljavajuće sa Suppesom protumačiti aksiomatizaciju kao proizvođenje eksplicitne definicije „predikata teorije skupova“ višeg reda. U oba slučaja formalizirana se teorija tada shvaća kao ona koja se u biti

¹¹ J. von Neumann, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Princeton, N. J., Princeton University Press, 1955, glava 4.

¹² H. E. Kyburg, *Philosophy of Science: A Formal Approach*, New York, Macmillan, 1968.

¹³ Lucidan i bogato ilustriran uvod u tu metodu aksiomatizacije definicijom „predikata teorije skupova“ dan je u 12. glavi knjige P. Suppes, *Introduction to Logic*, New York, Van Nostrand, 1957.

¹⁴ P. Suppes, „The Desirability of Formalization in Science“, *Journal of Philosophy*, 65, 1968, str. 651–664; citati sa str. 653. i 654.

bavi upravo onim vrstama entiteta i odnosa koje čine postulate istinitima¹⁵.

To tumačenje može imati neku plauzibilnost za aksiomatizirane čisto matematičke teorije — Hilbert ga je usvojio u vezi sa svojom aksiomatizacijom euklidske geometrije —, ali uopće nije plauzibilno držati da primitivni termini jedne aksiomatizirane teorije u empirijskoj znanosti moraju biti shvaćeni tako da stoje za entitete i attribute za koje su postulati, pa onda i teoremi, istiniti; jer po tom tumačenju istinitost aksiomatizirane teorije bila bi zajamčena a priori, bez ikakve potrebe za empirijskim proučavanjem¹⁶.

Ima doista slučajeva u kojima se može reći da aksiomatizacija veoma značajno doprinosi analitičkom pojašnjavanju sistema pojmova. Suppes s pravom spominje Kolmogorovljevu aksiomatizaciju teorije vjerojatnosti kao izrazit primjer¹⁷. Ali treba zapaziti da Kolmogorovljev formalni sistem dopušta tako raznolike interpretacije kao što su Carnapova logička ili induktivna vjerojatnost, Savageova osobna vjerojatnost i empirijsko tumačenje vjerojatnosti pomoću graničnih relativnih učestalosti. Ovo potonje, koje ima središnje značenje u empirijskoj znanosti, prouzročilo je neugodne teškoće filozofskim naporima da se dođe do zadovoljavajućeg tumačenja. Von Mises, Reichenbach, Popper, Braithwaite i drugi svi su uznastojali da protumače pojam statističke vjerojatnosti ili da specificiraju principe koji upravljaju njegovom znanstvenom upotrebom. Neki od tih principa tiču se čistog računa vjerojatnosti kojim se Kolmogorovljeva aksiomatizacija jedino bavi; drugi — i to su oni filozofski uistinu najzamršeniji — tiču se njegove primjene. A Kolmogorovljeva analiza uopće ne dotiče drugi dio

¹⁵ Za brižljivo i iluminativno kritičko razmatranje tumačenja postulata kao implicitnih definicija za primitivne pojmove vidi glavu II u R. Grandy, „On Formalization and Formalistic Philosophies of Mathematics“, doktorska disertacija, Princeton University, 1967. Što se tiče ograničenja što ih zahtjev istinitosti za postulate nameće dopustivim interpretacijama primitivnih pojmova Grandy primjećuje da to „nije samo ograničenje konstanta nego skupa konstanta plus univerzuma govora. Parafraza toga jest: postulati implicitno definiraju, ako išta, konstante plus kvantifikatore“ (str. 41).

¹⁶ Kyburg zato dijeli aksiome jedne teorije na „materijalne aksiome“ i značenjske postulate (u smislu Carnapa i Kemenyja) i naglašava da „ne možemo [ovej] trpati u istu vreću i smatrati ih implicitnom definicijom termina koji se u njoj pojavljuju“ (*Philosophy of Science*, str. 124). Može se pretpostaviti da samo značenjski postulati daju implicitne definicije; ali razlikovanje dviju vrsta aksioma trpi od istih teškoća kao razlikovanje između analitičkog i sintetičkog.

¹⁷ Suppes, „The Desirability of Formalization in Science“, str. 654.

problema: „iznošenje na vidjelo značenja“ termina „vjerojatnost“ „u eksplicitnom obliku“¹⁸.

Općenito govoreći, formalizacija unutrašnjih principa kao računa ne baca svjetlo na ono što se po standardnom tumačenju shvaća kao njegova interpretacija; u najboljem slučaju ona baca svjetlo na dio znanstvene teorije o kojoj je riječ. A što se tiče tvrdnje da formalizacija čini eksplicitnima osnovne pretpostavke znanstvene discipline o kojoj se radi, treba imati na umu da je aksiomatizacija u osnovi sredstvo izlaganja koje utvrđuje skup rečenica i izlaže njihove logičke odnose, ali ne i njihove epistemičke zasnovanosti i veze. Jedna znanstvena teorija dopušta mnogo raznih aksiomatizacija i zato se postulati, odabrani za jednu posebnu potrebu, ne moraju podudarati s onim što bi se u nekom bitnijem smislu moglo smatrati temeljnim pretpostavkama teorije; a nije potrebno niti da termini odabrani kao primitivni pojmovi u danoj aksiomatizaciji predstavljaju ono što bi iz epistemoloških ili drugih razloga moglo vrijediti kao bazični pojmovi teorije; a nije niti potrebno da se formalne definicije drugih teorijskih termina, dobivene pomoću odabranih primitivnih pojmova, podudaraju s iskazima koji bi u znanosti bili smatrani po definiciji istinitima i zato analitičkim. U aksiomatizaciji newtonovske mehanike drugome zakonu kretanja može se dati status definicije, postulata ili teorema, kako se kome sviđa; ali uloga koja mu se tako pridaje unutar aksiomatskog sistema ne pokazuje da li on u svojoj znanstvenoj upotrebi funkcionira kao istina po definiciji, kao bazični teorijski zakon ili kao izvedeni (ako se doista može reći da ima baš samo jednu od tih funkcija).

Stoga, koje god da se filozofsko razjašnjavanje dade postići time što se teorija prikaže u aksiomatiziranu obliku, ono će proizaći jedino iz aksiomatizacije neke posebne i primjerene vrste, a ne iz naprosto bilo koje aksiomatizacije niti čak iz jedne formalno osobito ekonomične i elegantne.

¹⁸ Suppes sam priznaje da je „teškoća s Kolmogorovljevom karakterizacijom čisto u smislu teorije skupova u tome što pojam vjerojatnosti nije dovoljno kategoričan“ (ibid.) i naglašava da je interpretacija jedne formalizirane teorije logički mnogo kompleksnija nego što bi sugerirao govor o pravilima korespondencije u „standardnom nacrtu znanstvenih teorija“ (P. Suppes, „What Is a Scientific Theory?“ u S. Morgenbesser (urednik), *Philosophy of Science Today*, New York and London, Basic Books, 1967, str. 55–67).

4. Uloga pred-teorijskih pojmova u unutrašnjim principima

Čini mi se, štaviše, da u standardnom tumačenju uvođenje aksiomatiziranog neinterpretiranog računa kao sastavnog dijela teorije zamagluje stanovite važne karakteristike zajedničke mnogim znanstvenim teorijama. Ta pretpostavka, naime, sugerira da su bazični principi teorije — oni koji odgovaraju računu — formulirani isključivo pomoću „novog“ teorijskog rječnika čiji bi termini bili nadomješteni varijablama ili nespecificiranim konstantama u aksiomatiziranom računu C. U tom slučaju konjunkcija postulata od C bio bi izraz tipa $\phi(t_1, t_2, \dots, t_n)$ tvoren od teorijskih termina jedino pomoću logičkih simbola. U stvari, međutim, unutrašnji principi većine znanstvenih teorija upotrebljavaju ne samo „nove“ teorijske pojmove nego i „stare“ ili pred-teorijske, one koji su karakterizirani u terminima prethodnog rječnika. Jer teorijski se scenarij normalno opisuje dijelom pomoću termina koji su u upotrebi i koji su bili shvaćeni prije uvođenja te teorije i nezavisno o njoj. Na primjer, bazične pretpostavke klasične kinetičke teorije plinova pripisuju atomima i molekulama karakteristike kao što su mase, volumeni, brzine, impulsi i kinetičke energije, koji su svi već bili korišteni u prethodnu proučavanju makroskopskih predmeta; valna teorija svjetlosti upotrebljava prethodno dostupne pojmove kao što su valna dužina i valna frekvencija, i tako dalje. Zato treba smatrati da unutrašnji principi neke teorije — a stoga i odgovarajući račun C — sadrže pred-teorijske termine pored termina teorijskog rječnika. Prema tome, združeni postulati od C tvorili bi izraz tipa $\psi(t_1, t_2, \dots, t_k, p_1, p_2, \dots, p_m)$ gdje t-ovi opet odgovaraju „novim“ teorijskim terminima, dok su p-ovi pred-teorijski, prethodno shvaćeni. Prema tome, teorijski račun koji standardna koncepcija povezuje s nekom teorijom u pravilu nije potpuno neinterpretiran sistem koji sadrži, osim logičkih i matematičkih simbola, samo nove teorijske termine.

S točke gledanja uskog operacionalizma moglo bi se prigovoriti da u tom novom kontekstu „stari“ termini $p_1, p_2, \dots, p_m$ predstavljaju nove pojmove, sasvim različite od onih koje označuju u svojoj pred-teorijskoj upotrebi. Jer upotreba termina kao što su „masa“, „brzina“ i „energija“ u vezi sa atomima ili subatomskim česticama zahtijeva sasvim nove operacionalne kriterije primjene budući da na atomskoj i subatomskoj razini veličine o kojima se radi ne mogu se mjeriti pomoću vaga, elektrometara i sličnoga, što sve pruža operacionalne kriterije za njihova mjerenja na pred-teorijskoj razini makroskopskih objekata. Po striktnoj operacionalističkoj maksimi da

različiti kriteriji primjene određuju različite pojmove morali bismo tako zaključiti da termini $p_1, p_2, \dots, p_m$, kad su upotrebljavani u unutrašnjim principima, stoje za nove pojmove i da je stoga neispravno upotrebljavati stare pred-teorijske termine u teorijskim kontekstima: da ih ondje treba zamijeniti prikladnim novim terminima koji bi, zajedno s $t_1, t_2, \dots, t_n$, tada pripadali teorijskom rječniku.

Ali razlike u operacionalnim kriterijima primjene, kao što je dobro poznato, ne mogu se općenito smatrati indikativnim za razlike u pojmovima o kojima se radi; inače bi trebalo držati nemogućim mjerenje „jedne iste veličine“ u određenoj prilici — kao što je temperatura ili gustoća dane količine plina — različitim metodama ili čak različitim instrumentima slične konstrukcije; kao posljedica toga, raznolikost metoda mjerenja neke veličine već na makroskopskoj razini tražila bi apsurdno množenje i razlikovanje pojmova temperature, pojmova gustoće itd.

Štaviše, tako dugo dok sebi dopuštamo upotrebu notorno neodređena i mutna pojma značenja, morat ćemo smatrati da se značenja znanstvenih termina odražavaju ne samo u njihovim operacionalnim kriterijima primjene nego i u nekim od zakona ili teorijskih principa u kojima funkcioniraju. A u tom kontekstu čini se značajnim zapaziti da se neki od najtemeljnijih principa što upravljaju pred-teorijskom upotrebom (recimo u odnosu na klasičnu kinetičku teoriju) termina kao što su „masa“, „brzina“ i „energija“ prenose u njihovu teorijsku upotrebu. Tako se u klasičnoj kinetičkoj teoriji uzima da je masa aditivna u smislu da je masa nekoliko čestica uzetih zajedno jednaka zbroju masa sastavnih dijelova točno kao kod makroskopskih tijela. Slično se zakoni o održanju mase, energije i impulsa prenose — bar u početku — od pred-teorijske na teorijsku razinu.

U stvari, princip aditivnosti mase ovdje se upotrebljava ne samo kao pred-teorijski i kao unutrašnji teorijski princip nego i kao vezni princip. U toj potonjoj ulozi on implicira, na primjer, da je masa neke količine plina jednaka zbroju masa molekula koje je sačinjavaju; on tako povezuje određena obilježja teorijskog scenarija s odgovarajućim obilježjima makroskopskih sistema koji se mogu opisati u pred-teorijskim terminima. Te različite uloge principa aditivnosti jasno su pretpostavljene u objašnjavanju zakona o konstantnim i mnogostrukim proporcijama i u određenim metodama utvrđivanja Avogadrova broja. Ta razmatranja sugeriraju da se teško može uzeti da termin „masa“ i drugi stoje za posve

različite pojmove zavisno o tome da li se primjenjuju na makroskopske objekte ili na atome i molekule.

U prilog tom gledištu moglo bi se također tvrditi da klasična mehanika ne nameće donju granicu veličini ili masi tijela za koja se smisleno mogu upotrijebiti pojmovi mase, brzine, kinetičke energije itd., a niti zakoni koji upravljaju tim pojmovima nisu podložni nikakvim takvim restrikcijama¹⁹. To sugerira daljnji odgovor na operacionalistički prigovor razmotren čas prije: primjena klasično-mehaničkih principa ukazuje da makroskopske metode, koje se služe mehaničkim preciznim vagama itd., nisu dovoljno osjetljive za vaganje atoma, ali da će neki indirektni postupci dati operacionalna sredstva za utvrđivanje njihovih masa. Prema tome, potreba za različitim metodama mjerenja ne ukazuje na pojmovnu razliku u značenjima riječi „masa“ kako se ona upotrebljava u ta dva konteksta, nego na veliku razliku u masi između objekata o kojima se radi.

Analogni argumenti, međutim, nisu primjenjivi u svakom slučaju gdje se pred-teorijski termini upotrebljavaju u formulaciji teorijskih principa. Prema tekućoj teoriji, na primjer, masa atomske jezgre manja je od zbroja masa svojih sastavnih dijelova, protona i neutrona; tako su načela aditivnosti i održanja mase napuštena na subatomske razine. Hoćemo li reći da ta „teorijska promjena“ ukazuje na promjenu u značenju termina „masa“ ili prije da je došlo do promjene u nekim ranije dobro utemeljenim općim zakonima za koje se prije nadolaska nove teorije pogrešno vjerovalo da važe za tu jednu veličinu, masu, na koju se odnose i nova teorija i ona ranija?

Tom je pitanju u posljednjim desetljećima bilo posvećeno mnogo pažnje u diskusiji o idejama Feyerabenda, Kuhna i nekih drugih o teorijskoj promjeni u znanosti i o zavisnosti značenja znanstvenih termina o teoriji²⁰. Kako je, međutim,

¹⁹ Tu je misao istakao i Achinstein, *Concepts of Science*, str. 114; uistinu, njegovo raspravljavanje na str. 106–119. o načinima na koje se teorijski termini uvode u znanost pruža mnogo razjašnjavajućih opaski i ilustracija koje se dobro slažu s gledištem izraženim u ovom odjeljku i koje mu daju dodatnu potporu.

²⁰ Vidi, na primjer, T. S. Kuhn, *The Structures of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press, 1962; P. K. Feyerabend, „Explanation, Reduction, and Empiricism“, u Feigl and Maxwell (urednici), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. III, str. 28–97; P. K. Feyerabend, „Reply to Criticism“, u R. S. Cohen and M. W. Wartofsky (urednici), *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. II, New York, Humanities, 1965, str. 223–261; N. R. Hanson, *Patterns of Discovery*, Cambridge, Cambridge University Press, 1958. Za iluminativnu kritičku i konstruktivnu raspravu o tim idejama i za

ta diskusija pokazala, zadovoljavajuće rješenje tog pitanja zahtijevalo bi adekvatniju teoriju pojma istoznačnosti nego što se čini da nam je na raspolaganju.

5. Uloga modela u specifikaciji neke teorije

Kao što je bilo ranije spomenuto, neke pristalice standardnog tumačenja drže da teorija ima treću komponentu uz račun i pravila korespondencije, naime, „model“ za apstraktni račun koji pribavlja materiju za okosničku strukturu pomoću više ili manje poznate pojmovne ili vizualno predočive građe²¹.

U Bohrovoj teoriji vodikova atoma, na primjer, postulati računa bile bi bazične matematičke jednadžbe te teorije izražene pomoću neinterpretiranih simbola kao što su „ i “, „ r_i “, „ E_i “. Model specificira koncepciju o kojoj je ranije bila riječ a po kojoj se vodikov atom sastoji od jezgre oko koje kruži elektron po jednoj ili drugoj od njemu dostupnih orbita itd. U tom modelu „ r_i “ intepretira se kao radius i -te orbite, „ E_i “ kao energija elektrona kad je on u i -toj orbiti itd. Najzad, pravila korespondencije vezuju teorijski pojam odašiljanja energije povezana orbitalnim skokom s eksperimentalnim pojmom odgovarajućih valnih dužina ili spektralnih linija i uspostavljaju druga povezivanja te vrste.

Raspravljajući o te tri komponente Bohrove teorije, Nagel primjećuje da je u pravilu teorija ugrađena u model a ne naprosto formulirana kao apstraktni račun i skup pravila korespondencije zato što, između ostalih razloga, teoriju je tada moguće lakše razumjeti nego neizbježno kompleksnije formalno izlaganje²². Čini se, međutim, da u nekim slučajevima značaj modela u Nagelovu smislu ide dalje od toga, kao što ću pokušati ukratko naznačiti.

Termin „model“ bio je u filozofiji znanosti upotrebljavan u više različitih značenja. Jedno od njih odnosi se na ono što bi se moglo nazvati analogijskim modelima kao što su meha-

daljnje bibliografske upute vidi P. Achinstein, „On the Meaning of Scientific Terms“, *Journal of Philosophy* 61, 1964, 497–510; Achinstein, *Concepts of Science*, str. 91–105; H. Putnam, „How Not to Talk about Meaning“, u Cohen i Wartofsky (urednici), *Boston Studies in the Philosophy of Science II*, 205–222; D. Shapere, „Meaning and Scientific Change“, u R. G. Colodny (urednik), *Mind and Cosmos*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 1966, str. 41–85; I. Scheffler, *Science and Subjectivity*, Indianapolis, Bobbs-Merrill, 1967, osobito glave 1, 3, 4.

²¹ Nagel, *The Structure of Science*, str. 90.

²² *Ibid.*, str. 95. Nagelova detaljna rasprava o tom predmetu (glava 5. i str. 107–117) vraća pažnju i na druge funkcije modela u tom smislu, među njima i na njihovu heurističku ulogu.

nički ili hidrodinamički prikazi električnih struja ili svjetlonosnog etera koji je igrao značajnu ulogu u fizici kasnog XIX i ranog XX stoljeća. Jasno je da modelima te vrste nije svrha da prikažu stvarnu mikrostrukturu modeliranih fenomena. Oni u sebi nose implicitnu klauzulu „kao da“; tako se električne struje u određenim aspektima ponašaju kao da se sastoje od strujanja tekućine kroz cijevi različitih širina i pod različitim pritiscima; analogija počiva na činjenici da fenomenima tih dviju različitih vrsta upravljaju određeni zakoni koji imaju isti matematički oblik. Analogijski modeli mogu imati znatnu heurističku vrijednost; oni mogu olakšavati shvaćanje neke nove teorije i mogu sugerirati njezine moguće implikacije i čak obećavajuća proširenja; ali oni ništa ne dodaju sadržaju teorije i zato su logički zanemarivi.

No čini mi se da se taj sud ne može primijeniti na ono što bi Nagel nazvao modelima implicitnim u teorijama kao što su kinetička teorija plinova, klasična valna i korpuskularna teorija svjetlosti, Bohrova teorija vodikovog atoma, teorija kristalne strukture kao molekularne rešetke ili nedavne teorije o molekularnoj strukturi gena i o bazi genetskog koda. Sve one tvrde da ne nude analogije, nego pokušaje opisa stvarne mikrostrukture proučavanih objekata i procesa. Tvrdi se da se plinovi stvarno sastoje od molekula koje se kreću naokolo i sudaraju pri različitim velikim brzinama; za atome se tvrdi da imaju određene subatomske sastavne dijelove i tako dalje. Bez sumnje, te tvrdnje, poput tvrdnja bilo koje druge znanstvene hipoteze, mogu kasnije biti modificirane ili odbačene; ali one čine integralan dio dotične teorije. Na primjer, kao što sam ranije napomenuo, ako model u Nagelovu smislu karakterizira određene teorijske varijable kao mase, brzine, energije i slično, može se uzeti da to ukazuje da se određeni zakoni, koji su karakteristični za mase, brzine i energije, mogu primijeniti na te varijable i da će, ako neki od tih zakona prestanu važiti u toj teoriji, potrebne modifikacije biti učinjene eksplicitnima. To se dogodilo, na primjer, u Bohrovu modelu gdje se — suprotno klasičnoj elektromagnetskoj teoriji — pretpostavlja da elektron koji kruži u orbiti ne zrači nikakvu energiju. Dakle, specifikacija modela djelomično određuje koje se konsekvence mogu izvesti iz teorije i, prema tome, što teorija može objasniti ili predvidjeti.

Još određenije, čini se da je, kad je znanstvena teorija aksiomatizirana, postupak ograničen na matematičke veze koje ta teorija pretpostavlja između kvantitativnih obilježja scenarija; drugi se teoretski relevantni aspekti scenarija specificiraju pomoću modela. Stoga se slažem sa Sellarsom koji pri-

mječuje u veoma sličnu smislu da je „u stvarnoj praksi... pojmovna tekstura teorijskih termina u znanstvenoj upotrebi daleko bogatija i finije strukturirana nego tekstura što je proizvode eksplicitno nabrojani postulati“ i da napose „predmetni ili kvazipredmetni karakter teorijskih objekata, njihovi uvjeti identiteta... jesu neka od poznatijih kategorijalnih obilježja dobivenih upotrebom modela i analogija“²³. Tako model u ovdje razmatranu smislu nema samo didaktičnu i heurističku vrijednost: čini mi se da iskazi koji specificiraju model čine dio unutrašnjih principa neke teorije i da kao takvi igraju sistematsku ulogu u njezinu formuliranju.

Mora se priznati da taj način formuliranja dijela unutrašnjih principa neke teorije nije u potpunosti određen i specifičan, da on ne pruža jednoznačnu karakterizaciju o tome koje se točno iskaze teorijom hoće tvrditi. Ali aksiomatizacija, u obliku „računa“, dijela neke teorije, također ne udovoljava tome dezideratumu; ona, naime, ne pokriva pravila korespondencije; a za ova se također čini praktično nemogućim naći formulaciju koja bi se mogla smatrati adekvatnom i potpunom. Doista, kako Nagel primjećuje, „teorije se u znanostima... općenito formuliraju uz pomnu brigu i... međusobni odnosi između teorijskih pojmova... iskazuju se s velikom preciznošću. Ta su briga i preciznost bitne ako treba rigorozno istražiti deduktivne konsekvence teorijskih pretpostavki. S druge strane, pravila korespondencije za povezivanje teorijskih ideja s eksperimentalnima općenito ne dobivaju nikakvu eksplicitnu formulaciju; a u stvarnoj praksi koordinacije su razmjerno labave i neprecizne“²⁴.

6. Status pravila korespondencije

U standardnom tumačenju prikazanom u shemi (2) gore R je zamišljeno kao klasa rečenica koje izrazima računa pripisuju empirijski sadržaj; a njihovo označavanje kao operacionalnih definicija, koordinativnih definicija ili pravila korespondencije sugerira da one imaju status metalingvističkih principa koji neke rečenice čine istinitima terminološkom konvencijom ili odlukom. Rečenice tako proglašene istinitima — zovimo ih interpretativnim rečenicama — pripadale bi jednom objektom jeziku koji sadrži i račun i pred-teorijske termine

²³ W. Sellars, „Scientific Realism or Irenic Instrumentalism“, u Cohen and Wartofsky (urednici), *Boston Studies in the Philosophy of Science II*, 171—204; citati sa str. 173—179.

²⁴ Nagel, *The Structure of Science*, str. 99.

upotrijebljene u njegovoj interpretaciji. Teorijske termine u računu tada je najbolje zamišljati kao „nove“ konstante koje se uvode u objektni jezik pomoću pravila korespondencije u svrhu formuliranja teorije. Interpretativne rečenice mogle bi imati oblik eksplicitnih definicijskih rečenica (ekvivalencija ili tvrdnji o identitetu) za teorijske termine ili bi mogle biti općenitijeg tipa tako da pružaju samo djelomičnu specifikaciju značenja teorijskih rečenica, možda na način Carnapovih redukcijjskih rečenica ili još fleksibilnijim sredstvima²⁵. Ali, svakako, one bi bile rečenice čiju istinitost jamče pravila korespondencije.

No, takva je koncepcija pravila korespondencije neodrživa iz nekoliko razloga, između kojih i sljedećih:

Prvo, znanstveni iskazi koji se prvotno uvode „operacionalnim definicijama“ ili općenitijim pravilima primjene znanstvenih termina — kao što su iskazi koji karakteriziraju dužinu pozivanjem na mjerenje standardnim štapom ili temperaturu pomoću očitavanja na termometru — obično mijenjaju svoj status kao odgovor na nova empirijska otkrića i teorijske napretke. Počinju biti smatrani iskazima koji su naprosto pogrešni u svojoj izvornoj općenitosti, premda su možda vrlo blizu istini unutar ograničena dosega primjene i možda samo pod dodatnim suženim uvjetima. Većinu rečenica opravdanih operacionalnim definicijama ili kriterijima primjene označuju prije ili kasnije kao strogo govoreći neistinite upravo one teorije u čijom su razvoju one igrale značajnu ulogu. Skoro istu stvar ilustrira sljedeći primjer: da se eksperimentalnim terminima „definiraju“ jednaki intervali vremena, može se izabrati neki periodički proces da služi kao standardni sat kao što je njihanje njihala ili aksijalna rotacija zemlje koja se odražava u periodičkom prividnom dnevnom kretanju neke zvijezde nekretnice. Vremenski intervali određeni odabranim postupkom tada su jednaki po konvenciji ili po dogovoru. Ipak, može se dogoditi da određeni zakoni ili teorijski principi izvorno bazirani na svjedočanstvu koje uključuje očitavanja standardnih satova dovedu do suda da ti satovi ne određuju strogo jednake vremenske intervale. Jedan je upadljiv primjer upotreba drevnih astronomskih izvještaja gotovo posve kvalitativna karaktera — koji se odnose na datum i vrlo grubo na doba dana kad je određena potpuna pomrčina Sunca bila promatrana na danom mjestu — da se ustanovi veoma lagano usporavanje Zemljine aksijalne vrtnje uz posljedicu

²⁵ Možda takvih kakvi su interpretativni sistemi koje sam sugerirao u odjeljku 8 rasprave „The Theoretician's Dilemma“.

polagana produživanja srednjeg sunčanog dana (za ne više od 0,003 sekunde u stoljeću)²⁶.

Tako se čak, premda je možda neka rečenica izvorno bila uvedena kao istinita po dogovoru, ona uskoro pridružuje klubu svih ostalih članova, tj. iskaza teorije, i postaje podložna reviziji s obzirom na daljnja empirijska otkrića i teorijske napretke. Kao što je Quine rekao, „konvencionalnost je prolazna osobina, značajna u pokretnoj čelnoj liniji znanosti, ali beskorisna u klasificiranju rečenica iza borbenih linija“²⁷.

Ta razmatranja mogu izazvati slijedeći odgovor: dakako da je sasvim moguće da teorija — uključivši njezina pravila korespondencije — može doživjeti promjene zbog novih empirijskih otkrića; sporno pitanje, međutim, ne tiče se mogućih efekata znanstvene promjene na pravila korespondencije nego prije epistemičkog statusa interpretativnih rečenica dane teorije, „zamrznute“ tako reći u određenoj točki svog razvoja. Ako je takva teorija sistematski karakterizirana pomoću računa i skupa interpretativnih rečenica, nemaju li ove potonje karakter terminoloških konvencija?

Prije svega, ovdje se treba prisjetiti da teorija obično povezuje dani teorijski pojam s nekoliko različitih vrsta fenomena koji se dadu karakterizirati pomoću prethodno dostupna rječnika. Na primjer, suvremena fizikalna teorija omogućuje nekoliko različitih načina utvrđivanja Avogadrova broja ili naboja elektrona ili brzine svjetlosti. Ali ne mogu sve interpretativne rečenice tako pribavljene za dani teorijski termin biti istinite po konvenciji; jer one impliciraju iskaze u smislu da ako jedna od specificiranih metoda kao rezultat daje određenu numeričku vrijednost za veličinu o kojoj se radi, onda će alternativne metode dati kao rezultat istu vrijednost, a da li je to stvarno slučaj zacijelo je empirijska stvar i ne može biti riješeno terminološkom konvencijom. To su doista naglasili neki zagovornici standardne koncepcije. Tako je Carnap u svojoj teoriji redukcijских rečenica istakao da kad se termin uvodi (ili interpretira, kako bismo mogli reći) pomoću nekoliko redukcijских rečenica, one, uzete zajedno, normalno imaju empirijske implikacije²⁸.

²⁶ Vidi N. Feather, *Mass, Length and Time*, Baltimore, Penguin, 1961, str. 54—55.

²⁷ W. V. O. Quine, „Carnap and Logical Truth“, pretiskano u Quine, *The Ways of Paradox and Other Essays*, New York: Random House, 1966, str. 100—125; citat sa str. 112.

²⁸ Usp. R. Carnap, „Testability and Meaning“, *Philosophy of Science*, 3, 1936, str. 419—471, i 4, 1937, str. 1—40, osobito str. 444. i 451. Analogna se opaska, naravno, daje primijeniti na interpretativne sisteme; vidi moju raspravu „The Theoretician's Dilemma“, str. 74.

Staviše, nije jasno što se tvrdi u kontekstu sistematskog izlaganja jedne teorije kada se neke od njezinih rečenica označuju kao „istinite po konvenciji“. Kao što je gore bilo zapaženo, takva oznaka može služiti da se historijski ukaže na to kako su te rečenice uopće bile uvedene u teoriju — ali to nema nikakva značaja za sistematsku karakterizaciju te teorije.

A također se ne može, unatoč početnoj plauzibilnosti, reći da označiti rečenicu istinitom na temelju pravila ili konvencije znači proglasiti je imunom od revizije u mogućem slučaju da se teorija susretne s oprečnim svjedočanstvom. Jer uz moguć izuzetak-istina logike i matematike, nijedan iskaz ne uživa tu vrstu apsolutnog imuniteta, kao što su ilustrirala naša prethodna razmatranja i kao što je to veoma jasno pokazala Quineova kritika distinkcije analitičkog i sintetičkog²⁹.

Pojam veznog principa kakav je bio spomenut u našoj početnoj karakterizaciji teorija ne pretpostavlja distinkciju analitičkog i sintetičkog i postupa s veznim principima kao s dijelom teorije na ravnoj nozi s unutrašnjim principima. U stvari, sada treba izričito priznati da nije bio dan nikakav precizan kriterij za lučenje unutrašnjih principa od veznih. Napose, linija diobe ne može se sintaktički karakterizirati upućivanjem na sastavne termine; kao što je, naime, bilo zapaženo, i unutrašnji i vezni principi sadrže kako teorijske tako i prethodno dostupne termine. A razlika nema ni epistemički status kao, na primjer, ni razlika između istinitosti po konvenciji i empirijske istinitosti. Distinkcija je, dakle, po općem priznanju nejasna. No nikakva oštra diobena linija nije bila potrebna za način na koji je ovdje bilo upotrijebljeno intuitivno tumačenje (1), naime, kao povoljno polazište za kritičko preispitivanje standardne koncepcije.

7. O „specificiranju značenja“ teorijskih termina

Naše kritičko preispitivanje, međutim, nije sugeriralo nikakvo rješenje za ono središnje pitanje na koje je standardno tumačenje nastojalo odgovoriti, naime, na pitanje kako se specificiraju značenja „novih“ termina u teoriji. Otkrili smo teš-

²⁹ Možda najraniji Quineov iscrpan napad na tu distinkciju sadržan je u njegovom klasičnom članku „Two Dogmas of Empiricism“ (1951), pretiskanom u W. V. O. Quine, *From a Logical Point of View*, 2. izd., Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1961. Druga je rana kritika dana u M. G. White, „The Analytic and the Synthetic: An Untenable Dualism“, u S. Hook (urednik), *John Dewey: Philosopher of Science and of Freedom*, New York, Dial, 1950.

koće i s koncepcijom da postulati neinterpretiranog računa pružaju implicitne definicije za teorijske termine i s idejom o pravilima korespondencije kao principima empirijske interpretacije; ali nije bio ponuđen nikakav alternativni odgovor na to pitanje. Smatram sada da pretpostavljeni problem „ne postoji“, kao što je Putnam rekao i dokazivao³⁰, ili, kako bih prije rekao, da je on pogrešno shvaćen. Kao zaključak, ukratko ću nabaciti neka razmatranja u prilog tom gledištu.

Kojih ima razloga da se misli da jest — ili da bi barem trebalo biti — moguće „nove“ termine uvedene nekom teorijom specificirati pomoću prethodno dostupnog rječnika? Jedno razmatranje koje je utjecalo na moje ranije bavljenje tim problemom ukratko je ovakvo: teorija smjera da opiše određene činjenice, da iznese tvrdnje koje su ili istinite ili neistinite. Ali rečenica će moći biti ili istinita ili neistinita samo ako su značenja njezinih sastavnih termina potpuno određena; a ako želimo razumjeti neku teoriju ili ispitati istinitost njezinih tvrdnji ili je primijeniti na pojedine situacije, moramo razumjeti relevantne termine, moramo znati njihova značenja. Stoga će adekvatna formulacija teorije zahtijevati specifikaciju značenja njezinih termina — a koje drugo sredstvo za takvu specifikaciju postoji osim prethodno dostupnog rječnika?

Ali čak ako se radi diskusije okanimo pitanja o ovdje upotrijebljenom pojmu značenja, ta razmatranja nisu konkluzivna. Naprotiv, kad je u nekoj fazi razvoja jedne znanstvene discipline predložena nova teorija koja nudi promijenjenu perspektivu viđenja proučavanog predmeta, čini se veoma plauzibilnim da će u tu svrhu biti potrebni novi pojmovi, pojmovi koji se ne daju potpuno karakterizirati onima prethodno dostupnima. Čini mi se da to gledište podupiru ona proučavanja jezika znanosti — osobito u tradiciji logičkog empirizma — koja su dovela do stalnog smanjivanja početnog uvjerenja i zahtjeva da se svi znanstveni termini mogu potpuno definirati pomoću nekog prethodnog rječnika koji se sastoji od opažajnih predikata ili sličnog. Razlozi koji su doveli do zalaganja za uvođenje novih termina pomoću redukcijjskih rečenica, interpretativnih sistema ili probabilističkih kriterija primjene svi podupiru ideju da se ne može očekivati da se pojmovi upotrijebljeni u jednoj novoj znanstvenoj teoriji uvijek dadu potpuno karakterizirati prethodno dostupnim pojmovima.

Ali baš to ublažavanje uvjeta za uvođenje novih znanstvenih termina potaklo je pitanja kao što su: da li možemo tvrditi da razumijemo takve djelomično interpretirane termine,

da li rečenice koje ih sadrže možemo smatrati smislenim tvrdnjama ili ih u najboljem slučaju možemo držati efikasnom ali u biti besmislenom mašinerijom za izvođenje smislenih iskaza, izraženih potpuno shvaćenim terminima, iz drugih takvih iskaza, i da li bi se oslanjanje na nepotpuno interpretirane teorijske termine moglo u znanosti potpuno izbjeći?

Ali taj način gledanja na stvar pretpostavlja da ne možemo razumjeti nove teorijske termine osim preko rečenica koje specificiraju njihova značenja uz pomoć prethodno shvaćenih termina; a ta je ideja zacijelo neodrživa. Mi uspijevamo razumjeti nove termine, mi učimo kako da ih pravilno upotrebljavamo na mnogo načina pored definicija: preko slučajeva njihove upotrebe u posebnim kontekstima, preko parafraza koje ne mogu pretendirati da budu definicije i tako dalje. Unutrašnji principi i vezni principi jedne teorije, osim što sistematski karakteriziraju njezin sadržaj, bez sumnje pružaju onome koji uči najznačajniji pristup „razumijevanju“ njezinih izraza uključujući kako termine tako i rečenice.

Svakako, sva ta sredstva još uvijek ostavljaju bez odgovora razna pitanja koja se tiču upotrebe izraza o kojima se radi; a može se činiti da to pokazuje da na kraju krajeva značenja tih izraza nisu bila potpuno specificirana i da zato ti izrazi nisu potpuno shvaćeni. Ali pojam izraza koji ima potpuno specificirano značenje ili izraza koji je potpuno shvaćen nejasan je; pored toga, čak i za termine za koje se općenito smatra da su sasvim dobro shvaćeni postoje otvorena pitanja koja se tiču njihove pravilne upotrebe. Na primjer, nema oštarih kriterija koji bi za ma koji neobičan predmet na koji bi astronaut mogao naići na nekoj drugoj planeti ili čak za bilo koji predmet koji bi mogao biti proizveden u epruveti na zemlji mogli utvrditi da li ga treba smatrati živim organizmom. Teorijski su pojmovi, upravo kao i pojam živa organizma, bez oštarih granica; ali to očigledno nije zapreka tome da budu primjereno shvaćeni za svrhe znanosti.

³⁰ Putnam, „What Theories Are Not“, str. 241.