

58. Popper, K. R. [1963c], „Three Views Concerning Human Knowledge“, u H. D. Lewis (urednik), *Contemporary British Philosophy*, 1957, str. 355—388.
59. Popper, K. R. [1968a], „Epistemology Without a Knowing Subject“, u B. Rootselaar i J. Staal (urednici), *Proceedings of the Third International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science*, str. 333—373.
60. Popper, K. R. [1968b], „On the Theory of the Objective Mind“, u *Proceedings of the XIV International Congress of Philosophy*, vol. 1, str. 25—33.
61. Price, D. J. [1959], „Contra Copernicus: A Critical Re-estimation of the Mathematical Planetary Theory of Ptolemy, Copernicus and Kepler“ u M. Clagett (urednik), *Critical Problems in the History of Science*, str. 197—218.
62. Priestley, J. B. [1968], *The Image Men*.
63. Scheffler, I. [1967], *Science and Subjectivity*.
64. Shapere, D. [1964], „The Structure of Scientific Revolutions“, *Philosophical Review*, 63, str. 383—384.
65. Shapere, S. [1967], „Meaning and Scientific Change“, u R. G. Colodny (urednik), *Mind and Cosmos*, str. 41—85.
66. van der Waerden, B. [1967], *Sources of Quantum Mechanics*.
67. Watkins, J. W. N. [1952], „Political Tradition and Political Theory: an Examination of Professor Oakeshott's Political Philosophy“, *Philosophical Quarterly*, 2, str. 323—337.
68. Watkins, J. W. N. [1958], „Influential and Confirmable Metaphysics“, *Mind*, 67, str. 344—365.
69. Watkins, J. W. N. [1963], „Negative Utilitarianism“, *Aristotelian Society Supplementary Volume* 37, str. 95—114.
70. Watkins, J. W. N. [1967], „Decision and Belief“ u R. Hughes (urednik), *Decision Making*, str. 9—26.
71. Watkins, J. W. N. [1970]. „Against Normal Science“ u I. Lakatos i A. Musgrave (urednici), *Criticism and the Growth of Knowledge*, str. 25—38.
72. Williams, L. P. [1970], „Normal Science and its Dangers“, u I. Lakatos i A. Musgrave (urednici), *Criticism and the Growth of Knowledge*, str. 49—50.

Thomas S. Kuhn

NAKNADNA RAZMIŠLJANJA O PARADIGMAMA

Proteklo je već sedam godina otkako je objavljena moja knjiga *Struktura naučnih revolucija*. Reakcije na nju bile su raznolike i ponekad kriještave, ali knjiga se i nadalje mnogo čita i predmet je brojnih rasprava. Sve u svemu, veliko mi je zadovoljstvo zanimanje što ga je pobudila uključivši i znatan dio kritičkih opaski. Ipak, jedan aspekt njezina odjeka povremeno me obeshrabruje. Prateći razgovore, osobito one među ljudima koji su se knjigom oduševili, često mi je bilo teško vjerovati da svi učesnici u raspravi govore o istoj knjizi. Sa žaljenjem zaključujem da je dio razloga njezina uspjeha u tome što ona može svima značiti gotovo sve.

Za tu pretjeranu plastičnost nijedan aspekt knjige nije toliko odgovoran koliko to što se u njoj uvodi termin „paradigma“¹, riječ koja se na njezinim stranicama pojavljuje češće nego bilo koja druga, izuzimajući gramatičke čestice. Pozvana da objasnim odsustvo indeksa, ja redovno ukazujem da bi natuknica radi koje bi se najčešće zagledalo u nj bila: „paradigma, 31—279, *passim*“. Kritičari, bilo dobromanjerni ili ne, bili su jednodušni u naglašavanju velikog broja različitih značenja u kojima se taj termin upotrebljava². Jedna komenta-

¹ Drugi problemi i izvori nesporazuma raspravljeni su u mom ogledu „Logic of Discovery or Psychology of Research“, u *Criticism and the Growth of Knowledge*, uredili I. Lakatos and A. Musgrave, Cambridge, Cambridge University Press, 1970; vidi str. 266—292. gore. Ta knjiga, koja također sadrži jedan proširen „Response to Critics“, čini četvrti svezak radova Međunarodnog kolokvija o filozofiji znanosti, održana u Bedford College, London, u toku srpnja 1965. Kraća ali odmjerena rasprava o kritičkim reakcijama na *Strukturu naučnih revolucija* pripremljena je za japanski prijevod te knjige. Jedna engleska verzija uključena je u kasnija američka izdanja. Dijelovi tih članaka nastavljaju ondje gdje ovaj završava i tako pojašnjavaju odnose ovdje izloženih ideja s pojmovima kao što su nesumjerljivost i revolucije.

² Najpromišljeniji i potpuno negativan prikaz tog problema jest onaj Dudleyja Shaperea „The Structure of Scientific Revolutions“, *Philosophical Review* 73, 1964, str. 383—394.

torka koja je smatrala stvar vrijednom sistematskog ispitivanja izradila je djelomično kazalo pojmove i našla najmanje dvadeset i dvije različite upotrebe u rasponu od „konkretno znanstveno dostignuće“ (str. 51) do „karakterističan skup uvjerenja i preduvjerjenja“ (str. 58), pri čemu ova potonja obuhvaćaju zajedno instrumentalna, teorijska i metafizička opredjeljenja (str. 85—88)³. Premda niti sastavljačica tog kazala niti ja ne mislimo da je situacija tako beznadna kako bi te divergencije sugerirale, očigledno traži se razjašnjenje. A niti razjašnjenje samo po sebi neće biti dovoljno. Ma kolik bio njihov broj, upotrebe „paradigme“ u knjizi dijele se u dva skupa koji oba zahtijevaju različita imena i zasebnu raspravu. Jedno je značenje „paradigme“ globalno te obuhvaća sva zajednička opredjeljenja jedne znanstvene skupine; drugo izdvaja posebno važnu vrstu opredjeljenja i stoga jo podskup prvoga. U tekstu koji slijedi pokušat ću ih najprije razmršiti a onda pomno ispitati ono za koje mislim da mu je najhitnije potrebna filozofska pažnja. Koliko god da sam nepotpuno razumijevao paradigme kad sam pisao knjigu, još smatram da one zaslužuju mnogo pažnje.

U knjizi termin „paradigma“ ulazi u blisko srodstvo, i fizičko i logičko, s izrazom „znanstvena zajednica“ (str. 50—51). Paradigma je ono što dijele članovi znanstvene zajednice, i samo oni. Obrnuto, posjedovanje zajedničke paradigmе je ono što konstituiru znanstvenu zajednicu od skupine inače disparatnih ljudi. Kao empirijske generalizacije oba se ta iskaza mogu braniti. Ali u knjizi oni bar djelomično fungiraju kao definicije a rezultat je cirkularnost s bar nekoliko loših posljedica⁴. Ako treba uspješno objasniti termin „paradigma“, najprije treba uvidjeti da znanstvena zajednica ima nezavisno postojanje.

³ Margaret Masterman, „The Nature of a Paradigm“, u *Criticism and the Growth of Knowledge*, uredili I. Lakatos i A. Musgrave. U zagradama navedene stranice odnose se na moju *Strukturu naučnih revolucija*.

⁴ Najštetnija od tih posljedica proizlazi iz moje upotrebe termina „paradigma“ kad lučim ranije razdoblje u razvoju neke pojedinačne znanosti od kasnijega. Za vrijeme onoga što se u *Strukturi naučnih revolucija* naziva „predparadigmatskim razdobljem“ oni koji se bave nekom znanstvenom podjeljenju su u određen broj suparničkih škola od kojih svaka prisvaja nadležnost za isto predmetno područje, ali mu pristupa na način posve različit od sviju ostalih. Taj razvojni stadij praćen je relativno brzim prelazom, obično kao posljedicom nekog značajnog znanstvenog dostignuća ka takozvanom postparadigmatskom razdoblju koje karakterizira iščezavanje svih ili većine škola, promjena koja dopušta daleko snažnije profesionalno ponašanje članovima preostale zajednice. Ja još uvjek mislim da je taj obrazac i tipičan i važan, ali o njemu se može raspravljati odvojeno od prvog dostignuća jedne paradigmе. Sto god paradigmе bile, njih posjeduje bilo koja

U stvari, identificiranje i proučavanje znanstvenih zajednica pojavilo se nedavno kao značajan predmet istraživanja među sociologima. Preliminarni rezultati, od kojih su mnogi još neobjavljeni, nameću zaključak da potrebne empirijske tehnike nisu trivijalne a da su neke od njih već na raspolažanju a za druge je sigurno da će biti razvijene⁵. Većina aktivnih učenjaka smješta odgovara na pitanja o svojoj pripadnosti zajednicama primjenjujući kao gotovu činjenicu da je odgovornost za različite postojeće specijalnosti i istraživačke tehnike raspodijeljena među grupe bar grubo određena članstva. Stoga ću pretpostaviti da će sistematicnija sredstva za njihovu identifikaciju biti otkrivana i zadovoljiti ću se kratkim izlaganjem jedne intuitivne predodžbe o zajednici, one koju uveliko dijele učenjaci i sociologzi i određen broj povjesničara znanosti.

Prema tom gledištu znanstvena se zajednica sastoji od onih koji se bave jednom znanstvenom specijalnošću. Povezani zajedničkim elementima u svom obrazovanju i naukovanim oni vide sebe i drugi ih vide kao ljude odgovorne za nastojanje oko ostvarenja skupa zajedničkih ciljeva uključivši izobrazbu svojih nasljednika. Takve zajednice karakterizira relativna punina komunikacije unutar grupa i relativna jednodušnost sudova grupe u stručnim stvarima. U značajnoj mjeri članovi dane zajednice apsorbirat će istu literaturu i izvlačiti iz nje slične pouke⁶. Budući da je pažnja različitih zajednica usmjerena na različite stvari, za očekivati je da stručna komunikacija preko grupnih linija bude tegobna, često dovodi do nesporazuma i, ako se nastavi, može stvoriti značajna neslaganja.

Jasno, zajednice u tom smislu postoje na brojnim razinama. Možda svi prirodoznanstvenici tvore zajednicu. (Ne smije-

znanstvena zajednica, uključujući škole tzv. predparadigmatskog razdoblja. Moj propust da jasno uočim tu stvar doprinio je da se paradijma učini kao neki kvazimistički entitet ili osobina koja poput karijmre transformira one koji su njom zaraženi. Postoji transformacija, ali do nje se ne dolazi usvajanjem paradijme.

⁵ W. O. Hagstrom, *The Scientific Community*, New York, Basic Books, 1965, glave 4 i 5; D. J. Price i D. de B. Beaver, „Collaboration in an Invisible College“, *American Psychologist* 21, 1966, str. 1011—18; Diana Crane, „Social Structure in a Group of Scientists: A Test of the ‘Invisible College’ Hypothesis“, *American Sociological Review* 34, 1969., str. 335—52; N. C. Mullins, „Social Networks among Biological Scientists“, doktorska disertacija, Harvard University, 1966. i „The Development of a Scientific Specialty“, *Minerva* 10, 1972., str. 51—82.

⁶ Historičaru kome su tehnika intervjuja i upitnika obično nedostupne zajednički izvorni materijal često pribavlja najznačajnije navoještaje o strukturi zajednice. To je jedan od razloga zašto se u *Strukturi naučnih revolucija* o široko čitanim djelima poput Newtonovih *Principia* tako često govori kao o paradigmama. Sad bih ih opisao kao osobito važne izvore elemenata u disciplinarnoj matrici zajednice.

mo, mislim, dozvoliti da oluja oko C. P. Snowa prikrije ono o čemu je on rekao ono što je očigledno.) Na samo malo nižoj razini glavne znanstvene profesionalne grupe pružaju primjere zajednica: fizičari, kemičari, astronomi, zoolozi i drugi. Za te veće zajednice grupno se članstvo lako utvrđuje osim na rubovima. Najviši znanstveni stupanj, članstvo u stručnim društvinama i časopisi koji se čitaju obično su više nego dovoljni. Slične će tehnike također izdvojiti glavne podgrupe: organski kemičari i možda kemičari proteina među njima, fizičari čvrstog stanja i visoke energije, radio-astronomi itd. Tek na slijedećoj nižoj razini iskravaju empirijske teškoće. Kako bi neupućeni izdvojio grupu za fage prije nego što je ona stekla slavu u javnosti? Za to čovjek mora pribjeći pohađanju ljetnih seminara i specijalnih konferencija, imati uvid u spiskove za distribuciju *preprintova* i iznad svega u formalne i neformalne komunikacijske mreže, uključivši veze među citatima⁷. Držim da taj posao može i da će biti obavljen te da će on tipično kao rezultat dati zajednice od možda stotinjak članova a ponekad značajno malobrojnije. Pojedini učenjaci, osobito oni najsposobniji, pripadat će nekolicini takvih grupa bilo istovremeno bilo sukcesivno. Premda još nije jasno kako nas daleko može odvesti empirijska analiza, postoji izvrstan razlog da pretpostavimo da je znanstvena aktivnost raspodijeljena među zajednice te vrste i da je one provode.

Pretpostavimo sada da smo ma kojim tehnikama identificirali jednu takvu zajednicu. Kojim se zajedničkim elementima objašnjava relativno neproblematičan karakter stručnog komuniciranja i relativna jednodušnost stručnog suda? Na to pitanje *Struktura naučnih revolucija* dopušta odgovor: „paradigma“ ili „skup paradigama“. To je jedno od dva glavna značenja u kojima se taj termin javlja u knjizi. Za nj bih sad mogao usvojiti oznaku „paradigma“, ali manje će zbrke nastati ako ga zamijenim izrazom „disciplinarne matrice“ — „disciplinarna“ zato što je u zajedničkom posjedu sviju koji se bave nekom stručnom disciplinom a „matrica“ zato jer se sastoji od uređenih elemenata raznih vrsta od kojih svaki zahtijeva daljnju specifikaciju. Sastavni dijelovi disciplinarne matrice uključuju većinu ili sve predmete grupnog opredjeljenja opisanih u knjizi

⁷ E. Garfield, „The Use of Citation Data in Writing the History of Science, Philadelphia, Institute for Scientific Information, 1964; M. M. Kessler, „Comparison of the Results of Bibliographic Coupling and Analytic Subject Indexing“, *American Documentation* 16, 1965., str. 223—33; D. J. Price, „Networks of Scientific Papers“, *Science* 149, 1965., str. 510—15.

kao paradigmе, dijelovi paradigmama ili paradigmatski⁸. U ovom času neću niti pokušati sastaviti iscrpan popis, nego ću umjesto toga ukratko identificirati tri od njih, jer oni — zato što su od centralna značenja za spoznajno djelovanje grupe — treba da budu od osobita interesa za filozofe znanosti. Govorimo o njima kao o simboličkim generalizacijama, modelima i uzorcima.

Prvo dvoje već su poznati predmeti filozofske pažnje. Nalik, simboličke su generalizacije oni izrazi koje grupa upotrebljava bez pitanja a koji se mogu lako staviti u neki logički oblik kao što je $(x)(y)(z)\varphi(x,y,z)$. Oni su komponente disciplinarne matrice koje su formalne ili se lako dadu formalizirati. Modeli, o kojima u ovom članku neću više imati što da kažem, jesu ono što grupi daje preferirane analogije ili, kad su duboko prihvaćene, neku ontologiju. U jednoj krajnosti oni su heuristički: strujni krug može biti plodno promatran kao hidrodinamički sistem stabilna stanja ili plin se ponaša kao skup biljarskih kugli u nasumičnu kretanju. U drugoj, oni su predmeti metafizičkog opredjeljenja: toplina tijela jest kinetička energija svojih sastavnih čestica ili, još očiglednije metafizički, svi opažljivi fenomeni posljedica su kretanja i međuakcije kvantitativno neutralnih atoma u praznu prostoru⁹. Najzad, uzorci su konkretna rješenja problema koja grupa prihvata kao paradigmatska u sasvim uobičajenu smislu. Mnogi od vas već su zacijelo pogodili da termin „uzorak“ daje novo ime za drugo i fundamentalnije značenje „paradigme“ u mojoj knjizi.

Da bismo razumjeli kako znanstvena zajednica funkcioniра kada proizvodi i proglašava valjanu spoznaju, u krajnjoj liniji moramo, mislim, razumjeti djelovanje bar tih triju komponenata disciplinarne matrice. Promjene u bilo kojoj mogu rezultirati promjenama znanstvenog ponašanja koje se održavaju i na mjesto istraživanja grupe i na njezine kriterije provjeravanja. Ja ovdje neću pokušavati braniti jednu tako općenitu tezu. Moja su prvenstvena briga sada uzroci. Ali da im načinim mesta najprije moram reći nešto o simboličkim generalizacijama.

U znanostima, a osobito u fizici, generalizacije se često već nalaze u simboličkom obliku: $f = ma$, $I = V/R$ ili $\nabla^2\Psi + 8\pi^2 m/h^2(E + V)\Psi = 0$. Druge su obično iskazane riječima: „akcija je jednaka reakciji“, „kemijski spoj ima stalne težinske omjere“ ili „sve stanice potječu od stanica“. Nitko neće

⁸ Vidi *Strukturu naučnih revolucija*, str. 83—88.

⁹ Nije uobičajeno uključivati, recimo, atome, polja ili sile koje djeluju na razdaljinu pod rubriku modela, ali ja trenutno ne vidim ništa loše u toj proširenoj upotrebi. Očigledno, stupanj opredjeljenosti zajednice varira kad se od heurističkih modela ide ka metafizičkim, ali čini se da priroda spoznajnih funkcija modela ostaje ista.

dovoditi u pitanje to da članovi znanstvene zajednice u svom radu rutinski upotrebljavaju izraze poput tih, da to obično čine ne osjećajući potrebu za posebnim opravdavanjem i da ih drugi članovi njihove grupe rijetko pozivaju da obrazlože svoje postupke u tim točkama. To ponašanje je važno jer bez zajedničke vezanosti za skup simboličkih generalizacija logika i matematika ne bi se mogle rutinski primjenjivati u radu zajednice. Primjer taksonomije ukazuje na to da prirodna znanost može postojati uz malen broj takvih generalizacija a možda bez jedne. Kasnije ću ukazati na to kako je do toga moglo doći. Ali ne vidim razloga sumnji u općeprošireni dojam da snaga jedne znanosti raste s brojem simboličkih generalizacija što ih oni koji se njom bave imaju na raspolaganju.

Obratite, međutim, pažnju na to kako je malena mjera slaganja što smo ga pripisali članovima naše zajednice. Kad kažem da oni dijele vezanost za, recimo, simboličku generalizaciju $f = ma$, mislim time samo da oni neće prigovoriti čovjeku koji ispiše četiri simbola f , $=$, m i a po redu u jednom retku, koji po pravilima logike i matematike barata nastalom izrazom i koji izloži još uvijek simbolički rezultat. Kod te točke u raspravi za nas — premda ne za učenjake koji se njima služe — ti simboli i izrazi tvoreni njihovim sastavljanjem jesu neinterpretirani, još bez empirijskog značenja ili primjene. Zajednička vezanost za skup generalizacija opravdava logičko i matematičko baratanje i izaziva vezanost za rezultat. Ali to ne mora implicirati slaganje o načinu na koji treba simbole, pojedinačno ili skupno, stavljati u korelaciju s rezultatima eksperimenta ili opažanja. U toj mjeri zajedničke simboličke generalizacije funkcioniрајu zasada kao izrazi u čistom matematičkom sistemu.

Analogija između znanstvene teorije i čistog matematičkog sistema naširoko je iskorištavana u filozofiji znanosti XX stoljeća i odgovorna je za neke krajnje zanimljive rezultate. Ali to je samo analogija i zato može zavaravati. Smatram da smo bili njezine žrtve u nekoliko aspekata. Jedan od njih neposredno je relevantan za moj argument.

Kad se izraz kao što je $f = ma$ pojavi u čistom matematičkom sistemu, on je ondje, da tako kažem, jednom i zauvijek. To jest, ako uđe u rješenje matematičkog problema postavljena unutar sistema, on uvijek ulazi u obliku $f = ma$ ili u obliku svodivu na taj supstitutivnošću identiteta ili nekim drugim sintaktičkim pravilom supstitucije. U znanostima se simboličke generalizacije obično ponašaju veoma različito. One nisu generalizacije u tolikoj mjeri koliko su to generalizacijske skice, shematske forme čiji detaljni simbolički izraz varira od jedne

primjene do druge. Za problem slobodnog pada $f = ma$ postaje $mg = md^2/s/dt^2$. Za jednostavno njihalo to postaje $mg\sin\theta = -md^2s/dt^2$. Za spojene harmoničke oscilatore to dobiva oblik dviju jednadžbi prva od kojih bi se mogla napisati $m_1d^2s_1/dt^2 + k_1s_1 = k_2(d + s_2 - s_1)$. Zanimljiviji mehanički problemi, na primjer kretanje žiroskopa, pokazali bi još veći disperitet između $f = ma$ i stvarne simboličke generalizacije na koju se primjenjuju logika i matematika; ali mora da je već jasno što hoću reći. Premda su neinterpretirani simbolički izrazi zajednički posjed članova znanstvene zajednice i premda takvi izrazi daju grupi ulaznu točku za logiku i matematiku, ta se oruđa ne primjenjuju na zajedničku generalizaciju nego na jednu ili drugu njezinu specijalnu verziju. U nekom smislu svaka takva klasa zahtijeva nov formalizam¹⁰.

Slijedi jedan zanimljiv zaključak po svoj prilici relevantan za status teorijskih termina. Oni filozofi koji izlažu znanstvene teorije kao neinterpretirane formalne sisteme često primjećuju da empirijska referencija dolazi takvim teorijama odozdo, idući od empirijski smislenog bazičnog rječnika u teorijske termine. Unatoč dobro poznatim teškoćama koje se gomilaju oko pojma bazičnog rječnika, ne mogu sumnjati u važnost tog puta u transformaciji nekog neinterpretiranog simbola u znak za određeni fizički pojam. Ali to nije jedini put. Formalizmi u znanostima se dovode u odnos s prirodom i pri vrhu bez posredujuće dedukcije koja eliminira teorijske termine. Prije nego što može započeti s logičkim i matematičkim manipulacijama koje završavaju predviđanjima očitavanja mjernih instrumenata, učenjak mora ispisati poseban oblik od $f = ma$ koji je primjenjiv na, recimo, vibrirajuću žicu ili poseban oblik Schrödingerove jednadžbe koji je primjenjiv na, recimo, helijev atom u magnetskom polju. Koji god on postupak pri tome upotrijebi, ovaj ne može biti čisto sintaktički. Empirijski sadržaj mora ući u formalizirane teorije odozgo kao i odozdo.

Taj se zaključak, mislim, ne može izbjegći predlaganjem da se Schrödingerova jednadžba ili $f = ma$ protumače kao kratica za konjunkciju brojnih posebnih simboličkih oblika koje ti izrazi

¹⁰ Ta se teškoća ne da izbjegi tako da se zakoni newtonovske mehanike izraze, recimo, u lagrangeovskom ili hamiltonovskom obliku. Naprotiv, potonje su formulacije doslovno skice zakona prije nego zakoni, a to nije slučaj s Newtonovom formulacijom mehanike. Započinjući s Hamiltonovim ili Lagrangeovim jednadžbama, čovjek mora svejedno ispisati poseban hamiltonian ili lagranđian za onaj poseban problem koji je pred njim. Obratite, međutim, pažnju na to da je odlučujuća prednost tih formulacija u tome da one čine daleko lakšim izabiranje određenog formalizma koji odgovara određenom problemu. Suprotstavljene Newtonovoj formulaciji, one tako ilustriraju tipičan smjer normalnog znanstvenog razvoja.

dobivaju u primjeni na posebne fizičke probleme. Na prvoj mjestu učenjaci bi još uvjek trebali kriterije koji će im kazati koja posebna simbolička verzija treba da bude primijenjena na koji problem i ti bi kriteriji, isto kao pravila o korelaciji za koja se kaže da prenose značenje iz bazičnog rječnika u teorijske termine, bili nosilac empirijskog sadržaja. Pored toga, nikakva konjunkcija posebnih simboličkih oblika ne bi iscrpila ono što se može s pravom reći da članovi znanstvene zajednice znaju o tome kako primjenjivati simboličke generalizacije. Suočeni s nekim novim problemom, oni se često mogu složiti oko posebne simboličke formule primjerene njemu čak i ako nijedan od njih nije nikada ranije vidio taj posebni simbolički izraz.

Od svakog se prikaza spoznajnog aparata znanstvene zajednice može logično tražiti da nam kaže nešto o načinu na koji članovi grupe, prije izravno relevantnog empirijskog svjeđočanstva, izabiru specijalni formalizam primijeren određenom problemu, a osobito jednom novom problemu. Jasno je da je to jedna od temeljnih funkcija kojima služi znanstveno znanje. Ono to, dakako, ne čini uvjek ispravno; ima prostora, zapravo i potrebe, za empirijske provjere specijalnog formalizma predloženog za novi problem. Deduktivni koraci i usporedba njihovih konačnih produkata s eksperimentom ostaju jedan od preduvjeta znanosti. Ali specijalni formalizmi redovno se prihvataju kao plauzibilni ili odbacuju kao neplauzibilni prije eksperimenta. Povrh toga, sa značajnom učestalošću sudovi zajednice pokazuju se ispravni. Stoga smišljanje jednog specijalnog formalizma, nove verzije formalizacije, ne može biti sasvim poput iznalaženja jedne nove teorije. Između ostalog, ono se prvo može naučiti, dok se iznalaženje teorija ne može. To je ono čemu su prvenstveno namijenjeni problemi na kraju poglavljja u tekstovima o znanostima. Što može biti to što studenti uče dok ih rješavaju?

Tom je pitanju posvećen najveći dio ostatka ovog članka, ali ja ću mu pristupiti indirektno postavljajući najprije jedno običnije pitanje: kako učenjaci dovode simboličke izraze u odnos s prirodom? To su zapravo dva pitanja u jednom, jer može se pitati bilo o specijalnoj simboličkoj generalizaciji smisljenoj za određenu eksperimentalnu situaciju bilo o pojedinačnoj simboličkoj konzekvenci te generalizacije deduciranoj radi usporedbe s eksperimentom. Za našu svrhu možemo tretirati ta dva pitanja kao jedno. U znanstvenoj praksi na njih se također obično odgovara zajedno.

Otkako je napuštena nada u jezik osjetilnih podataka, uobičajeni je odgovor na to pitanje bio pomoću pravila korespon-

dencije. Obično se uzimalo da su ona ili operacionalne definicije znanstvenih termina ili pak skup nužnih i dovoljnih uvjeta za primjenjivost tih termina¹¹. Osobno ne sumnjam da bi ispitivanje znanstvene zajednice iznjelo na vidjelo brojna takva pravila zajednička njezinim članovima. Vjerojatno bi nekoliko drugih moglo biti legitimno izvedeno iz pažljiva promatranja njihova ponašanja. Ali iz razloga koje sam naveo drugdje i na koje ću ukratko skrenuti pažnju niže u tekstu doista sumnjam da bi pravila korespondencije, otkrivena na taj način, bila i približno dovoljna brojem i snagom da objasne stvarne korelacije između formalizma i eksperimenta što ih redovno i bez problema uspostavljaju članovi grupe¹². Ako filozof želi adekvatan korpus pravila korespondencije, on će morati do većine od njih sam doći¹³.

¹¹ Otkako je ovaj članak bio pročitan, uvidio sam da izostavljanje dvaju pitanja spomenutih u prethodnom odlomku uvodi moguć izvor zbrke na ovome mjestu i niže u tekstu. U normalnoj filozofskoj upotrebi pravila korespondencije povezuju riječi samo s drugim riječima a ne s prirodom. Tako teorijski termini stječu značenje preko pravila korespondencije koja ih dovode u vezu s prethodno smislenim bazičnim rječnikom. Samo je ovaj potonji u direktnoj vezi s prirodom. Dio mog argumenta usmjeren je prema tom standardnom gledištu i zato ne bi smio stvarati probleme. Distinkcija između teorijskog i bazičnog rječnika neće zadovoljavati u svom sadašnjem obliku, jer se za mnoge teorijske termine može pokazati da su u vezi s prirodom na isti način, bio on koji mu drago, kao bazični termini. Ali ja sam pored toga zainteresiran da istražim kako bi mogla funkcioniрати „direktna veza teorijskog ili bazičnog rječnika. U tom postupku napadam često implicitnu pretpostavku da svatko tko zna kako se ispravno upotrebljava bazični termin ima pristupa, svjesna ili nesvjesna, skupu kriterija koji definiraju taj termin ili daju nužne i dovoljne uvjete koji upravljaju njegovom primjenom. Za taj modus povezivanja pomoću kriterija ovde također upotrebljavam termin „pravila korespondencije“ i to rarušava normalnu upotrebu. Isprika za to proširenje moje je uvjerenje da izričito oslanjanje na pravila korespondencije i implicitno oslanjanje na kriterije uvode istu proceduru i krivo usmjeravaju pažnju na isti način. Oba čine da upotreba jezika izgleda kao da je stvar konvencije više nego što ona to jest. Kao rezultat ona prikrivaju mjeru u kojoj čovjek koji usvaja bilo svakodnevni bilo znanstveni jezik istovremeno uči stvari o prirodi koje nisu same utjelovljene u verbalnim generalizacijama.

¹² Vidi Strukturu naučnih revolucija, str. 89—98.

¹³ Neobično je, mislim, kako su malo pažnje filozofi znanosti posvetili vezi jezik-priroda. Sigurno, epistemička snaga pothvata formalističkih ovisi o mogućnosti da je se učini neproblematičnom. Smatram da je jedan od razloga za to zanemarivanje propust da se uoči koliko je bilo izgubljeno s epistemološkog stanovišta u prijelazu s jezika osjetilnih podataka na bazični rječnik. Dok se prvi činio mogućim, definicije i pravila korespondencije nisu zahtijevali posebnu pažnju. „Zelena mrlja onđe“ teško da je trebala daljnje operacionalne specifikacije; međutim, „benzol vrije na 80°C“ veoma je različita vrsta iskaza. Osim toga, kao što ću ukazati niže u tekstu, formalisti su često

Gotovo sigurno, to je posao što ga on može obaviti. Ispitujući sabrane primjere prošle prakse zajednice, filozof može s dobrim razlogom očekivati da će uspjeti konstruirati skup pravila korespondencije prikladan da zajedno s poznatim simboličkim generalizacijama dade objašnjenje za sve njih. Vrlo je vjerojatno da bi on bio sposoban da konstruira nekoliko alternativnih skupova. Pa ipak, treba da bude izuzetno oprezan u pogledu opisivanja bilo kojega od njih kao rekonstrukcije pravila kojih se pridržava proučavana zajednica. Premda bi svaki od njegovih skupova pravila bio ekvivalentan s obzirom na prošlu praksu zajednice, oni ne moraju biti ekvivalentni kad se primijene na prvi slijedeći problem s kojim se ta disciplina suoči. U tom smislu oni bi bili rekonstrukcije ponešto drukčijih teorija od kojih nijedna ne mora biti ona koje se grupa pridržava. Ponašajući se kao učenjak, filozof bi lako mogao unaprijediti teoriju grupe, ali kao filozof on je ne bi proanalizirao.

Prepostavimo, na primjer, da filozofa zanima Ohmov zakon $I = V/R$ i da on zna da članovi grupe koju proučava mijere voltažu elektrometrom a struju galvanometrom. Tražeći pravilo korespondencije za otpor, on može odabratи kvocijent voltaže podijeljene strujom, u kojem slučaju Ohmov zakon postaje tautologija. Ili može umjesto toga izabrati da stavi u korelaciju vrijednost otpora s rezultatima mjerena na Wheatstoneskom mostu, u kojem slučaju Ohmov zakon pruža informaciju o prirodi. Za prošlu praksu te dvije rekonstrukcije mogu biti ekvivalentne, ali one neće diktirati isto buduće ponašanje. Zamislite napose da jedan osobito vješt eksperimentator u zajednici primjenjuje voltažu višu od bilo koje ranije ostvarene i da otkrije da se kod visoke voltaže postupno mijenja omjer voltaže i struje. Prema drugoj rekonstrukciji, onoj s Wheatstoneskim mostom, on je otkrio da pri visokoj voltaži dolazi do odstupanja od Ohmova zakona. Po prvoj rekonstrukciji, međutim, Ohmov je zakon tautologija i odstupanja od njega su

poistovjećivali zadatak *unapređivanja* jasnoće i strukture formalnih elemenata neke znanstvene teorije s posve različitim poslom *analiziranja* znanstvenog znanja, a samo ovaj potonji pokreće probleme koji nas trenutno zanimaju. Hamilton je iznio bolju formulaciju newtonovske mehanike od Newtona i filozof se može ponadati da će postići daljnja unapređenja daljnjom formalizacijom. Ali ne smije unaprijed pretpostaviti da će završiti s istom teorijom s kojom je započeo niti da se formalni elementi jedne ili druge verzije teorije podudaraju sa samom teorijom. Za tipičan primjer pretpostavke da je usavršeni formalizam *ipso facto* prikaz znanja razvijena od zajednice koja se služi formalizmom koji treba poboljšati vidi Patrick Suppes, „The Desirability of Formalization in Science“, *Journal of Philosophy* 65, 1968., str. 651–64.

nezamisliva. Ono što je eksperimentator otkrio nije odstupanje od zakona nego prije to da se otpor mijenja s voltažom. Te dvije rekonstrukcije vode do različitih lokalizacija teškoće i do različitih obrazaca istraživanja koje će slijediti¹⁴.

Ništa u prethodnom raspravljanju ne dokazuje da ne postoje skup pravila korespondencije prikladan da objasni ponašanje proučavane zajednice. Negativan stav te vrste teško da se može dokazati. Ali rasprava nas može dovesti do toga da uzmemo nešto ozbiljnije neke aspekte znanstvene izobrazbe i ponašanja koje su filozofi često uspijevali ignorirati. Vrlo se malo pravila korespondencije može naći u tekstovima ili predavanjima o znanosti. Kako su ih članovi znanstvene zajednice mogli steći dovoljan broj? Vrijedno je također uočiti da učenjaci, kad filozof od njih zatraži da iznesu takva pravila, redovito poriču njihovu relevantnost i pri tom ponekad postaju neobično nerazgovijetni. Kad uopće surađuju, pravila što ih iznose mogu varirati od jednog člana zajednice do drugog i sva mogu biti manjkava. Čovjek se počinje pitati da li se u praksi zajednice upotrebljava više od nekoliko takvih pravila, ne postoji li neki alternativni način na koji učenjaci svoje simboličke izraze stavljuju u korelaciju s prirodom.

Ključ pruža fenomen dobro poznat i studentima i povjesničarima znanosti. Budući da sam bio oboje, govorit ću iz iskustva. Studenti fizike redovno izvješćuju da su pročitali poglavlje svog teksta, savršeno ga razumjeli, ali da su unatoč tome imali teškoće pri rješavanju problema na kraju poglavlja. Gotovo bez izuzetka njihove su teškoće u postavljanju primjerenih jednadžbi, u povezivanju riječi i primjera navedenih u tekstu s određenim problemima čije se rješenje traži. Također, teškoće redovno nestaju na isti način. Student otkriva način da svoj problem vidi kao sličan problemu s kojim se već susreo. Kad se jednom uočila ta sličnost ili analogija, preostaju još samo tehničke poteškoće.

Isti se obrazac jasno pokazuje u povijesti znanosti. Znanstvenici modeliraju jedno rješenje problema prema drugome često uz samo minimalno pribjegavanje simboličkim generali-

¹⁴ Manje artificijelan primjer tražio bi istovremeno baratanje s nekoliko simboličkih generalizacija i tako bi zahtijevao više prostora nego što ga ovdje imam na raspolaganju. Ali nije teško naći povijesne primjere koji pokazuju različite efekte generalizacija koje su bile smatrane zakonima i definicijama (vidi raspravu o Daltonu i o sporu između Prousta i Bertholleta u *Strukturi naučnih revolucija*, str. 254—260), a niti navedeni primjer nije bez povijesne osnove. Ohm je doista mjerio otpor dijeleći voltažu strujom. Tako je njegov zakon pružao dio definicije otpora. Jedan od razloga zašto se pokazalo tako upadljivo teškim njegovo prihvatanje (zanemarivanje Ohma jedan je od najglavotitijih primjera otpora inovaciji što ga pruža povijest znanosti) jest

zacijama. Galileo je otkrio da lopta koja se kotrlja niz kosinu dobiva upravo dovoljno brzine da je vrati do iste vertikalne visine na drugoj kosini ma kojeg nagiba i naučio je da vidi tu eksperimentalnu situaciju kao sličnu onoj njihala s točkom mase kao utegom. Onda je Huygens riješio problem centra oscilacije fizičkog njihala zamišljajući da je izduljeno tijelo ovog potonjeg sastavljeno od galilejevskih točkastih njihala veze između kojih mogu biti trenutno prekinute u svakoj točki njihanja. Pošto bi veze bile prekinute, individualna točkasta njihala slobodno bi se njihala, ali njihovo težiste, poput onoga kod Galilejeva njihala, dizalo bi se samo do visine s koje je težiste izduljenog njihala počelo padati. Konačno je Daniel Bernoulli, još uvijek bez ikakve pomoći od Newtonovih zakona, otkrio kako da učini da struja vode iz otvora skladišnog rezervoara nalikuje Huygensovou njihalu. Odredite spuštanje težiste vode u rezervoaru i mlaz u toku jednog infinitezimalnog vremenskog intervala. Zatim zamislite da se svaka čestica vode potom zasebno kreće nagore do maksimalne visine koju može postići brzinom što ju je posjedovala na kraju intervala spuštanja. Uspinjanje težista različitih čestic mora tada biti jednako sputanju težista vode u rezervoaru i mlazu. Kada se problem promatrao s toga gledišta, odmah je proizašla dugo tražena brzina izljeva¹⁵.

Budući da mi nedostaje vremena da uvećan broj primjera, iznosim mišljenje da stečena sposobnost uočavanja sličnosti između na izgled disparatnih problema igra u znanostima značajan dio uloge koja se obično pripisuje pravilima korespon-

to što je on bio nespojiv s pojmom otpora koji je prethodio Ohmovu radu. Upravo zato što je zahtjevalo redefiniciju pojmove o elektricitetu, usvajanje Ohmova zakona proizvelo je revoluciju u teoriji o elektricitetu. (Za dio te priповijesti vidi T. M. Brown, „The Electric Current in Early Nineteenth-Century Electricity“, *Historical Studies in the Physical Sciences* 1, 1969, str. 61–103, i M. L. Schagrin, „Resistance to Ohm's Law“, *American Journal of Physics* 31, 1963, str. 536–47). Čini mi se da se sasvim općenito znanstvene revolucije mogu razlikovati od normalnih znanstvenih napredaka po tome što one prve, nasuprot drugima, zahtijevaju modifikaciju generalizacija koje su prije bile smatrane kvazi-analitičkim. Da li je Einstein otkrio relativnost istovremenosti ili je uništil prethodnu tautološku implikaciju tog termina?

¹⁵ Na primjer, vidi René Dugas, *A History of Mechanics*, prev. J. R. Maddox, Neuchâtel, Editions du Griffon and New York, Central Book Co., 1955, str. 135–36, 186–93, i Daniel Bernoulli, *Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum, commentarii opus academicum* Strasbourg J. R. Dulseckeri, 1738, odjeljak 3. Za razmjer u kojem je mehanika napredovala u toku prve polovice osamnaestog stoljeća modelirajući jedno rješenje problema prema drugome vidi Clifford Truesdell, „Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in Newton's Principia“, *Texas Quarterly* 10, 1967, str. 238–58.

dencije. Kad se jednom uoči da je novi problem analogan ranije riješenu problemu, proizlaze i primjereni formalizam i nov način dovodenja u vezu njegovih simboličkih konzekvenci s prirodom. Pošto je uočio te sličnosti, čovjek naprsto upotrebljava veze koje su se ranije pokazale efikasnima. Ta je sposobnost prepoznavanja grupno ovjerenih sličnosti, mislim, glavna stvar koju studenti stječu rješavajući probleme bilo s olovkom i papirom bilo u dobro opremljenu laboratoriju. U toku njihove izobrazbe ogroman broj takvih vježbi postavlja se pred njih i studenti koji specijaliziraju istu struku redovno rade gotovo iste vježbe, na primjer kosina, čunjasto njihalo, Keplrove elipse itd. Ti su konkretni problemi skupa sa svojim rješenjima ono na što sam ranije mislio kad sam govorio o uzrocima, standardnim primjerima zajednice. Oni sačinjavaju treću glavnu vrstu spoznajne komponente disciplinarne matrice i ilustriraju drugu glavnu funkciju termina „paradigma“ u *Strukturi naučnih revolucija*¹⁶. Usvajanje jednog arsenala uzoraka upravo koliko i učenje simboličkih generalizacija integralan je dio procesa kojim student stječe pristup spoznajnim dostignućima svoje disciplinarne grupe¹⁷. Bez uzoraka on ne bi nikada naučio mnogo od onoga što grupa zna o takvim fundamentalnim pojmovima poput sile i polja, elementa i spoja ili jezgre i stanice.

Pokušat ću malo kasnije pomoći jednostavna primjera razložiti pojam naučene veze po sličnosti, stečene percepcije analogije. Ali najprije zaoštimo problem na koji će to razlaganje ciljati. Notorna je istina da je sve slično svemu drugome a također različito od svega drugoga. Obično kažemo, to zavisi o kriterijima. Čovjeku koji govori o sličnosti ili o analogiji stoga odmah postavljamo pitanje: slično s obzirom na što? U ovom slučaju, međutim, to je upravo ono pitanje koje se ne

¹⁶ Naravno, značenje „paradigme“ kao standardnog primjera bilo je ono što me izvorno dovelo do toga da odaberem taj termin. Na žalost, većina čitalaca *Strukture naučnih revolucija* nije shvatila ono što je za mene bila njegova centralna funkcija i oni upotrebljavaju „paradigmu“ u značenju blisku onome za koje ja sada predlažem „disciplinarnu matricu“. Ne vidim da ima mnogo izgleda da vratim „paradigmu“ njezinoj izvornoj upotrebi, jedinoj koja je filološki uopće primjerena.

¹⁷ Obratite pažnju na to da su uzorci (a također i modeli) daleko djelotvornije determinante podstrukture zajednice od simboličkih generalizacija. Mnoge znanstvene zajednice dijele, na primjer, Schrödingerovu jednadžbu i njihovi se članovi shodno tome susreću s tom formulom rano u svom znanstvenom obrazovanju. Ali kako se nastavlja izobrazba prema, recimo, fizici čvrstog stanja s jedne strane i teoriji polja s druge, uzorci što ih oni susreću razilaze se. Prema tome, može se reći da oni jednoznačno dijele samo neinterpretiranu Schrödingerovu jednadžbu a ne interpretiranu.

smije postavljati, jer bi nam odgovor odmah donio pravila korespondencije. Učenje uzoraka ne bi studente učilo ničemu što takva pravila, u obliku kriterija sličnosti, ne bi mogla jednako dobro postići. Rješavanje problema tada bi bilo puka vježba u primjenjivanju pravila i ne bi bilo potrebno govoriti o sličnosti.

Međutim, kako sam već dokazivao, rješavanje problema nije nalik na to. U mnogo većoj mjeri ono nalikuje dječjoj zagonetki u kojoj se traži da se nađu životinjski likovi ili lica skriveni u crtežu grmlja ili oblaka. Dijete traži oblike koji su nalik na one u životinja ili lica koje ono poznaje. Kad se jednom pronađu, oni se ne povlače ponovno u pozadinu jer se djetetov način gledanja slike promjenio. Na isti način student znanosti, suočen s problemom, nastoji da ga vidi kao jedan ili više egzemplarnih problema s kojima se ranije susreo. Gdje postoje pravila da ga vode, on se, naravno, njima služi. Ali njegov je temeljni kriterij percipiranje sličnosti koje i logički i psihološki prethodi ma kojemu od brojnih kriterija kojima bi se mogla izvršiti ista identifikacija sličnosti. Pošto je sličnost bila uočena, može se pitati za kriterije i tada se to često isplati učiniti. Ali nije nužno. Mentalni ili vizualni skup dobiven pri učenju kako da se dva problema vide kao slični može se izravno primijeniti. Sada želim dokazati da pod odgovarajućim okolnostima postoji način za obradu podataka u skupove po sličnosti koji ne ovisi o prethodnom odgovoru na pitanje: „Slično s obzirom na što?“

Moj argument započinje kratkom digresijom o terminu „podaci“. Lingvistički, on potječe od „datosti“. Filozofski, iz razloga duboko ukorijenjenih u povijest epistemologije, on izdvaja minimalne čvrste elemente što ih pribavljuju naša osjetila. Premda mi više nemamo nade u stvaranje jednog jezika osjetilnih podataka, izrazi kao „zeleno ondje“, „trokut ovdje“ ili „vruće tamno dolje“ i dalje označavaju naše paradigme za podatak, iskustvenu datost. U više nego jednom pogledu oni treba da igraju tu ulogu. Mi nemamo pristupa iskustvenim elementima minimalnijima od tih. Kad god svjesno obradujemo podatke bilo da identificiramo neki predmet, otkrijemo zakon ili smislimo teoriju, mi nužno baratamo osjetima te vrste ili njihovim spojevima. Pa ipak, s druge točke gledišta, osjeti i njihovi elementi nisu datost. Gledano više teorijski nego iskustveno, taj naziv prije pripada podražajima. Premda imamo pristup do njih samo neizravno, putem znanstvene teorije, podražaji a ne osjeti jesu ono što djeluje na nas kao organizme. Golema količina živčane obrade odigrava se između našeg primitika podražaja i osjetilnog odgovora koji je naš podatak.

Ništa od toga ne bi bilo vrijedno spomena da je Descartes bio u pravu kad je postulirao korespondenciju između podražaja i osjeta. Ali znamo da ništa takvo ne postoji. Percepcija neke dane boje može biti izazvana beskrajnim brojem različito kombiniranih valnih dužina. Obrnuto, neki dani podražaj može izazvati razne osjeće, sliku patke kod jednoga a sliku zeca kod drugoga. A niti su takve reakcije potpuno urođene. Čovjek može naučiti razlikovati boje ili slike koje nije mogao razlikovati prije učenja. U nekoj mjeri, ali se još ne zna koliko, proizvodnja podataka iz podražaja naučen je postupak. Poslije procesa učenja isti podražaj izaziva različit podatak. Zaključujem da podaci, premda su minimalni elementi našeg individualnog iskustva, moraju biti zajedničke reakcije na dani podražaj samo unutar članstva relativno homogene, obrazovne, znanstvene ili lingvističke zajednice¹⁸.

Vratimo se sad mojem glavnom argumentu, ali ne znanstvenim primjerima. Oni se neizbjegljivo pokazuju previše složeni. Umjesto toga, tražim da zamislite maleno dijete u šetnji zoološkim vrtom sa svojim ocem. Dijete je prethodno naučilo razlikovati ptice i prepoznavati crvendača. U toku popodneva o kojem je riječ ono će po prvi put naučiti da prepozna labudove, guske i patke. Svatko tko je podučavao dijete pod tim okolnostima zna da je primarno pedagoško oruđe pokazivanje. Izrazi kao „Svi su labudovi bijeli“ mogu igrati neku ulogu, ali ne moraju. Ja ču ih za trenutak izostaviti iz razmatranja, jer mi je cilj da izdvojam drukčiji način učenja u njegovoj najčišćoj formi. Tada se Johnnyjevo obrazovanje odvija ovako. Otac upire prstom u pticu i kaže: „Gle, Johnny, eno labuda“. Iza kratka vremena Johnny sam upire prstom u pticu i kaže: „Tata, još jedan labud“. On, međutim, još nije naučio što su labudovi i treba ga ispraviti: „Ne, Johnny, to je guska“. Johnnyjeva slijedeća identifikacija labuda pokazuje se ispravnom, ali njegova je slijedeća „guska“ zapravo patka i on opet biva ispravljen. Poslije još nekoliko takvih susreta, od kojih je svaki praćen odgovarajućim ispravljanjem ili potkrepljenjem, Johnnyjeva je sposobnost identificiranja vodenih ptica isto tako velika kao i u njegova oca. Poučavanje je brzo dovršeno.

¹⁸ U Strukturi naučnih revolucija, osobito u glavi 10, opetovano inzistiram na tome da članovi različitih znanstvenih zajednica žive u različitim svjetovima i da znanstvene revolucije mijenjaju svijet u kojem učenjak radi. Želio bih sada reći da isti podražaji članovima različitih zajednica pružaju različite podatke. Obratite, međutim, pažnju na to da ta promjena ne čini neprimjerenim izraze kao što je „drugi svijet“. Dani svijet, bio on svakodnevni ili znanstveni, nije svijet podražaja.

Sad pitam što se zbilo s Johnnyjem i zalažem se za plauzibilnost slijedećeg odgovora. U toku tog popodneva dio živčanog mehanizma kojim on obrađuje vizualne podražaje reprogramiran je i promijenili su se podaci što ih Johnny prima od podražaja koji bi ranije svi prizvali „pticu“. Kad je on započeo svoju šetnju, živčani je program naglašavao razlike između individualnih labudova isto toliko koliko i one između labudova i gusaka. Pri kraju šetnje obilježja poput duljine i savijenosti labudjeg vrata bile su naglašene a druge su bile potisnute tako da podaci o labudu postanu slični jedan drugome a različiti od podataka o guski i o patki onako kako se ranije nisu razlikovali. Ptice koje su ranije sve izgledale slično (a također i različito) sad su grupirane u zasebne skupine u perceptivnom prostoru.

Proces te vrste može se lako simulirati na kompjutoru; ja sam u ranim sam fazama jednog takvog eksperimenta. U stroj se pohrani podražaj u obliku niza od n uređenih znamenki. Ondje se on transformira u podatak primjenom prethodno odabrane transformacije svake od n znamenki pri čemu se različita transformacija primjenjuje na svaki položaj u nizu. Svaki tako dobiveni podatak predstavlja niz od n brojeva, položaj u onome što će nazvati n -dimenzionalnim kvalitativnim prostorom. U tom prostoru razdaljina između dva podatka, mjerena euklidskom ili odgovarajućom neeuklidskom metrikom, predstavlja njihovu sličnost. Koji se podražaji transformiraju u slične ili bliske podatke zavisi, dakako, o izboru transformacijskih funkcija. Različiti skupovi funkcija proizvode različite skupine podataka, različite obrasce sličnosti i različitosti u perceptivnom prostoru. Ali transformacijske funkcije nije morao načiniti čovjek. Ako mašina bude podvrgнутa podražajima koji se mogu grupirati u skupine i ako dobije informaciju koje podražaje treba staviti u iste skupine a koje u različite, ona može sama smisliti primjereno skup transformacijskih funkcija. Obratite pažnju na to da su oba uvjeta bitna. Ne mogu svi podražaji biti transformirani tako da tvore skupine podataka. Čak i kad mogu, mašini kao i djetetu najprije treba reći koji pripadaju zajedno a koji ne. Johnny nije sam otkrio da postoje labudovi, guske i patke. Zapravo, on je to bio naučen.

Ako sad predstavimo Johnnyjev perceptivni prostor dvo-dimenzionalnim dijagramom, proces koji je on prošao prilično je nalik na prijelaz od slike 1 ka slici 2¹⁹. Na prvoj su patke, guske i labudovi ispremiještani. Na drugoj, oni su se grupirali

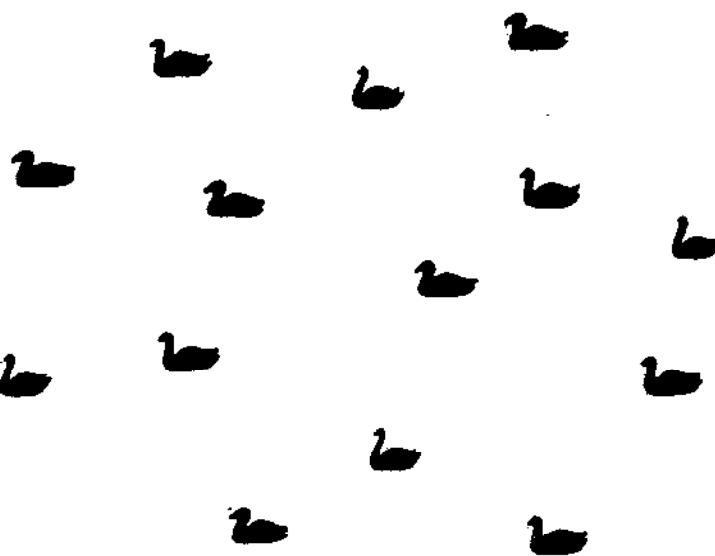
¹⁹ Za crteže zahvalan sam i Peru i strpljivosti Sare Kuhn.

u zasebne skupove sa znatnim razdaljinama između sebe²⁰. Budući da mu je, u stvari, njegov otac rekao da su patke, guske i labudovi članovi zasebnih prirodnih porodica, Johnny je potpuno u pravu da očekuje da će se sve buduće patke, guske i labudovi svrstati u jednu od tih porodica, ili na njezin rub, i da se on neće susresti ni s jednim podatkom koji pada u prostor na pola puta između njih. To očekivanje može biti iznevjereno, možda za vrijeme posjeta Australiji. Ali ono će mu dobro služiti dok ostane član zajednice koja je na temelju iskustva otkrila korisnost i održivost tih posebnih perceptivnih razlikovanja i koja je prenijela sposobnost pravljenja takvih razlikovanja od jedne generacije na drugu.

Time što je programiran da prepoznaje ono što njegova buduća zajednica već zna Johnny je stekao važnu informaciju. Naučio je da guske, patke i labudovi tvore zasebne prirodne porodice i da priroda ne daje primjera za labudo-gusku ili gusko-patkju. Neke kvalitativne konstelacije idu zajedno, druge se uopće ne mogu naći. Ako kvalitete u njegovim skupinama uključuju agresivnost, njegovo popodne u parku moglo je imati pored svakodnevnih zooloških funkcija i takve koje se tiču ponašanja. Guske, za razliku od labudova i pataka, psiču i grizu. Tako je ono što je Johnny naučio vrijedno znati. Ali zna li on što znače termini „guska“, „patka“ i „labud“? U svakom korisnom smislu da, jer on može te etikete primjenjivati jednoznačno i bez napora, izvlačeći zaključke o ponašanju iz njihove primjene bilo direktno bilo putem općih iskaza. U drugu ruku, on je sve to naučio a da nije stekao — ili bar morao steći — čak niti jedan kriterij za identificiranje labudova, gusaka ili pataka. On može pokazati na labuda i reći vam da u blizini mora biti voda, ali sasvim je moguće da ne bude u stanju da vam kaže što je labud.

Ukratko, Johnny je naučio da simboličke etikete primjenjuje na prirodu bez ičega nalik na definicije ili pravila korespondencije. U njihovu odsustvu on upotrebljava naučenu ali unatoč tome primitivnu percepciju sličnosti i različitosti. Dok je stjecao tu percepciju, on je naučio nešto o prirodi. To znanje se kasnije može ugraditi ne u generalizacije ili pravila, nego u sam odnos sličnosti. Da naglasim, ja uopće ne prepostavljam da je Johnnyjeva tehnika jedina kojom se znanje stječe i pohranjuje. A ne mislim niti da je vjerojatno da se

²⁰ Niže u tekstu pokazat će se da sve što je posebno u toj metodi obrade podražaja zavisi o mogućnosti grupiranja podataka u skupine s praznim prostorom između njih. U odsutnosti praznog prostora nema alternative strategiji obrade koja se, zamišljena za svjet svih mogućih podataka, oslanja na definicije i pravila.



Slika 1

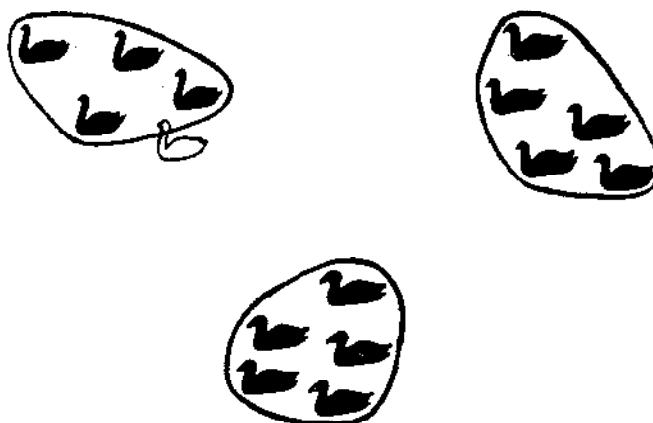


Slika 2

jako mnogo ljudskog znanja stječe i pohranjuje uz tako malo pribjegavanja verbalnim generalizacijama. Ali ja se zalažem za priznavanje integriteta spoznajnog procesa kakav je onaj upravo očrtani. U kombinaciji s poznatijim procesima poput simboličke generalizacije i modeliranja on je, mislim, bitan za adekvatnu rekonstrukciju znanstvenog znanja.

Treba li da sada kažem da su labudovi, guske i patke s kojima se Johnny susreo za vrijeme svoje šetnje s ocem bili ono što sam ja nazivao uzorcima? Predstavljeni Johnnyju s pričvršćenim etiketama, oni su bili rješenje problema što su ga članovi njegove buduće zajednice već riješili. Njihovo je usvajanje dio postupka socijalizacije kojim Johnny postaje dio te zajednice i u toku kojega uči o svijetu koji zajednica nastava. Dakako, Johnny nije učenjak a ni ono što je on naučio još nije znanost. Ali on lako može postati učenjak i tehniku koju je upotrijebio u svojoj šetnji još će biti održiva. Da je on zaista upotrebljava bit će očevidno ako postane taksonomist, Herbarij, bez kojih nijedan botaničar ne može raditi, skladišta su za stručne uzorke i njihova se povijest podudara s poviješću discipline koju podupiru. Ali ista je tehnika, ako i u manje čistu obliku, bitna i za apstraktnije znanosti. Već sam dokazivao tezu da je usvajanje rješenja takvih problema kao što su kosina i čunjasto njihalo dio učenja o tome što je newtonovska fizika. Tek pošto je usvojio određen broj takvih problema, student ili stručnjak može preći na to da sam identificira druge newtonovske probleme. To je usvajanje problema, povrh toga, dio onoga što ga osposobljava da izdvoji sile, mase i ograničenja unutar novog problema i da napiše formalizam podesan za njegovo rješavanje. Unatoč svojoj pretjeranoj jednostavnosti, Johnnyjev slučaj treba da sugerira zašto ja i dalje ustrajavam na tvrdnji da zajednički primjeri imaju bitne spoznajne funkcije koje prethode specifikaciji kriterija s obzirom na koju su oni egzemplarni.

Zaključujem svoje dokazivanje vraćanjem na odlučujuće pitanje raspravljanje ranije u vezi sa simboličkim generalizacijama. Ako pretpostavimo da učenjaci doista usvajaju i pohranjuju znanje u zajedničkim primjerima, treba li da se filozof bavi tim postupkom? Ne bi li on mogao, umjesto toga, proučavati primjere i izvoditi pravila korespondencije koja bi zajedno s formalnim elementima teorije učinila te primjere suvišnima? Na to pitanje ja sam već sugerirao slijedeći odgovor. Filozof je slobodan da primjere zamjeni pravilima i bar u principu može očekivati da će u tome uspjeti. U tom postupku, međutim, on će promijeniti prirodu znanja što ga zajednica posjeduje a iz kojeg su bili izvučeni njegovi primjeri. Ono što

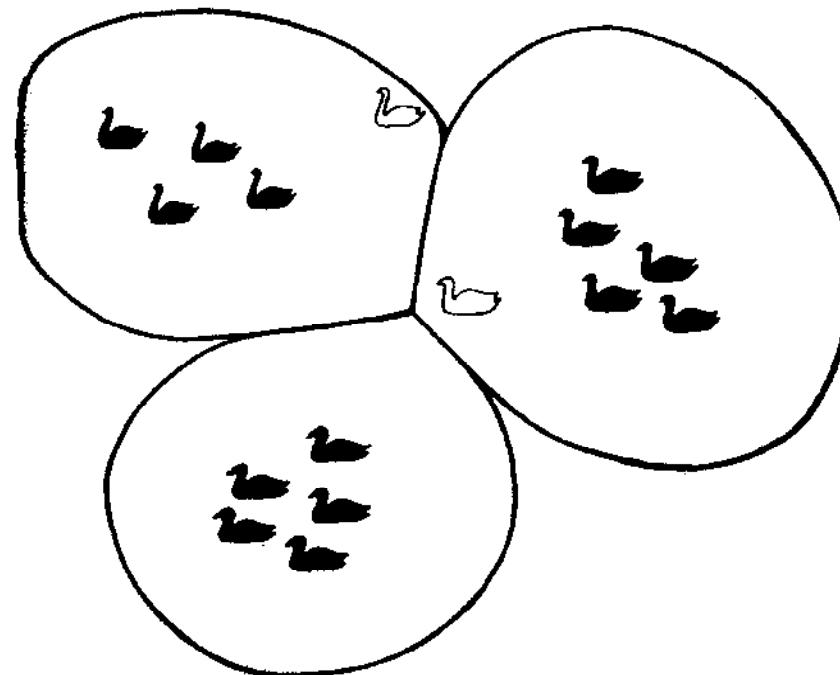


Slika 3

će on, u stvari, raditi bit će zamjena jednog sredstva obrade podataka drugim. Osim ako ne bude izvanredno pažljiv, on će time oslabiti spoznaju zajednice. Čak i ako bude postupao brižljivo, on će promijeniti prirodu budućih reakcija zajednice na neke elementarne podražaje.

Johnnyjevo obrazovanje, premda nije znanstveno obrazovanje, pribavlja novu vrstu svjedočanstva za te tvrdnje. Identificirati labudove, guske i patke pravilima korespondencije radije nego opaženom sličnošću, znači povući zatvorene krivulje koje se ne sijeku oko svake od skupina na slici 2. Ono što proizlazi jednostavan je Vennov dijagram koji prikazuje tri klase koje se ne preklapaju. Svi labudovi leže u jednoj, sve guske u drugoj i tako dalje. Gdje, međutim, treba povući te krivulje? Postoje beskonačne mogućnosti. Jedna je od njih ilustrirana na slici 3, gdje su granice povučene sasvim blizu ptičjim likovima u trima skupinama. Kad su jednom dane te granice, Johnny sad može reći što su kriteriji za članstvo u klasi labudova, gusaka ili pataka. U drugu ruku, njega bi mogla dovesti u nedoumici prva sljedeća vodena ptica koju vidi. Ocertani oblik na dijagramu očigledno je labud po kriteriju percipirane razdaljine, ali to nije niti labud, niti guska, niti patka po novouvedenim pravilima korespondencije za članstvo u klasi.

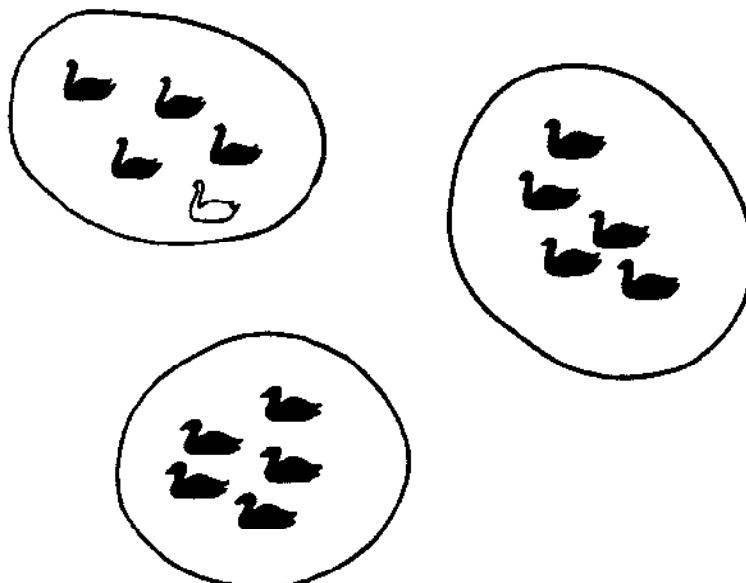
Stoga granice ne bi trebalo povući preblizu rubovima skupine uzoraka. Podimo zato u drugu krajnost, slika 4, i povucimo granice koje iscrpljuju većinu relevantnih dijelova Johnnyjeva perceptivnog prostora. Pri tom izboru nijedna ptica



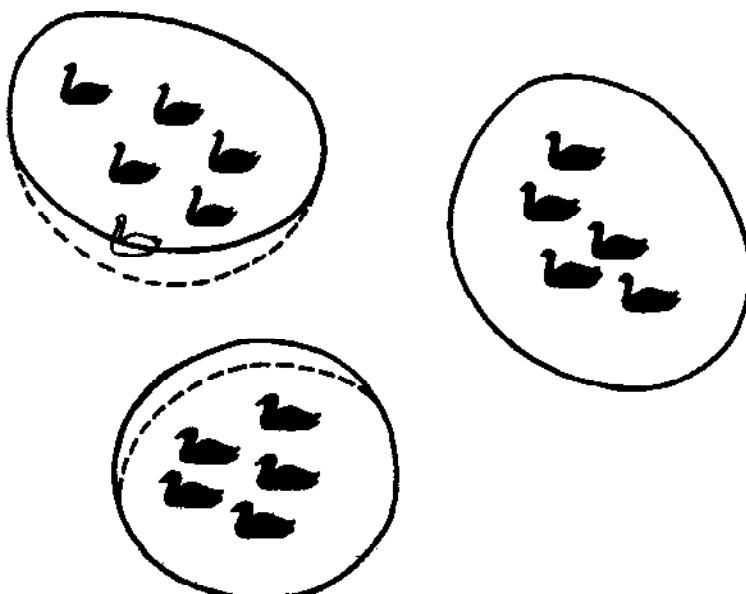
Slika 4

koja se pojavljuje blizu jedne od postojećih skupina neće predstavljati problem, ali izbjegavajući tu teškoću stvorili smo drugu. Johnny je znao da ne postoje labudo-guske. Nova rekonstrukcija njegova znanja lišava ga te informacije. Umjesto nje, ona ga opskrbљuje nečim za što je krajnje nevjerojatno da bi mu moglo trebati, imenom koje se primjenjuje na ptičji podatak duboko u nezaposjednutu prostoru između labudova i gusaka. Da nadomjestimo ono što je bilo izgubljeno možemo zamisliti da dodamo Johnnyjevu spoznajnom aparatu funkciju gustoće koja opisuje vjerojatnost njegova susretanja s labudom u raznim položajima unutar granice labudova skupa sa sličnim funkcijama za guske i patke. Ali izvorni kriterij sličnosti je te već pribavio. U biti, mi bismo se samo vratili mehanizmu obrade podataka koji smo kanili nadomjestiti.

Jasno je da niti jedna od ekstremnih tehnikova povlačenja granica klasa ne zadovoljava. Kompromis naznačen na slici 5 očevidno je poboljšanje. Svaka ptica koja se pojavljuje blizu jedne od postojećih skupina njoj i pripada. Svaka ptica koja se



Slika 5.



Slika 6.

pojavljuje na pola puta između skupina nema imena, ali nije vjerojatno da bi ikada postojao takav podatak. S granicama klase poput tih Johnny bi trebao biti kadar da za neko vrijeme uspješno operira. Ipak, on nije ništa dobio zamjenom granica klase za njegov izvorni kriterij sličnosti a ponešto se i izgubilo. Treba li zadržati stratešku pogodnost tih granica, moglo bi biti potrebno mijenjati njihovu lokaciju kad god Johnny susretne novog labuda.

Slika 6 pokazuje što imam na umu. Johnny je susreo još jednog labuda. On leži, kao što i treba, u cijelosti unutar stare granice klase. Nije bilo problema identifikacije. Ali moglo bi ga biti slijedeći put ako se nove granice, ovdje naznačene isprekidanom crtom, ne povuku tako da vode računa o izmjenjenom obliku skupine labudova. Bez vanjskog prilagodavanja granice labudova prva slijedeća ptica na koju se nađe, premda nedvojbeno labud po kriteriju sličnosti, može pasti na staru granicu, ili čak izvan nje. Bez istovremena povlačenja unutar granice pataka prazni prostor, za koji su Johnnyja njegovi iskusniji stariji uvjeravali da može biti očuvan, postao bi prekomjerno uzak. Ako je tako — ako, naime, svako novo iskustvo može zahtijevati prilagodavanje granica klase — čovjek lako može pitati da li je od Johnnija bilo mudro što je dopustio filozofima da za njega povuku ma koje takve granice. Primitivni kriterij sličnosti što ga je prethodno bio stekao izašao bi nakraj sa svim tim slučajevima bez problema i bez neprekidna prilagođavanja. Postoji, siguran sam, nešto kao promjena značenja ili promjena u dosegu primjene termina. Ali samo misao da značenje ili primjenjivost ovisi o unaprijed određenim granicama mogla bi kod nas pobuditi želju da ovdje upotrebljavamo bilo koju takvu frazeologiju²¹.

Da sada naglasim, ja ne sugeriram da nikada ne postoje valjani razlozi za povlačenje granica ili za usvajanje pravila korespondencije. Da je Johnniju bio predstavljen niz ptica koji ispunjava prazan prostor između labudova i gusaka, on bi bio prisiljen da razriješi nastalu nepriliku crtom koja po definiciji razdvaja labudo-gušći kontinuum. Ili, kada bi postojali nezavisni razlozi za pretpostavku da je boja čvrst kriterij za identifikaciju vodenih ptica, Johnny bi se mudro mogao opredjeliti

²¹ Iz istog razloga treba se ovdje suzdržati od izraza poput „neodređenost značenja“ ili „otvorena tekstura pojmove“. Oboje implicira jednu nesavršenost, nedostajanju nečega što bi se kasnije moglo pribaviti. To je značenje nesavršenosti, međutim, stvorila jedino norma koja traži da posjedujemo nužne i dovoljne uvjete za primjenjivost neke riječi ili izraza u svijetu svih mogućih podataka. U svijetu u kojem se neki podaci nikada ne pojavljuju takav je kriterij suvišan.

za generalizaciju: „Svi su labudovi bijeli“²². Ta bi strategija mogla uštedjeti dragocjeno vrijeme za obradu podataka. U svakom slučaju, generalizacija bi pribavila polaznu točku za logičku manipulaciju. Postoje odgovarajuće prilike za vranje na dobro poznatu strategiju koja se oslanja na granice i pravila. Ali to nije jedina dostupna strategija bilo za obradu podražaja bilo za obradu podataka. Postoji alternativa, ona koja se temelji na onome što sam nazivao naučenom percepcijom sličnosti. Opažanje — bilo učenja jezika, znanstvena obrazovanja ili znanstvene prakse — navodi na zaključak da je ona, u stvari, u širokoj upotrebi. Njezinim ignoriranjem u epistemološkoj raspravi mogli bismo počiniti teško nasilje nad svojim razumijevanjem prirode znanja.

Vratimo se najzad terminu „paradigma“. On je ušao u *Strukturu naučnih revolucija* zato što ja, autor i povjesničar knjige, kad sam razmatrao članstvo u znanstvenoj zajednici, nisam mogao pronaći dovoljno zajedničkih pravila da bih objasnio neproblemsko vođenje istraživanja u grupi. Zajednički primjeri uspješne prakse mogli bi, zaključio sam potom, pružiti ono što grupi nedostaje u pravilima. Ti su primjeri bili njezine paradigmе i kao takve bitni su za njezino kontinuirano istraživanje. Na nesreću, doprijevši tako daleko, dopustio sam da se primjene termina prošire obuhvaćajući sva zajednička opredjeljenja grupe, čije sve komponente sada želim nazvati disciplinarnom matricom. Neizbjegno, rezultat je bila zbrka i ona je zamaglila prvočne razloge za uvođenje specijalnog termina. Ali ti razlozi još stoje. Zajednički primjeri mogu služiti spoznajnim funkcijama koje se obično pripisuju zajedničkim pravilima. Kad oni to čine, znanje se razvija različito od načina kao kad njime upravljaju pravila. Ovaj je članak bio u prvome redu nastojanje da se izdvoje, razjasne i stave na svoje mjesto te bitne točke. Ako se one mogu uočiti, bit ćemo u stanju da se oslobodimo termina „paradigma“, iako ne i pojma koji je doveo do njegova uvođenja.

²² Obratite pažnju na to da bi Johnnyjevo opredjeljivanje za generalizaciju „Svi su labudovi bijeli“ moglo biti opredjeljivanje ili za zakon o labudovima, ili za (djelomičnu) definiciju labudova. To jest, on može prihvati generalizaciju ili kao analitičku ili kao sintetičku. Kao što je bilo natuknuto gore u bilješci 14, ta se razlika može pokazati bitnorn osobito ako Johnny slijedeći put susretne crnu vodenu pticu koja u ostalim aspektima posve nalikuje na labuda. Zakoni izvršeni izravno iz opažanja dadu se malo-pomalo popravljati, što s definicijama općenito nije moguće.

Larry Laudan

SAGLEDAVANJE NAUČNOG PROGRESA SA STANOVIŠTA REŠAVANJA PROBLEMA

ZAHTEVI. Proučavanja istorijskog razvitka nauke jasno su pokazala da bilo koji normativni model naučne racionalnosti, koji ima načina da pokaže da je nauka dobrim delom jedan racionalan poduhvat, mora voditi računa o izvesnim stalnim karakteristikama naučne promene. Da budem određen, iz postojecog istorijskog svedočanstva možemo zaključiti da:

(1) Promene teorija su, obično, ne-kumulativne, tj. ni logički ni empirijski sadržaj (niti čak „potvrđene konsekvence“) ranijih teorija nisu u celosti sačuvani kada su te teorije potisnute novijim.

(2) Teorije, obično, nisu odbačene prosti zato što imaju anomalije, niti su, obično, prihvateće prosti zato što su empirijski potvrđene.

(3) Promene u, i rasprave o, naučnim teorijama često se okreću oko pojmovnih sporova pre nego o pitanjima empirijske potpore.

(4) Specifični i „lokalni“ principi naučne racionalnosti koje naučnici koriste u procenjivanju teorija nisu utvrđeni za stalno, nego se značajno menjaju tokom razvoja nauke.

(5) Postoji širok spektar saznajnih stavova koje naučnici zauzimaju prema teorijama, uključujući prihvatanje, odbacivanje, napadanje, odobravanje itd. Bilo koja teorija o racionalnosti koja raspravlja samo o prihvatanju i odbacivanju neće biti kadra da se uhvati ukoštač sa većinom situacija s kojima se naučnici suočavaju.

(6) Postoji niz nivoa opštosti naučnih teorija, poređenih od zakona na jednom kraju do širokih pojmovnih okvira na drugom. Izgleda da principi proveravanja, upoređivanja i procenjivanja teorija značajno variraju od nivoa do nivoa.