

1. Znanost i modeli objašnjenja

U ovom poglavlju dat ćemo samo neke opće napomene koje čitaocu mogu služiti kao smjernice u pracenju teksta. Definicije i opis koji budi dani u poglavlju moraju se shvatiti uvjetno. Jer, na primjer, dati definiciju znanosti ili odgovoriti na pitanje »Što je to znanost?« u samom startu je osuđeno na propast. Takve potpune definicije nisu niti dane, a možda i ne mogu biti dane, s jedne strane, a s druge strane različiti autori, filozofski pravci i teoreticari imaju različit odnos prema tom pitanju, pa su samim tim i odgovori različiti. No, mi ćemo ipak dati neka okvirna objašnjenja koja su u skladu sa opće prihvaćenim stavovima. Pošto knjiga ima za cilj da napravi izvjestan uvod u filozofiju znanosti čini nam se uputno dati te okvirne definicije kako bi se "osjetila" problematika kojom se bavi filozofija znanosti.

Cesto se u udžbenicima susrećemo sa definicijom znanosti kao sustavom općih istina ili spoznaja, koje se odnose na isti predmet. Sukladno ovakvoj definiciji, ako je to uopće definicija, možemo prepoznati tri momenta: a) Budući da svaka znanost otkriva uzroke i zakone pojava, već je tim spoznaja onoga, što je najopćenitije tim pojavama. b) Te opće istine čine jedan sistem, tj. skup spoznaja, koje su logički tako međusobno povezane, da sačinjavaju harmoničnu cjelinu. c) Znanost ima svoj predmet. Ta riječ predmet nije u značenju konkretne stvari, jer ista stvar može biti predmetom više znanosti. predmet ima apstraktno značenje i označava stajalište, s kojega se jedna stvar promatra. Kemikar, psiholog, fiziolog promatraju ljudsko tijelo sa svog stajališta. Taj predmet skolastički filozofi nazivaju *objectum formale*. Francuski logičar Goblot kaže da ima toliko čistih znanosti, koliko ima stajališta s kojih možemo promatrati bice ili fenomene. To je pojam znanosti.

Cesto se i u običnom govoru spominje spoznavanje, odgovaranje na pitanja: »Zašto?«, »Kako?«. Zato moramo napraviti razliku od takozvane obične spoznaje i znanstvene spoznaje. Možemo navesti barem tri karakteristike ili razlike znanstvene spoznaje od "obične spoznaje", a to su: općenitost, metoda i preciznost. Prva oznaka se odnosi na činjenicu da se običan čovjek zadovoljava sa zapažanjima, koje se ograničuju na ono, što njega zanima, a učenjak ima općenitija zapažanja, jer su bez interesa i dolaze ne samo do uzroka nego i do zakona. Drugo, vulgarna metoda, skupljena u poslovicama i aforizmima, nastala je bez metode i svodi se na asocijacije po navici, a učenjak postupom metodicki podvrgava sve svoje hipoteze kontroli razuma. Može se reći, da je spoznaja običnog čovjeka *empirijska*, a spoznaja učenjaka *eksperimentalna*. Treće, običan čovjek zna da jedne pojave ovise o drugima, (primjerice, toplina rasteže kovine), a ne zna i ne zanima ga u kojoj mjeri. Učenjak se na zadovoljava da tvrdi odnose. On ih nastoji precizno izmjeriti. Konacno, najviša vrsta spoznaje je *filozofska spoznaja*. Možemo je uzeti u tradicionalnom ili pozitivističkom smislu. Za tradicionalnu filozofiju glavna je filozofska disciplina *metafizika*. Ona ispituje intimnu narav stvari, ali i njihovo zadnje značenje.

O ovim problemima kao što je primjerice znanstvena metoda govorit ćemo nešto detaljnije u drugom dijelu ovog poglavlja. Sad bismo mogli dati i određenu klasifikaciju znanosti i to one koje nam se čine najinteresantnijim, ali moramo napomenuti da kao što nema jedinstvenog stava oko definicije znanosti, tako nema jedinstvenog stava i oko klasifikacije. Navedimo nekoliko primjera klasifikacije znanosti.

- Aristotel uzima za princip klasifikacije cilj, što ga razne znanosti imaju. On razlikuje: teoretske, praktične i poetske znanosti. Teoretske znanosti koje imaju za cilj da nas upoznaju sa stvarima i da ih rastumace. Takve su znanosti: matematika, fizika i metafizika. Praktične znanosti, kojima je cilj, da dadnu čovjeku orijentaciju u privatnom, političkom i društvenom životu. Takve su znanosti: etika, ekonomika i

politika. Poetske znanosti, kojima je cilj stvaranja literarnih djela. Takve su: retorika, poetika i dijalektika. Ovo nije znanstvena podnijela.

- Baconova klasifikacija. Ona se temelji na duševnim mocima, koje dolaze do izražaja u različitim znanostima. U tim znanostima dolazi do izražaja pamćenje, mašta i razum. Pamćenje – povijest; razum – filozofija, mašta – poezija. Ova podnijela nije znanstvena, jer kod svih znanosti dolaze do izražaja sve ljudske moci.

- Amperova klasifikacija dijeli znanosti na kozmološke ili prirodne znanosti i noološke ili duhovne znanosti. Ovako klasificiraju znanosti suvremeni filozofi i dijele ih na realne i irealne.

- Klasifikacija Augusta Compta. On klasificira znanosti prema njihovoj sve vecoj kompleksnosti i manjoj sveopćenitosti (metafizika, astronomija, fizika, kemija, sociologija i biologija). Njegov princip je ispravan, jer se vidi ovisnost jedne znanosti o drugoj. Ipak ta klasifikacija nije savršena, jer nema psihologije, povijesti i filozofije.

- Spencerova klasifikacija – On znanosti klasificira prema njihovom formalnom objektu na: apstraktne, apstraktno-konkretno i konkretne. Apstraktne znanosti proučavaju forme stvari bez obzira na njihov sadržaj (matematika i formalna logika). Apstraktno-konkretno proučavaju realne pojmove, apstrahirajući od bica u kojima se one realiziraju (fizika, kemija, mehanika). Konkretne znanosti proučavaju realna bica (astronomija, geologija, biologija, psihologija i sociologija).

Svaka od ovih klasifikacija ima samo provizorni karakter i danas se često znanosti dijela prema metodi ili predmetu. Tako, prema metodi razlikujemo deduktivne znanosti, koje polaze od principa i dolaze do zaključaka; induktivne ili empirijske znanosti, koje polaze od činjenica i dolaze do zakona.

1.1. Modeli objašnjenja

Odmah na početku našeg razmatranja pokušajmo dati neke osnove znanstvenog objašnjenja kao specifikuma spram drugim objašnjenjima. U našem razmatranju cini nam se da bi bilo najbolje staviti težište na razmatranje o ovoj problematici poznatog filozofa Ernesta Nagla i to iz dva razloga; prvo jer je njegovo razmatranje o ovoj problematici možda najznacajnije u suvremenoj filozofiji znanosti i na drugoj strani njegov pristup nije toliko obojen određenim filozofskim stajalištem (u ovom slučaju pozitivizmom kome je on pripadao) a također njegov pristup posebice u *The Structure of Science*² je jasan,

2 E. Nagel, »The Structure of Science«, *Problems in the Logic of scientific explanation*, Harcourt, Brace World, inc. New York Burlingame Copyright 1961.

Navedena knjiga je jedna od najznacajnijih dijela filozofije znanosti u njenom suvremenom periodu. U njoj se ne izlaže, bar na prvi pogled, nikakav određena filozofska teorija o znanosti. Njen pisac, E. Nagel, posvetio je svoj život proučavanju i razumijevanju onih bitnih odlika znanstvenog metoda koje određuje duh same znanosti i njene granice.

Ernest Nagel (1901 – 1985) je vjerojatno jedan od istaknutijih američkih filozofa znanosti od sredine tridesetih pa do početka 60-ih godina XX st. Predavao je na univerzitetu Columbia praktički citavu svoju karijeru. Iako je dijelio skupa s Bertrandom Russelom i članovima Beckog kruga, osjećao je poštovanje i prema otkrivenjima u matematici i prirodnim znanostima, prihvatio je dio misli Charlesa S. Piercea i Johna Deweya koje je Nagel sam nazvao "kontekstualni naturalizam" jest njegovo nepovjerenje spram redukcionističkih tvrdnji koje nisu rezultata znanstvenog istraživanja. Nagelov "kontekstualni naturalizam" ispuni je njegov utjecaj, detaljne i upućene eseje o vjerojatnosti; objašnjenje u prirodnim i društvenim znanostima, mjerenja, povijesti matematike i filozofije prava. To se reflektira npr. u njegovim prodornim kritikama Russelove rekonstrukcije vanjskog svijeta i Russelove epistemologije te srodnih pogleda prihvaćenih u neko vrijeme od članova Beckog kruga.

pristupacan i onima kojima navedena problematika nije uža specijalnost. Ukoliko spominjemo pojam objašnjenja onda prije svega pod njim podrazumijevamo odgovor na pitanje »Zašto?«. No, ovdje problem tek počinje jer i letimican pogled na riječ “zašto” upućuje nas na zaključak da se ona koristi u razlicitom kontekstu i da se u tom razlicitom kontekstu na takva pitanja daju razlicite vrste relevantnih odgovara. E. Nagela zaključuje da se u tim razliciti kontekstima uporabe pitanja “zašto” i odgovora tj. objašnjenja na to pitanje u sklopu onoga što zovemo znanstvenim logickim strukturama može razlikovati cetiri glavna i, izgleda, razlicita modela objašnjenja. Analizirajmo te modele posebno:

Deduktivni model. Jedan tip objašnjenja koji se obicno susrece u prirodnim znanostima, iako ne samo u tim disciplinama, ima formalnu strukturu deduciranog zaključka gdje eksplikandum logicki nužna posljedica premisa objašnjenja. Prema tome, u objašnjenju ove vrste premise izražavaju uvjet istinitosti zaključka. Ova vrsta objašnjenja je iscrpno proučavana još od najstarijih vremena i ona je bila smatrana osnovicom svakog “pravog” objašnjenja i cesto se usvajala kao idealni oblik kojem svi naponi u objašnjenju treba da teže.

Navedimo neke primjere; 1) Zašto je zbir bilo kojeg broja uzastopnih neparnih cijelih brojeva pocevši od 1 uvijek savršeni kvadrat (na primjer: $1 + 3 + 5 + 7 = 16 = 4^2$)? Ovdje se pretpostavlja da je “cinjenica” koju treba objasniti (eksplikandum) nešto što je potrebno oznaciti poznatim ali nedovoljno jasnim izrazom “nužna istina”, u tom smislu što njena negacija predstavlja logicku proturjecnost. Relevantna odgovor na ovo pitanje predstavlja ustvari dokaz koji utvrđuje ne samo univerzalnu istinitost nego i nužnost eksplikanduma. Objašnjenje ce biti zadovoljavajuće ako se koraci u dokazu budu slagali sa formalnim zahtjevima za logicki dokaz i ako su, dalje, same premise dokaza u izvjesnom smislu nužne. Premise ce vjerojatno biti postulati aritmetike, a njihov nužni karakter bit ce utvrđen ako se, na primjer, može pokazati da se one istinite na osnovu znacenja koje imaju njihovi termini. No, u ovom slucaju se mora naglasiti da su i eksplikandum i premise su nužno istiniti iskazi tako da ova objašnjenja pripadaju onim formalnim disciplinama kao što su logika i matematika.

Sljedeci primjer druge vrste ovog modela pokažimo na sljedeca dva primjera; 2) Zašto se jucer caša zamaglila sa vanjske strane kada sam u nju sipao hladnu vodu? Ovdje je cinjenica koju treba objasniti jedan pojedinačni događaj. Njegovo objašnjenje izraženo u kratkim crtama, može izgledati ovako: temperatura caše, pošta sam u nju sipao hladnu vodu, bila je znatno niža od temperature okolnoga zraka; zrak je sadržavao vodenu paru, a vodena para iz zraka, uopce uzevši, pretvara se u tekucinu kada zrak dode u dodir s dovoljno hladnom površinom. U ovom primjeru, kao i u prethodnom, formalna struktura objašnjenja ima oblik dedukcije. Uistinu, da su premise objašnjenja bile formulirane potpunije i pažljivije, deduktivni oblik bi bio sasvim uocljiv. Medutim, u ovom slucaju eksplikandum nije nužna istina, a to nisu ni premise objašnjenja. Naprotiv, premise su iskazi koji su vjerojatno zasnovani na podesnim iskustvenom ili eksperimentalnom svjedocanstvu.

Primjer broj 3): Zašto je manji procent katolika nego protestanata izvršio samoubojstvo u europskim zemljama u toku posljednje cetvrtine devetnaestoga vijeka? Poznati odgovor glasi da je institucionalno uređenje u kome su katolici živjeli povećavalo “društvenu koheziju” za razliku od društvenih organizacija protestanata, i da, uopce, postojanje jakih društvenih veza između članova jedne zajednice pomaže ljudima u periodima osobnih potresa. Eksplikandum je u ovom slucaju povijesna pojava koja je statisticki opisana, za razliku od pojedinačnih događaja iz prethodnog primjera. Zbog toga se predloženim objašnjenjem ne objašnjava ni jedno pojedinačno samoubojstvo u pometom periodu. Uistinu, iako premise objašnjenja nisu izložene ni precizno ni potpuno, jasno je da neki od njih imaju statisticki smisao, baš kao što je to slucaj s eksplikandumom. Ali, pošto

premise nisu u potpunosti formulirane, nije sasvim jasno kakva je logicka struktura ovog objašnjenja. Međutim, mi ćemo pretpostaviti da su implicitne premise mogu izložiti eksplicitno i da, što više, objašnjenje onda ima deduktivni oblik.

Ova dva primjera eksplikandum je povijesna činjenica. Međutim, u drugom primjeru činjenica koju treba objasniti je pojedinačni događaj, dok je u trećem statistička pojava. U oba primjera premise sadrže bar jednu pretpostavku koja je “slično zakonu” i opća po formi, i bar jedan iskaz o nečemu pojedinačnom. Sa druge strane objašnjenje statističke pojave odlikuje se prisustvom bar jedne statističke generalizacije u premisama.

Navedimo još neke primjere:

Primjer 4): Zašto led pliva po vodi? Eksplikandum u ovom primjeru nije povijesna činjenica, pojedinačna ili statistička već univerzalni zakon koji tvrdi stalnu vezu i između izvjesnih fizickih osobina. Kao što je poznato, ta se činjenica objašnjava tako što se izvodi kao logička posljedica drugih zakona – zakona da je gustoća leda manja od gustoće vode, Arhimedovog zakona da tečnost istiskuje tijelo koje je u nju zaronjeno silom jednakom težini istisnute tečnosti, i drugim zakonima o uvjetima pod kojima tijela ostaju u ravnoteži kada na njih djeluju sile. Ovdje valja zapaziti da su za razliku od posljednja dva primjera, premise objašnjenja, iskazi koji tvrde univerzalni zakon.

Primjer 5): Zašto se točka smrzavanja vode snižava kada joj se doda sol? Eksplikandum je i u ovom slučaju zakon, tako da se u tom pogledu ovaj primjer ne razlikuje od prethodnog. Što više uobičajeno objašnjenje se sastoji u deduciranju eksplikanduma iz principa termodinamike i izvjesnih pretpostavki o sastavu heterogenih rastvora. Zbog toga je ovaj primjer sličan prethodnom upravo u pogledu formalne strukture objašnjenja. Pa ipak, ovaj primjer je naveden zbog kasnijih razmatranja, pošto premise objašnjenja pokazuju na prvi pogled izvjesne razlike koje su od velikog metodološkog značaja. To je zbog toga što su termodinamički principi, koje su uključene u premise objašnjenja u ovom primjeru, u stvari, pretpostavke mnogo općenitije nego bilo koji zakon prethodno naveden. Za razliku od tih zakona, ove pretpostavke sadrže »teorijske« pojmove kao što su energija i entropija, koji ne izgledaju povezani sa bilo kakvim jasno utvrđenim eksperimentalnim postupcima, za utvrđivanje ili mjerenje fizickih svojstava koje bi ove pojmovi trebali da predstavljaju. Pretpostavke ove vrste često se nazivaju “teorijama”, i ponekad se oštro razlikuju od “eksperimentalnih zakona”.

Dakle u četvrtom i petom primjeru eksplikandum je zakon i to univerzalni iskaz koji tvrdi postojanje stalne veze između izvjesnih osobina. Međutim, u četvrtom primjeru zakon se objašnjava tako što biva izveden iz pretpostavki od kojih je svaka “eksperimentalni zakon” u smislu koji smo ukratko već opisali. U petom primjeru, s druge strane, premise objašnjenja sadrže takozvane “teoretske iskaze”.

Mi smo u kratkim crtama opisali razlike koje se mogu zapaziti između objašnjenja deduktivnog tipa. Što više, čisto formalni uvjeti koje deduktivna objašnjenja moraju da zadovolje ne iscrpljuju sve uvjete za koje se često očekuje da će valjana objašnjenja ove vrste zadovoljiti. Iako smo već ukratko spomenuli važnu ulogu opcijih zakona u deduktivnim objašnjenjima, ostaje da razmotrimo važno pitanje dali se zakoni mogu shvatiti prosto kao hipotetički istiniti univerzalni iskazi, ili univerzalni iskazi moraju pored toga posjedovati izvjesnu relacionu strukturu posebne vrste da bi mogli poslužiti kao premise u zadovoljavajućem objašnjenju. Što više, iako smo spomenuli činjenicu da znanost dolazi do cjelovitih i ukupnih sustava objašnjenja primjenom tzv. “teorijskih” pretpostavki, bice neophodno detaljno ispitati osobine o kojima se teorije razlikuju od drugih zakona, kakve su njihove odlike koje nam pomažu da shvatimo njihovu moc da sustavno objašnjavaju raznovrsne činjenice i kakav im spoznajni status treba pripisati.

Objašnjenje po vjerojatnosti. Mnoga objašnjenja u skoro svakoj znanstvenoj disciplini nemaju na prvi pogled deduktivni oblik, jer njihove premise ne povlace sa sobom eksplikandume. Pa ipak iako premise nisu logicki dovoljne da osiguravaju istinitost eksplikanduma za njih se kaže da eksplikandum cine "vjerojatnim".

Objašnjenje po vjerojatnosti obicno srecemo kada premise objašnjenja sadrže neku statisticku pretpostavku o izvjesnoj klasi elemenata, dok je eksplikandum singularni iskaz o danom pojedinacnom clanu te klase. Kao primjer navedimo sljedece pitanje odnosno objašnjenje.

Primjer 6): Zašto je Kasije kovao zavjeru da ubije Cezara? Cinjenica koju treba objasniti opet je pojedinacni povijesni događaj. Ako možemo vjerovati Plutarhu, objašnjenje treba tražiti u urođenoj mržnji koju je Kasije imao prema tiranima. Medutim, ovaj odgovor je ocigledno nepotpun ako se ne prihvate druge opce pretpostavke kao što je ona o nacinu na koji osobe iz izvjesne društvene grupe u danoj kulturi izražavaju mržnju. Nije, medutim, vjerojatno da se takve pretpostavke, ako treba da budu vjerodostojne, mogu utvrditi sa strogom univerzalnošcu. Ako pretpostavka treba da se slaže s poznatim cinjenicama, onda ce u najboljem slucaju biti samo statisticka generalizacija. Na primjer, jedna vjerodostojna generalizacija može tvrditi da ce vecina ljudi (ili izvjestan procent ljudi) određene vrste u izvjesnom tipu društva ponašati na izvjestan nacin. Prema tome pošto cinjenica koju u ovom primjeru treba objasniti predstavlja pojedinacni povijesni događaj, dok bitne pretpostavke objašnjenja imaju statisticku formu, eksplikandum nije deduktivna posljedica premisa objašnjenja. Naprotiv, eksplikandum u ovom slucaju "vjerojatan" na osnovu tih premisa. To je bitna odlika ovog primjera i ona ga odvaja od prethodnih.

Kada se ovaj primjer iskaže jasnije, on izgleda ovako: U starom Rimu postojala je velika relativna ucestalost (ili vjerojatnost) da ce pojedinac koji pripada višim slojevima društva i koji mrzi tiraniju ucestvovati u zavjeri protiv ljudi koji su u stanju da steknu tiransku moc. Kasije je bio takav Rimljanin a Cezar potencijalni tiranin. Dakle, iako logicki ne slijedi da Kasije ucestvovao u zavjeri protiv Cezara, vrlo je vjerojatno da je on to ucinio.

Napomenimo još i ovo. Ponekad se tvrdi da su objašnjenja po vjerojatnosti samo usputne stanice na putu do deduktivnog ideala i da zbog toga ova objašnjenja ne predstavljaju posebnu vrstu. Prema ovakvom mišljenju, potrebno je samo zamijeniti statisticke pretpostavke u premisama objašnjenja po vjerojatnosti strogo univerzalnim iskazima – na primjer, u ovom slucaju iskazom koji tvrdi stalnu povezanost između izvjesnih pažljivo određenih psihosocioloških osobina i učešća u zavjeri. Pa ipak, mada ovaj prijedlog zaslužuje pažnju i može biti poticaj za dalje istraživanje, veoma je teško u nekim kontekstima tvrditi strogo univerzalne zakone cak i skromnom vjerodostojnošcu, koji nisu trivijalni i zbog toga izlišni. Cesto je statisticka pravilnost sve što se može utvrditi sa izvjesnom sigurnošcu. Prema tome, objašnjenje po vjerojatnosti možemo zanemariti samo ako iz raspravljanja o logici objašnjenja isključimo važna područja istraživanja.

Vrlo važno je razlikovati pitanje: da li znamo da su premise jednog objašnjenja istinite od pitanja da li je to objašnjenje po vjerojatnosti. Može se desiti da ni u jednom znanstvenom objašnjenju ne postoje opce pretpostavke u premisama za koje se zna da su istinite, i da se svaka takva pretpostavka može prihvatiti samo kao "vjerojatna". Pa ipak, cak i kad je tako, to ne uklanja razliku između deduktivnog objašnjenja i objašnjenja po vjerojatnosti. Ovo razlikovanje zasnovano na ociglednim razlikama u nacinu na koji su premise i eksplikandum medusobno povezani, a ne na bilo kakvoj razlici u našem znanju o premisama.

Najzad, treba primijetiti da nije odgovoreno na pitanje da li jedno objašnjenje mora da sadrži barem jednu statisticku pretpostavku da bi bilo objašnjenje po vjerojatnosti ili i ne-statisticke premise mogu neki eksplikandum uciniti "vjerojatnim" u izvjesnom ne-

statističkom smislu te riječi. Isti tako, oni koji proučavaju ove probleme ne slažu se u tome kako treba proučavati odnos između premisa i eksplikanduma, čak i u onim objašnjenjima po vjerojatnosti u kojima su premise statističke a eksplikandumi iskazi u nekom pojedinačnom događaju.

Funkcionalna i teleološka objašnjenja. U mnogim oblastima istraživanja – ponajviše u biologiji i proučavanju ljudskoga ponašanja – u objašnjenjima se ukazuje na jednu ili više funkcija koje jedinka ima u stvaranju izvjesnih karakteristika sustava kome pripada, ili se u takvim objašnjenjima opisuje instrumentalna uloga izvjesne akcije u ostvarivanju nekog cilja. Takva objašnjenja se obično nazivaju “funkcionalnim” ili “teleološkim” objašnjenjima. Osobina funkcionalnih objašnjenja je što se u njima upotrebljavaju tipični izrazi kao što su “da bi”, “u cilju” i slični. Što više, u mnogim funkcionalnim objašnjenjima postoji eksplicitno pozivanje na neko još buduće stanje ili događaj pomoću kojeg se može shvatiti postojanje neke stvari ili vršenje neke radnje.

U ovome što je rečeno podrazumijeva se da se mogu razlikovati dva sporedna slučaja funkcionalnog objašnjenja. Funkcionalno objašnjenje možemo tražiti za neki poseban čin, stanje ili događaj koji se dešava u određeno vrijeme. Kao zoran primjer navedimo sljedeće pitanje i odgovor. Primjer 7): Zašto je Engleski kralj Henrik VIII nastojao da poništi svoj brak s Katarinom od Aragona? Poznato objašnjenje ove povijesne činjenice sastoji se u tome što se Henriju pripisuje svjesni cilj a ne psihološka dispozicija kao što je bio slučaj u posljednjem primjeru. Tako će povjesničari često objašnjavati Henrijeve napore da poništi svoj brak s Katarinom navodeći činjenicu da je on želio da se on ponovo oženi kako bi dobio muškog nasljednika, pošto mu Katarina nije rodila sina. Henri je nesumnjivo imao mnoge psihološke dispozicije koje bi mogle djelomično da objasne njegovo ponašanje prema Katarini. Međutim, u objašnjenju ovakvom kako je ovdje izloženo takav psihološki “poticaj za akciju” u Henrijevom ponašanju se ne spominje, nego se njegovi napori da poništi svoj brak objašnjavaju namjerno izabranim načinom za ostvarenje svjesnog cilja.

Prema tome, razlika između ovog i prethodnih primjera ovisi o razlikovanju psihološke dispozicije ili poticaja za akciju i svjesno izabranog cilja. Ova razlika se obično prihvata. Ljudsko ponašanje se ponekad objašnjava pomoću poticaja za akciju čak i kada čovjek nema svjestan cilj svoga ponašanja. S druge strane, ni jedno objašnjenje jedne druge vrste ljudskog ponašanja neće se smatrati dovoljnim ako se to objašnjenje ne poziva na neki svjesni cilj radi kojeg ostvarenje to ponašanje postoji. Prema tome da bi se u izvjesnim kontekstima razumjela pitanja koja počinju sa “zašto?”, moraju u tim kontekstima postojati eksplicitno formulirani ciljevi čije se postojanje može tvrditi.

Drugo, funkcionalno objašnjenje se može dati za neku odliku koja je prisutna u svim sustavima izvjesne vrste, bez obzira u kojem vremenu takvi sustavi mogu da postoje. Navedimo to u sljedećem primjeru – pitanju. Primjer 8): Zašto ljudi imaju pluća? Ovako kao je napisano, ovo pitanje je dvosmisleno, jer se može razumjeti ili kao da se odnosi na evoluciju ljudske vrste ili kao da zahtijeva objašnjenje o tome kakvu funkciju imaju pluća u ljudskom organizmu na sadašnjem stupnju evolucijskog razvoja. Ovdje je ovo pitanje shvaćeno u drugom smislu. Kada se ono tako shvati, uobičajeni odgovor koji daje fiziologija skreće pažnju na neophodnost kisika za sagorijevanje hranjivih materija u organizmu i na funkcionalnu ulogu koju pluća imaju u dopremanju kisika iz zraka do krvi i na taj način do različitih ćelija u organizmu. Prema tome, objašnjenje opisuje rad pluća kao bitan za održavanje izvjesnih bioloških aktivnosti. Na taj način ovo objašnjenje ima očigledno specifičan oblik. U objašnjenju se eksplicitno ne spominju uvjeti pod kojima se dešava složen događaj koji se zove “rad pluća”. Objašnjenje opisuje na koji način pluća kao posebno organizirani dio ljudskog tijela doprinose produžavanju nekih drugih aktivnosti ljudskoga tijela.

Oba primjera pokazuje karakteristicne osobine funkcionalnih objašnjenja. Tako se Henrijevi naponi da poništi svoj prvi brak objašnjavaju time što se pokazuje da su oni bili usmjereni određenom cilju; Henri je želio da ima muškog nasljednika. Prisustvo pluća u ljuskom tijelu objašnjava se time što se pokazuje da one funkcioniraju na određeni način kako bi se izvjesni kemijski procesi produljili i na taj način omogućio život.

Teleološka objašnjenja nose same u sebi određenu opasnost tako da ćemo navesti odmah dva pogrešna shvaćanja teleoloških objašnjenja. Pogrešna je pretpostavka da se teleološka objašnjenja mogu shvatiti samo ako su pojave i djelovanja koja se objašnjavaju na teleološki način svjesni činovi i proizvodi takvih činilaca. Tako, na primjer, u funkcionalnom objašnjenju pluća ne pretpostavlja se, ni eksplicitno ni prešutno, da pluća imaju bilo kakav svjesni cilj ili da ih je izmislio neki svjesni činilac za određenu svrhu. Ukratko, prisustvo teleoloških objašnjenja u biologiji ili u drugim područjima nije nužno znak antropomorfizma. S druge strane, neke teleološka objašnjenja očigledno pretpostavljaju postojanje ljudskih planova i svjesnih ciljeva ali takva pretpostavka nije nezakonita kada je činjenice opravdavaju, kao u slučaju teleoloških objašnjenja izvjesnih aspekata ljudskog ponašanja.

Isto je ako pogrešna pretpostavka da takva objašnjenja moraju prešutno podrazumijevati da budućnost uzročno djeluje na sadašnjost, budući da teleološka objašnjenja sadrže pozivanje na budućnost kako bi se objasnilo ono što već postoji. Tako, na primjer, objašnjavajući Henrijeve napore da poništi svoj brak nismo pretpostavljali da je neostvareno buduće prisustvo njegovog muškog nasljednika bilo uzrok njegovih postupaka. Naprotiv, objašnjenje Henrijevog ponašanja sasvim je spojivo s gledištem da je uzrok njegovog ponašanja bila njegova postojeća želja da se u budućnosti nešto ostvari, a ne samo ta budućnost. Slično tome, u funkcionalnom objašnjenju pluća nismo pretpostavljali da je buduća oksidacija hrane u tijelu uzrok postojanja pluća niti ono što je uzrok njihovom funkcioniranju; to objašnjenje ne ovisi od toga da li tvrdimo ili poricemo da je funkcioniranje pluća kauzalno određeno postojecom konstitucijom tijela i okolinom. Prema tome, dajući teleološko objašnjenje mi ne prihvaćamo nužno ono stajalište prema kojem je budućnost činilac u svom vlastitom ostvarenju.

Geneticka objašnjenja. Treba spomenuti još jednu vrstu objašnjenja mada je sporno da li takva objašnjenja čine posebnu vrstu. Povijesna istraživanja se često poduzimaju kako bi se objasnilo zašto određeni predmet istraživanja ima izvjesne karakteristike, a to se postiže opisivanjem načina na koji se taj predmet razvio iz nečega što mu je prethodilo. Takva objašnjenja se obično nazivaju "genetickim". Na taj način se objašnjavaju i žive i nežive stvari, osobine pojedinca kao i karakteristike neke grupe.

Kao ilustraciju navedimo sljedeći primjer. Primjer 9): Zašto engleski jezik u svom sadašnjem obliku ima tako mnogo riječi latinskog porijekla? Povijesna činjenica za koju se ovdje traži objašnjenje predstavlja složen skup jezičnih navika koje ljudi ispoljavaju u nejasno ograničenom povijesnom periodu i u različitim dijelovima svijeta. Također je važno da u ovom primjeru pitanja "zašto?", za razliku od pitanja u prethodnim primjerima, prešutno zahtijeva objašnjenje o tome kako je izvjestan sustav iz nekog svog prethodnog stanja dospio do svog sadašnjeg oblika. Za sistem koji promatramo mi ne znamo *dinamičke zakone razvoja* kakvi postoje u fizici, na primjer, zakone razvoja plinovite mase koja rotira. U prihvatljivom objašnjenju povijesne činjenice o kojoj je riječ spominjat će se zbog toga niz promjena koje su se desile tokom vremena, a ne samo skup događaja koji se desio u nekom prethodnom početnom trenutku. Prema tome, uobičajeno objašnjenje ove činjenice pozivat će se na Normana Osvajaca, na jezik pobjednika i pobijedenih prije osvajanja, kao i na razvoj Engleske i drugih krajeva poslije osvajanja. Što više objašnjenje pretpostavlja izvjestan broj manje ili više neodređenih generalizacija u načinima na koje jezične navike u različitim jezičnim zajednicama mijenjaju kada takve zajednice stupaju u određene odnose

s drugim zajednicama. Ukratko, objašnjenje koje se u ovom primjeru zahtijeva naziva se genetičkim i njegova struktura je očigledno složenija od strukture objašnjenja za koja smo već naveli primjer. Ovu složenost ne treba pripisivati okolnosti što eksplikandum cinjenica ljudskog ponašanja. Istu takvu složenost pokazuje genetičko objašnjenje cinjenice da je salinitet oceana danas oko 3% u odnosu na volumen.

Genetička objašnjenja sastoje se u navođenju niza glavnih etapa kroz koje je neki sustav prošao. Prema tome, premise objašnjenja će nužno sadržavati veliki broj singularnih iskaza o prošlim događajima u sustavu koji istražujemo. Skrenut ćemo pažnju na dva momenta u premisa genetskih objašnjenja. Prvo, u premisama se neće spominjati svaki događaj koji se desio u razvoju sustava. Drugo, događaj koji se spominju odabrani su na osnovu pretpostavki o tome kave su vrste događaja kauzalno relevantne za razvoj sustava. Prema tome, pored singularnih iskaza premise će također sadržavati (implicitno ili eksplicitno) opće pretpostavke o uzrocnim vezama između različitih vrsta događaja.

Ove opće pretpostavke mogu biti prilično precizni zakoni razvoja za koje postoji neovisno induktivno svjedocanstvo. (To se može desiti kada se sustav koji proučavamo može shvatiti, s nekim posebnim ciljem na umu, kao član jedne klase sličnih sustava koji imaju sličnu evoluciju – na primjer, u proučavanju razvoja bioloških osobnosti individualnog člana neke vrste. Vrlo često je tada moguće primijeniti metode komparativne analize da bi se takvi zakoni razvoja utvrdili). U drugim slučajevima, opće pretpostavke mogu biti samo neodređene generalizacije, možda statističke po sadržaju, i mogu da se ne odnose na neku vrlo specifičnu odliku predmeta koji ispituje. (To se često dešava kada ispituje sustav koji je relativno jedinstven – na primjer, kada ispituje razvoj neke institucije u jednoj određenoj kulturi). Međutim, ni u jednom od poznatih slučajeva genetičkog objašnjenja premisa objašnjenja ne iskazuju dovoljne uvjete za nastanak cinjenice koja je opisana u eksplikandumu, mada te premise često iskazuju neke uvjete koji su nužni za nastanak te cinjenice, pod određenim okolnostima. Prema tome, razumno je zaključiti da su genetička objašnjenja po svojoj prirodi objašnjenja po vjerojatnosti.

Ova četiri tipa objašnjenja razlikovali smo zato što izgleda da oni odgovaraju stvarnim strukturnim razlikama u primjerima objašnjenja koja smo naveli, kao i zbog toga što takva klasifikacija pruža podesan okvir za opisivanje važnih problema u dolaženju do sustavnih objašnjenja.

Navedene vrste objašnjenja se koriste kao znanstvena objašnjenja, ali je najčešći oblik, koji se uobicaeno smatra znanstvenim, deduktivni oblik. U stvari možemo reći da oni filozofi i znanstvenici koji pretpostavljaju da znanost ima uistinu funkciju objašnjenja najmanje dvojbe izaziva prvi oblik objašnjenja. No, postoje filozofi koji nijecu da znanost uistinu objašnjava. Zadržimo se malo na toj primjedbi.

Nijedna znanost, tako tvrde kritičari, ne odgovara stvarno na pitanje *zašto* se neki događaji dešavaju ili *zašto* su stvari povezane na određeni način. Na takva pitanja mogli bi smo odgovoriti samo kada bismo bili u stanju da pokažemo da događaji koji se dešavaju *moraju* da se dešavaju i da odnosi koji postoje između stvari *moraju* između njih da postoje. Međutim, eksperimentalni metodi znanosti ne mogu da otkriju apsolutnu ili logičku nužnost u pojavama koje su u krajnjem slučaju predmet svakog empirijskog istraživanja. Čak i kada bi znanstveni zakoni i teorija bili istinite, one su samo logički moguće istine o odnosima zajedničkog dešavanja ili o određenom poretku među pojavama. Prema tome, pitanje na koje znanosti daju odgovor jeste pitanje o tome “kako” se događaji dešavaju (na koji način ili pod kojim uvjetima) i “kako” su stvari međusobno povezane.

Prema tome, znanosti dolaze u najboljem slučaju do onoga što predstavlja sveobuhvatne i točne sustave “opisa”, a ne “objašnjenja”.³

1.1.1. Deduktivni model objašnjenja

Vec je Aristotel razmatrao struktura onoga što se vjerovalo da je ideal znanosti. Stajalište da znanstvena objašnjenja moraju uvijek imati oblik logicke dedukcije bilo je široko prihvaceno. Iako univerzalnost deduktivnog modela može podvrgnuti sumnji, čak i kada se taj model projicira kao ideal, nesumnjivo je da mnoga objašnjenja u znanostima imaju ovaj oblik. Što više, za mnoga objašnjenja koja na prvi pogled nemaju ovaj oblik može se pokazati da su ipak deduktivna, kada se ekspliciraju pretpostavke koje su u takvom objašnjenju sadržane. Takvi slučajevi se ne mogu smatrati izuzecima vec ilustracijama ceste upotrebe argumenata.⁴

Pa ipak, moramo ispitati da li zadovoljavajuca objašnjenja ove vrste moraju da ispunje i druge uvijete, pored zahtijeva koji proizlaze iz definicije deduktivnog tipa objašnjenja da eksplikandum logicki slijedi iz premise objašnjenja. Ocgledno da se ne može prihvatiti svako objašnjenje zato što ima deduktivnu strukturu. Na primjer, nitko, vjerojatno, neće smatrati zadovoljavajucim objašnjenjem cinjenice da Jupiter ima bar jedan satelit ono objašnjenje kojim se navodi cinjenica da Jupiter ima osam satelita – čak i ako prvi iskaz logicki slijedi iz drugog. Raspravljajna o ovom pitanju vracaju nas u anticku Grcku. Za deduktivno objašnjenje filozofi su navodili razlicite dodatne uvijete. Ovi uvjeti mogu se, podesnosti radi svrstati u tri grupe; u *logicke* uvjete koji specificiraju razlicite formalne zahtjeve za premise objašnjenja; *epistemološke* uvjete koji odreduju u kakvim spoznajnim odnosima treba da budemo prema premisama, i *sadržajne* uvjete koji propisuju sadržaj premise (empirijski ili neki drugi).

Obratimo pozornost na neke primjere deduktivnog objašnjenja kojima cemo pokušat rasvijetliti, donekle, smisao i suštinu ovog znacajnog modela za znanost. Pocnimo sa primjerom deduktivnog objašnjenja u kojem je eksplikandum pojavljivanje nekog pojedinacnog događaja. Razmotrimo primjer, koji smo spomenuli u prethodnom poglavlju, kada se jednog dana na površini čaše kondenzirala vodena para. Objašnjenje u tom slučaju, kada se izloži pažljivije i sistematicnije izgleda ovako:

Kad god temperatura bilo koje volumena zraka koja sadrži vodenu paru padne ispod točke na kojoj je gustoca vodene pare u zraku veca od stupnja zasicenosti zraka vodenom parom na toj temperaturi, voden para iz zraka kondenzira se u tecnost na onim mjestima gdje temperatura zraka opala ispod točke zasicenosti.

Jucer je zrak oko ove čaše sadržavao vodenu paru.

3 Tako E.W. Hobson kaže: »Vrlo uobicajena ideja da je funkcija prirodnih znanosti da objašnjavaju fizicke pojave ne može se prihvatiti kao istinita, osim ako se rijec “objasniti” upotrijebi u vrlo ogranicenom smislu. Pošto pojmovi eficientne uzrokovanosti i logicke nužnosti nisu primjenljivi na svijet fizickih pojava, funkcija prirodnih znanosti je da pojmovno opisuje nizove događaja koji se mogu opažati u Prirodi. Ali prirodne znanosti ne mogu objasniti postojanje takvih nizova pa zato ne mogu objasniti pojave u fizickom svijetu, u najstrožem smislu u kojem se termin objašnjenje može upotrijebiti. Tako prirodne znanosti opisuju, koliko mogu, “kako” se, ili u skladu s kakvim pravilom se pojave dešavaju, ali uopce nisu mjerodavne da odgovore na pitanje “zašto” se pojave dešavaju.« (*The Domain of Natural Science*, London 1923, str. 81-82.)

4 Na primjer, širenje jednog komada žice u danim uvjetima može se objasniti uvođenjem cinjenice da je ta žica upravo bila zagrijana; ocgledno je da eksplikandum ne slijedi logicki nužno iz navedene premise objašnjenja. Medutim, izgleda najvjerojatnije da se u predloženom objašnjenju prešutno prihvacaju i druge premise – na primjer, da je žica od bakra i da se bakar uvijek širi kad se zagrije. Kada se ove dodatne pretpostavke jasno izlože, onda se ovo objašnjenje slaže s deduktivnom modelom.

Temperatura zraka koji je bio neposredno oko čaše opala je kada smo u čašu sipali hladnu vodu.

Stvarna gustoca vodene pare u zraku oko čaše, poslije sniženja temperature, bila je veca od mjere zasicenosti na toj temperaturi.

Prema tome vodena para iz zraka neposredno oko čaše kondenzirala se na površini čaše – ukratko, čaša se zamaglila.

Prvo što treba primijetiti u ovom primjeru jeste cinjenica da premise sadrže jedan iskaz koji je po svom obliku univerzalan i koji tvrdi stalnu vezu između izvjesnih svojstava. U drugim primjerima među premisama se može naci više takvih univerzalnih zakona. Ako sada uopćimo ovaj primjer, proizlazi da bar jedna premisa deduktivnog objašnjenja u kojem je eksplikandum singularni iskaz mora postojati univerzalni zakon, i takva premisa igra bazicnu ulogu u izvođenju eksplikanduma. Očigledno da je ovaj uvjet dovoljan da iskljuci kao *bona fide* slučaj objašnjenja onu dedukciju, koju smo ranije spominjali, kojom se cinjenica da Jupiter ima bar jedan satelit izvodi iz cinjenice da ih ova planeta ima osam.

Pored univerzalnog zakona premise, objašnjenja sadrže i izvjestan broj singularnih iskaza koji tvrde da su se izvjesni događaji desili u određenom vremenu i na određenom mjestu ili da dati objekti imaju određena svojstva. Takve singularne iskaze oznacit cemo kao “iskaze o pocetnim uvjetima” (ili, krace, kao “pocetne uvjete”). Što više, uopćeno govoreci, pocetni uvjeti predstavljaju posebne uvjete na koje treba primijeniti zakone koji su ukljuceni u premise objašnjenja. Pa ipak, ne može se izložiti općim terminima koje uvjete treba odabrati kao podesne pocetne uvjete, jer odgovor na to pitanje ovisi od specficnog sadržaja zakona koji se primjenjuje kao i od specficnih problema u cijem se rješavanju ovi zakoni upotrebljavaju.

Neophodnost pocetnih uvjeta u deduktivnom objašnjenju pojedinacnih događanja očigledno je sa stajališta formalne logike. Logicki se ne može deducirati jedan iskaz koji se odnosi na pojedinacno iz iskaza koji imaju oblik univerzalnih iskaza. (Na primjer, nemoguće izvesti iskaze o pojedinacnom obliku » x je B « iz univerzalnog iskaza oblika »za svako x , ako je x A , onda je x B «). Ma koliko ova okolnost bila očigledna i važna, ona se cesto zanemaruje u raspravama o znanstvenom postupku. Ovo zanemarivanje je ponekad uzrok onog udobnog nacina na koje se ponekad široke generalizacije upotrebljavaju u objašnjavanju pojedinacnih cinjenica, narocito u proucavanju ljudskih postupaka, kao i omalovažavanja koje promatraci ponekad imaju prema mukotrpnim istraživanjima stvarnih cinjenica. Pa ipak, cesto je vrlo teško primijeniti zakone i teorije, prosto zato što se specficni pocetni uvjeti za primjenu tih zakona ne mogu utvrditi, pa ostaju nepoznati. Obrnuto, cesto se predlažu pogrešna objašnjenja i cine se pogrešna predviđanja zato što se opće pretpostavke, iako su same po sebi dovoljno pouzdane, primjenjuje na situacije koje ne predstavljaju podesne pocetne uvjete za primjenu tih pretpostavki. Iako su zakoni ove ili one vrste neophodni u naucnim objašnjenjima stvarnog toka događaja, ono što se stvarno dešava ne može se objasniti iskljucivo pozivanjem na zakone. U traganju za naucnim razumijevanjem kao i u rješavanju pravnih sporova opći principi sami po sebi ne rješavaju ni jedan pojedini slučaj.

Prema tome, deduktivno naucno objašnjenje cijeg eksplikandum dešavanje nekog događaja ili svojstvo nekog objekta, mora da zadovolji dva logicka uvjeta. Premise moraju da sadrže bar jedan univerzalni zakon cijeg je prisustvo u premisama bitno za izvođenje eksplikanduma. Drugo, premise moraju takoder da sadrže i izvjestan broj pojedinih pocetnih uvjeta.

Mada objašnjenje pojedinacne cinjenice zahtijeva da se u premisama nalaze i zakoni i iskazi o pocetnim uvjetima, istraživanja se mogu razlikovati prema tome da li su usmjerena ka nalaženju i utvrđivanju ove ili one vrste premisa. Tako možemo zapaziti neki

dogadaj, a onda pokušat da ga objasnimo otkrivajući neki drugi događaj koji, na osnovu već utvrđenog zakona, treba da bude uvjet pojavljivanja danog događaja. Na primjer, ako na automobilu pukne guma, možemo početi da tražimo mjesto na kojem je probušena, pod opcom pretpostavkom da guma puca kada se probuši. S druge strane, možemo posumnjati da su na neki značajan način povezani i pokušati da otkrijemo zakone koji izražavaju specifične nacine ovisnosti između događaja te vrste. Tako se može desiti da zapazimo kako broj otkucaja srca neke osobe raste pošto je ova radila neke teške vježbe; ako pomislimo da broj otkucaja na neki način zavisi od vježbe, možemo započeti istraživanje da točno utvrdimo vezu između ovih aktivnosti i tako možemo doći do opće formule o njihovoj zavisnosti. Isto tako, pokušavajući da objasnimo neke događaje, istraživanje možemo usmjeriti ka otkrivanju premisa objašnjenja koje pripadaju objema vrstama. Na primjer, može se desiti da ne znamo ni jedan zakon koje se odnosi na pojavu izvjesnih kanceroznih izraštaja, a isto tako ne moramo znati specifične događaje od kojih takav izraštaj zavisi. Zbog toga možemo nastojati da otkrijemo i posebne okolnosti koje izazivaju rak i zakone koji takve okolnosti povezuju s kanceroznim izraštajem. Ovdje smo dali nekoliko primjera za primjenu deduktivnog objašnjenja pojedinačnih događanja a u sljedećem poglavlju obratimo pozornost na objašnjenje zakona.

1.1.2. Objašnjenje zakona

Rasprave koje su posvećene sustavnom razvijanju neke grane deduktivno sistematizirane znanosti obično ne sadrže objašnjenja pojedinačnih događanja i posebnih činjenica, a kada takva objašnjenja i sadrže, onda je to samo ilustracija primjene zakona i teorija. U svakom slučaju, u razvijenim znanostima kao što je fizika glavni zadatak je objašnjenje zakona i, prema tome, uzajamna veza između njih.

Izgleda da su ova objašnjenja zakona deduktivnog tipa pa zato moramo ispitati njihove specifične oblike. Razmotrit ćemo prvo objašnjenje univerzalnih zakona. Vratimo se primjeru koje smo naveli u prethodnom poglavlju, gdje je riječ o objašnjenju zakona da led pliva po vodi. Bilo bi zamorno precizno izložiti detalje strogog izvođenja ovog zakona iz premisa koje fizicari obično pretpostavljaju kada ga objašnjavaju. Nagovještaji koje smo ranije dali kako da se ove premise odrede bit će dovoljne za našu svrhu.⁵

U ovom su objašnjenju tri stvari očigledne: sve premise su univerzalni iskazi; postoji više premisa od kojih je svaka bitna za izvođenje eksplikanduma; premise, uzete odvojeno ili zajedno s drugim premisama, logički ni slijede iz eksplikanduma. Prva

⁵ Prva aproksimacija takvoj dedukciji jeste ova: sila kojom tečnost djeluje na tijelo zaronjeno u nju, u pravcu koji je normalan na površini tekucine, jednak je težini istisnute tekucine, ali je suprotnoga smjera.

Jedno tijelo je u ravnoteži ako je, i samo ako je, vektorski zbir sila koje na njega djeluju jednak nuli. (Dakle, led zaronjen u vodu je u ravnoteži ako i samo ako je vektorski zbir sila koje djeluju na led jednak nuli.)

Vektorski zbir sila koje djeluje na tijelo zaronjeno u tekucinu, u pravcu koji je paralelan s površinom tekucine, jednak je nuli.

Svaka sila je vektorski zbir dviju sila (koje se zovu "komponente" dane sile) koje djeluju pod pravim kutom u odnosu jedna na drugu. (Dakle, led zaronjen u vodu nalazi se u ravnoteži ako i samo ako je vektorski zbir sila koje djeluju na led u pravcu normalnom na površinu vode jednak nuli. Dakle, također, ako jedine sile koje djeluju na led zaronjene u vodu jesu sila uzgona vode i sila težine leda, onda je led zaronjen u vodu u ravnoteži ako i samo ako je sila uzgona vode jednaka, ali suprotno usmjerena ukupnoj težini leda).

Gustoca vode je veća od gustoće leda. (Dakle, težina danog volumena vode veća je od težine leda jednakog volumena).

Prema tome, ako su jedine sile koje djeluju na led uronjene u vodu sila uzgona vode i njegova vlastita težina, onda je led uronjen u vodu u ravnoteži ako i samo ako jedan dio leda nije uronjen u vodu a sila uzgona vode jednaka je i suprotna težini vode koju je istisnuo uronjeni dio leda. Ukratko, led uronjen u vodu nalazi se u ravnoteži ako i samo ako pliva po vodi.

okolnost ne zahtjeva posebno razmatranje, jer je neizbježna buduci da je eksplikandum sam po sebi univerzalni zakon. Prema tome, uvođenje početnih uvjeta bilo bi suvišno u objašnjavanju univerzalnih zakona.

Druga okolnost nameće pitanje da li je prisustvo više univerzalnih zakona u premisama samo osobitost navedenog primjera ili je to suštinska oznaka svih prihvatljivih objašnjenja. Na ovo pitanje ne može se dati definitivni odgovor, jer ne postoji precizan kriterij za razlikovanje objašnjenja koja su zadovoljavajuća od onih koja to nisu. Međutim, treba da se zapitamo da li izvođenje univerzalnog zakona iz jedne jedine premise možemo smatrati objašnjenjem tog zakona. Da bismo bili jasniji, razmotrimo Arhimedov zakon koji kaže da je sila koja istiskuje tijelo zaronjeno u tekućinu jednaka težini istisnute tečnosti. Odavde slijedi kao specijalan slučaj da je sila kojoj voda istiskuje led jednaka težini vode koju je taj led istisnuo. Izgleda, međutim, nevjerojatno da bi većina fizicara rekla kako je ovaj specijalni zakon na ovaj način objašnjen, a svakako bi vrlo malo broj ljudi "doživio" ovu dedukciju posebnog zakona kao objašnjenje. Ako ovaj primjer uzmemo kao tipičan i ako je razumno nagadati kako bi se naučnici ponašali, izgleda da je prihvatljiv logički zahtjev da premise u objašnjenju zakona budu dva formalno neovisna iskaza.

Dalje razmatranje govori u prilog ovom zahtjevu, i ako ova okolnost nije od naročnog značaja. Mi često upotrebljavamo riječ "objašnjenje" raspravljajući o zakonima u jednom od sljedećih dva slučaja. U prvom slučaju, pokazuje se da je "pojava" o kojoj zakon govori rezultanta nekoliko neovisnih faktora koji se nalaze u određenim odnosima. U drugom slučaju, pokazuje se da je stalna povezanost crta o kojima govori zakon proizvod dva ili više veza, pri čemu ove druge veze postoje između crta koje se spominju u zakonu i drugih osobina koje predstavlja karika u nekom lancu ili nekoj mreži. Ono što se podrazumijeva pod alternativama možda se može jasnije prikazati pomoću sljedećih shema. Pretpostavimo da univerzalni zakonima oblik prostog univerzalnog kondicionalnog iskaza: »Za svako x , ako je x A , onda je x B « (ili »Svi A jesu B «), gdje " A " i " B " označavaju određena svojstva. Pretpostavimo da se svojstva A_1 i A_2 i pretpostavimo slično tome, da se B javlja samo ako se zajedno javljaju B_1 i B_2 . Pretpostavimo, dalje, da svako A_1 jeste B_1 i da svako A_2 jeste B_2 . Tada slijedi da svako A jeste B , tako da je sad ovaj zakon objašnjen. Ova shema ilustrira prvu od gornjih alternativa. Konkretni primjer je objašnjenje zakona da led pliva po vodi, pošto se ponašanje leda u vodi, može shvatiti kao rezultanta nekoliko neovisnih sila koje djeluju na to tijelo uronjeno u vodu. Međutim, stvarna logička struktura ovog objašnjenja je mnogo složenija nego što je to prikazano ovom prosto shemom.

Shematski prikaz druge alternative imamo u objašnjenju zakona koji ima oblik »svi A jesu B «, kada se ovaj deducira iz druga dva zakona koji, redom, imaju sljedeće oblike »svi A jesu C « i »svi C jesu B «. Konkretni primjer ove vrste jeste objašnjenje zakona: »Kada se dovoljno povećava zapremina nekog plina koji sadrži vodenu paru, a da se pri tome ne mijenja količina toplote, vodena para se kondenzira«, koji se sastoji u deduciranju ovog zakona iz druga dva zakona: »Kada se plinovi šire a da se pri tome ne mijenja količina topline, njihova temperatura opada« i »Kada opadne temperatura nekoga plina koji sadrži vodenu paru, stupanj zasićenosti vodene pare se povećava«.

Očigledno je da objašnjenja koja se mogu podvesti pod bilo koju od ovih shema imaju bar dvije premise. Međutim, usvojili mi ili ne zahtjev da bar dvije premise moraju biti prisutne u zadovoljavajućem objašnjenju, možemo biti sigurni da u znanosti nećemo naći mnogo objašnjenja koja ne ispunjavaju ovaj uvjet.

Treća okolnost koju smo zapazili u primjeru s ledom – a eksplikandum ne povlači logički za sobom premise – manje je sumnjiva kao opciji zahtjev zadovoljavajućeg objašnjenja. Jer, kada ovaj uvjet ne bi bio zadovoljen, konjunkcija premisa bila bi logički ekvivalentna eksplikandumu, a u tom slučaju bi premise prosto ponavljale zakon za koje se traži objašnjenje. Uzmimo, na primjer, zakon da je vrijeme potrebno da tijelo koje

slobodno pada prede dano rastojanje proporcionalno kvadratnom korijenu iz velicine tog rastojanja. Ovaj zakon logicki slijedi iz zakona da je rastojanje koje prede tijelo koje slobodno pada proporcionalno kvadratu vremena. Medutim, nitko vjerojatno ne bi ovo nazvao objašnjenjem prvog zakona, pošto je premisa matematički ekvivalentna transformacija eksplikanduma. Kada bi neko prihvatio takva objašnjenja, mogao bi da uzme eksplikandum za objašnjenje samog eksplikanduma.

Prema tome jasno je da u ispravnom objašnjenju očekujemo da premise objašnjenja tvrde nešto više nego što se tvrdi u eksplikandumu. Potpunije receno, mi očekujemo da bar jedna premisa u objašnjenju danoga zakona zadovoljava sljedeći uvjet, kada se dodaju nove podesne pretpostavke: premisa treba da objasni i druge zakone, a ne samo onaj koji nam je dan; s druge strane, ne smije biti moguće da objasnimo premisu pomoću danog zakona čak i kada se te nove pretpostavke dodaju tom zakonu. Kada ni jedna premisa nekog objašnjenja ne bi zadovoljavala ovaj uvjet, imali bismo dvije nepoželjne posljedice: bilo bi nemoguće naci svjedocanstvo za premise koje je različito od eksplikandumu i objašnjenje ne bi mnogo doprinijelo građenju nekog sustava objašnjenja, jer bi, izuzev u izoliranim slučajevima, poznate činjenice ostale nepovezane s onim činjenicama koje treba otkriti.

Zahtjev da premise ne smiju biti ekvivalentne s eksplikandumom dovoljan je da eliminiira mnoga pseudo objašnjenja u kojima se u premisama prosto izmišljaju novi termini za činjenice koje tek treba objasniti. Klasican primjer takvih objašnjenja je poanta Molierove satire u kojoj on ismijeva one koji činjenicu da opijum izaziva spavanje objašnjavaju navođenjem pravila da opijum posjeduje uspavljujuće svojstvo. Manje očigledna ilustracija, koja se ponekad nalazi u popularnom prikazivanju znanosti, jest objašnjenje zakona da brzina tijela ostaje stalna ako na tijelo ne djeluje vanjska sila zato što sva tijela posjeduju inherentnu silu inercije. Ovo je prividno objašnjenje, jer je riječ "inercija" samo drugo ime za činjenicu koju zakon opisuje.

Postoji, medutim, još jedan zahtjev za zadovoljavajuća objašnjenja zakona, tijesno povezan sa zahtjevima koje smo vec razmotrili. Prema tom zahtjevu bar jedna od premisa mora biti "opcenitija" od zakona koji treba objasniti. Tako se, na primjer, Arhimedov zakon (koji se javlja u premisama u primjeru s ledom) smatra opcenitijim od zakona da led pliva po vodi, zato što prvi iskaz tvrdi nešto o svim tecnostima a ne samo o vodi i o svim tijelima zaronjeni u tecnost a ne samo o ledu. Slicno tome, smatra se da je zakon poluge opcenitiji od zakona koji se odnosi na kretanje kicmenjaka; tocnije receno, iako možda u širem smislu, cesto se tvrdi da su zakoni fizike opcenitiji od zakona biologije.

Medutim, iako smisao termina "opcenitiji" može biti dovoljno jasna u pojedinacnim, primjerima njegove uporabe, nije lako objasniti ovaj pojam. Pa ipak, morat cemo pokušati da damo takvo jedno objašnjenje i da uocimo teškoce koje odatle proizlaze. Kada se kaže da je neki iskaz S_1 opcenitiji od nekog drugog iskaza S_2 onda se vjerojatno misli da prvi iskaz mora logicki nužno povlaciti sa sobom drugi iskaz; takva implikacija $\Rightarrow$ postoji između Arhimedovog zakon i zakona da led pliva po vodi, usprkos činjenici što se smatra da je prvi opcenitiji od drugog. Što više, izgleda podesno odrediti znacenje izraza "opcenitije" na takav nacin da se za S_1 kaže da je opcenitije od S_2 ne samo zato što S_1 logicki implicira S_2 . Na primjer, iskaz »Sve se planete krecu po elipticnim putanjama« logicki implicira iskaz »Sve se planete krecu po putanjama koje su konusni presjeci«, ali vjerojatno prvi od ovih iskaza nije opcenitiji od drugog. Prema tome, da bi S_1 bilo opcenitiji iskaz od S_2 izgleda da nije ni nužno ni dovoljno da S_1 logicki implicira S_2 .

Ove teškoce nisu nužno kobne po predloženo objašnjenje pojma vec opcenitosti. Ali da bismo ih izbjegli, moramo odbaciti prividno prihvatljive zahtjeve da logicki ekvivalentni iskazi moraju imati jednaku opcenitost i moramo prihvatiti gledište da usporedna opcenitost zakona ovisi od nacina na koji su oni iskazani. Moglo bi se, medutim, primijetiti da ovakvo gledište otvara vrata neogranicenoj proizvodnosti u klasificiranju

zakona prema njihovoj općenitosti, jer za dati iskaz postoji neodređeni broj logički ekvivalentnih iskaza koji se razlikuju samo o formulaciji. Pa ipak, ova proizvoljnost ne mora biti tako ozbiljan nedostatak kao što to na prvi pogled izgleda. Stvarna formulacija nekog zakona često ukazuje na klasu stvari koje predstavljaju subjekte predikacije u danim kontekstima, pri čemu identifikacija područja primjene tog zakona ovisi od prirode nekog istraživanja. Međutim, u ovome nema niceg proizvoljnog, izuzev proizvoljnosti koja je u tome što se bavimo jednim skupom problema, a ne nekim drugim. Prema tome, ukoliko subjekt (termin) u iskazu zakona pokazuje područje primjene tog zakona u konkretnom kontekstu u kojem se primjenjuje, tvđenje da je jedan zakon općenitiji od nekog drugog zakona nije potpuno proizvoljno – čak i ako se u nekom drugom kontekstu mora donijeti drugačija ocjena. Na primjer, zakon da led pliva po vodi obično se koristi tako da je područje njegove primjene neodređeno velika klasa komada leda koji su (ili su već bili ili će tek biti) uronjeni u vodu. Ovaj zakon se rijetko upotrebljava (ako se to uopće čini), tako da je područje njegove primjene klasa različitih stvari koje ne plivaju po vodi. Uistinu, izgleda vjerojatno tvđenje da kada bi se spomenuti zakon upotrebljavao na ovaj način u nekom kontekstu, njegova uobičajena formulacija bila bi u tom kontekstu promijenjena. U svakom slučaju, u formulacijama zakona izgleda da postoji prešutno povezivanje na kontekst u kome se ti zakoni primjenjuju. Ali ako je to tako, onda predloženo objašnjenje pojma veće općenitosti nema nepopravljive nedostatke.

Međutim, pošto se objašnjenja o kojem smo dosada raspravljali ne odnosi na širi smisao termina “općenitije” ukratko ćemo se i na tome zadržati. Ovaj smisao može se ilustrirati tvđenjem kojim kažemo da je fizika općenitija znanost od biologije, a narocito kada se tvrdi da je zakon poluge općenitiji od, recimo, zakona da plavooki roditelji imaju samo plavooku djecu. Ono što se ponekad podrazumijeva u ovakvim iskazima možda je misao da se biološke pojave mogu objasniti na osnovu zakona fizike, iako obratno nije slučaj. Neovisno od istinitosti ovog tvđenja, ono ipak nema smisao koji se uvijek podrazumijevao u iskazima koji to treba da ilustriraju, jer je sumnjivo da je ikada netko tvrdio kako zakon poluge može da objasni bilo koji zakon genetike. Smisao koji se često podrazumijeva u ovakvim iskazima možda se može ovako iskazati: zakon poluge (ili, uopće uzevši fizika) formulira izvjesne karakteristike stvari bez obzira da li su te stvari žive ili nežive. S druge strane, zakon o boji očiju (ili uopće uzevši, biologija) tvrdi nešto o osobinama koje mogu imati samo posebne vrste sustava, od kojih neki također posjeduju karakteristike o kojima govori zakon poluge. Na taj način u zakonu poluge apstrahirane su mnoge odlike stvari na koje se odnosi i zakon biologije, pa se deskriptivni izrazi koji se javljaju u zakonu poluge mogu prediciirati na mnogo širu klasu sustava nego što je to slučaj s deskriptivnim iskazima koji se javljaju u biološkom zakonu.

Za potrebe našega razmatranja dosta je receno o tome kako možemo razlikovati dva smisla termina “općenitije” i kako se univerzalni iskazi mogu uspoređivati u pogledu svoje općenitosti, u širem ili užem smislu te riječi. Ovo napominjemo zbog toga što izgleda da su premise zadovoljavajućeg objašnjenja općenitije od svojih eksplikanduma. Veka općenitost premisa objašnjenja ima veliku važnost zbog toga što ta odlika doprinosi izgradivanju sveobuhvatnih sustava objašnjenja. Mi ćemo sada ispitati jedan važan način na koji univerzalni iskazi u nekim naukama stječu veliku općenitost.

1.1.3. Objašnjenje i epistemološki zahtjev

Zahtjevi u objašnjenjima koje smo do sada razmatrali predstavljali su skoro isključivo logičke uvjete. Međutim, očigledno je da i druge uvjete također moramo uzeti u obzir. Na primjer, kada bi smo znali da su početni uvjeti u jednom objašnjenju

pojedinačnog događaja lažni, mi bismo to objašnjenje odmah odbacili kao pogrešno. Osvrnimo se zato ukratko na neke epistemološke uvjete koji se postavljaju za adekvatna objašnjenja.

Raspravljajući o ovom pitanju, Aristotel je tvrdio da premise u deduktivnom objašnjenju moraju, između ostalog, biti istinite, da se mora znati da su one istinite i da moraju biti “poznatije” od eksplikanduma. Mi ćemo uvjete ispitati, a razmotrit ćemo i neke koji su sa ovima povezani.

a) Svako razmatranje zahtijeva da premise jednog objašnjenja budu istinite postaje složeno zbog jedne važne okolnosti. Među eksplicitnim premisama znanstvenih objašnjenja često se javljaju univerzalni iskazi koji su dio neke opće znanstvene teorije. Međutim, upućeni teoretičari se ne slažu da li ovakvi iskazi, ustvari svaka znanstvena teorija, može da se ocijeni kao istinita ili lažna. Prema tome, svatko tko misli da se o istinitosti ili lažnosti znanstvenih teorija ne može govoriti, odmah će odbaciti zahtjev da eksplicitne premise u zadovoljavajućem objašnjenju moraju biti istinite. Odbacivanje ovog zahtijeva tako zavisi od načina na koji se spomenuti problem rješava. Sada ćemo pretpostaviti da je svaki iskaz koji može biti premissa u jednom objašnjenju istinit ili lažan

Ako prihvatimo ovu pretpostavku, izgleda da je neizbježan zahtjev da premise u zadovoljavajućem objašnjenju moraju biti istinite. Uvijek je relativno lako naći proizvoljni skup premisa koje zadovoljavaju logičke uvjete u deduktivnim objašnjenjima i kada se ne bi postavljali drugi uvjeti u pogledu premisa, bila bi potrebna samo skromna logička i matematička sposobnost da bih se objasnila svaka činjenica u svemiru a da se pri tome ne mrdne prstom. Međutim, sva proizvoljna objašnjenja konstruirana na taj način bila bi odbacena kao neadekvatna kada bismo znali da je bar jedna od tih premisa lažna. Istinitost premisa je nesumnjivo poželjan uvjet u zadovoljavajućim objašnjenjima.

b) Međutim, ovaj zahtjev nas ne može odvesti daleko u procjenjivanju vrijednosti nekog predloženog objašnjenja ako nismo u stanju da kažemo da li su premise lažne. Aristotelov zahtjev da se mora *znati* da su premise istinite na taj način pruža prividno efektivan kriterij za eliminiranje mnogih predloženih objašnjenja. Ali ovaj zahtjev je suviše strog. Kada bismo ga usvojili, vrlo mali broj objašnjenja koja daje moderna znanost mogao bi se prihvatiti kao zadovoljavajući, ako bi takvih objašnjenja uopće i bilo. Ustvari, mi *ne* znamo da li su neograničeno univerzalne premise koje se pretpostavljaju u objašnjenjima empirijskih znanosti uistinu istinite, i kada bi smo ovaj zahtjev prihvatili, većinu široko prihvaćenih objašnjenja u postojećoj znanosti morali bismo odbaciti kao nezadovoljavajuća. Ovo je u stvari *reductio ad absurdum* ovog zahtijeva. U praksi to bi jednostavno vodilo uvođenju nekog drugog termina koji bi možda bio skovan za tu svrhu, kako bismo razlikovali ona objašnjenja koja znanstvena zajednica ocjenjuje kao značajna – usprkos njihovom nominalnom “nezadovoljavajućem” karakteru o kome se u Aristotelovom zahtjevu govori – od onih objašnjenja koja se drugacije ocjenjuju. Zbog toga se ništa ne postiže prihvatanjem strogih Aristotelovih uvjeta za adekvatnost objašnjenja.

Pa ipak, potreban je izvjestan uvjet, iako slabiji od ovog Aristotelovog, kojim bismo određivali spoznajni status premisa objašnjenja. Sasvim razumno izgleda slabiji zahtjev da premise objašnjenja moraju biti spojive s utvrđenim empirijskim činjenicama i da ih, pored toga, svjedocanstvo zasnovano na podacima različitim od podatka promatranja na kojima se zasniva prihvatljivost eksplikanduma. Prvi dio ovog uvjeta predstavlja prosto zahtjev da ne smije biti razloga da vjerujemo kako su premise lažne. Drugi dio tog uvjeta isključuje takozvane *ad hoc* premise za koje ne postoji nikakvo svjedocanstvo. Ovaj uvjet, između ostalog, isključuje također i ona objašnjenja koja su u izvjesnom smislu cirkularna i prema tome trivijalna zbog toga što se jedna ili više premisa utvrđuju kao vjerojatne istine samo pomoću svjedocanstva na osnovu kojeg je utvrđena istinitost eksplikanduma. Pretpostavimo, na primjer, da želimo da objasnimo zbog čega su se određenog dana na

radiju javljale smetnje i pretpostavimo da je jedna premisa objašnjenja izražavala početni uvjet da su tog dana bile magnetske bure na Suncu. Međutim, kada bi smetnje na radiju predstavljale jedino svjedocanstvo da je na Suncu bilo ovih bura, to objašnjenje bi patilo od izvjesne cirkularnosti i smatralo bi se pogrešnim. Pa ipak, u ovom primjeru svjedocanstva za premisu koja se odnosi na posebne uvjete može biti neovisno od činjenice da su na radiju bile smetnje. Objašnjenje bi bilo vrlo sumnjivo kada takvo neovisno svjedocanstvo ne bi postojalo.

Ovaj slabiji uvjet u pogledu kognitivnog statusa premisa u objašnjenjima nesumnjivo je neodređen. Za sada ne postoji precizno opće prihvaceno mjerilo za procjenu da li dano svjedocanstvo “adekvatno potvrđuje” neku pretpostavku. Međutim, usprkos ove neodređenosti, oni koji su kompetentni u nekom području istraživanja često se vrlo dobro slažu u pogledu adekvatnosti kojom svjedocanstvo potvrđuje određenu pretpostavku. U svakom slučaju, u praksi se primjenom ovog slabijeg uvjeta javlja kao opće slaganje o nekom predloženom objašnjenju. Pa ipak, može se primijetiti da, pošto svjedocanstvo koje ide u prilog nekom univerzalnom zakonu mijenja u vremenu, objašnjenje koje među svojim premisama sadrži taj zakon i koje je u jednom trenutku zadovoljavajuće može prestati da bude zadovoljavajuće kada se otkrije svjedocanstvo koje ne ide u prilog tom zakonu. Međutim, ova primjedba nije ozbiljna ukoliko se ne prihvati sumnjiva pretpostavka da se u ocjenjivanju jednog objašnjenja samom tom objašnjenju određuje izvjesno vanvremensko svojstvo. Prema tome, ne izgleda nerazumno prihvatanje ovog slabijeg uvjeta kao epistemološkog zahtjeva u adekvatnom objašnjenju.

c) Aristotelov zahtjev da premise u znanstvenom objašnjenju moraju biti “poznatije” od eksplikanduma tijesno je povezana s Aristotelovim shvaćanjem o onome što čini pravi predmet znanstvenog znanja; on je taj zahtjev uveo isključivo zato da bi ga primijenio na objašnjenja znanstvenih zakona. Prema tom shvaćanju pravo znanstveno znanje moguće samo o onome što ne može biti drugacije nego što jeste. Prema tome, nema znanstvenog znanja o pojedinacnim događajima, a univerzalni zakoni koji se odnose na neko područje prirode, kada se ne može neposredno sagledati njihova “nužnost”, moraju se objasniti na taj način što će se pokazati kao su oni posljedice “prvih principa” u tom području, principa koji se mogu neposredno shvatiti kao nužni. Ovi prvi principi su prema tome prve premise u naučnim objašnjenjima i one su “poznatije” od bilo kojeg eksplikanduma zbog toga što je njihova nužnost očigledna i bliska razumu. Demonstrativna geometrija je bila ona grana spoznaje koja je nesumnjivo služila kao model ovakvog shvaćanja znanosti. Prema tom stajalištu, koje je o geometriji vladao sve do skora, svaki od njenih teorema tvrdi nešto univerzalno i mada ni nužnost ni univerzalnost tih teorema ne mora biti neposredno jasno, prisustvo obaju ovih karakteristika može se utvrditi kada teorem deducira iz općenitijih aksioma ili prvih principa čija je univerzalnost “očigledna”. Na taj način je Aristotel, tvrdeći da premise u jednom objašnjenju moraju biti “poznatije” od eksplikanduma, prosto eksplicirao svoje gledište o prirodi znanosti.

Ovo gledište ne važi ni za jedan dio sadržaja moderne empirijske znanosti. Prema tome, Aristotelov zahtjev da premise objašnjenja treba da budu poznatije od eksplikanduma sasvim irelevantan kao uvjet za bilo što koje bi se danas smatralo adekvatnim znanstvenim objašnjenjem. S druge strane, različite psihologizirane verzije Aristotelovog zahtjeva bile su vrlo rasprostranjene i često su ih zastupale istaknuti znanstvenici kao bitne uvjete za zadovoljavajuća objašnjenja. Osnovna misao sadržana u ovim uvjetima jeste ova: budući da je ono što zahtjeva objašnjenje obično nešto čudno i neočekivano, jedno objašnjenje će nam pružiti pravo intelektualno zadovoljenje samo ukoliko objasni nepoznato onim što je već poznato. Na primjer, jedan vrlo ugledni suvremeni fizičar tvrdi da se »objašnjenje sastoji u raščlanjivanju naših složenih sustava na prostije sustave tako da u složenom sustavu prepoznamo međugru elemenata koji su nam već toliko poznati da ih

prihvacamo kao nešto što na zahtijeva objašnjenje.⁶ On tvrdi da pošto suvremena kvantna teorija nije pokazala na koji način fizički sustavi koje ona ispituje predstavljaju rezultante poznatih načina djelovanja različitih vrsta konstituenata, ova naša teorija ne može uvjeriti da bilo što objašnjava, usprkos priznatim i značajnim ostvarenjima u sistematizaciji znanja. Slična gledišta istraživali su i drugi mislioci i prirodnim i u društvenim znanostima.

Bilo bi protivno činjenicama poricanje da su važna ostvarenja u povijesti znanosti bila uvjetovana željom da se nova područja činjenica objasne pomoću nečega što je već poznato. Treba samo da se sjetimo stalnog korištenja poznatih mehaničkih modela u objašnjavanju pojava topline, svjetlosti, elektriciteta i ljudskog ponašanja, kako bismo shvatili utjecaj ovakvog pristupa objašnjenju. Pa ipak, objašnjenja se ne odbacuju uvijek kao nezadovoljavajuća ako ne predstavljaju svodenje poznatog na nepoznato. Kada se činjenica da obojene tkanine izblijede na suncu objašnjavaju pomoću pretpostavki fizike i kemije, pretpostavki u sastavu svjetlosti i sastavu obojenih materijala, objašnjenje se ne odbacuje kao nezadovoljavajuće, čak i ako se ono što je poznato objašnjava pomoću onoga što je većini ljudi sasvim nepoznato. Što više ovo shvaćanje objašnjenje o kojem govorimo nije u skladu s činjenicom da su se u citavoj povijesti znanosti često uvodile premise objašnjenja koje su tvrdile postojanje određenih sveza između izvjesnih elemenata, pri čemu se i te veze i ti elementi u početku izgledali čudno a ponekad čak i paradoksalno.

Osvrnut ćemo se na još dva momenta. Ako jedno objašnjenje zadovoljava epistemološki uvjet o kojem smo ranije govorili, onda čak i kada su premise tog objašnjenja u jednom trenutku nepoznate, one moraju na kraju predstavljati pretpostavke koje svjedocanstvo sasvim dobro potvrđuje. Shodno tome, čak i ako objašnjenje ne svodi nepoznato na ono što je bilo već poznato, to objašnjenje je prihvatljivo zato što su njegove premise čvrsto zasnovane na svjedocanstvu koje više nije nepoznato jednom dijelu znanstvene zajednice. Drugo, iako u premisama objašnjenja mogu biti sadržane sasvim nepoznate ideje, takve ideje vrlo često imaju mnogo sličnosti s pojmovima koji se upotrebljavaju u već poznatim područjima. Analogije nam pomažu da spojimo novo sa starim i omogućavaju da nove premise objašnjenja ne budu potpuno nerazumljive.

1.1.4. Zakoni u znanosti i njihov logički status

Do sada razmatrali zahtjeve koji se predstavljaju za adekvatna objašnjenja i samo smo usput spominjali prirodu odnosa o kojima se nešto tvrdi u zakonima i teorijama znanosti. Prešutno smo pretpostavili da zakoni imaju oblik uopćenih kondicionalnih iskaza koji se u jednostavnom obliku mogu predstaviti shemom »za svako x ako je x A , onda je x B « (ili drugacije »svi A su B «). Dakako mi ćemo u našem razmatranju koristiti ovu prostu shemu da bi se izbjegle teškoće koje bi nastale kada bismo prihvatili manje prostu ali objektivniju shemu – teškoće koje su u velikoj mjeri irelevantne za glavni problem o kojim raspravljamo. Nesumnjivo je da postoji mnogi znanstveni zakoni koji pokazuju tu prostu formalnu strukturu koju smo spomenuli. Pa ipak, postoji mnogi znanstveni zakoni čija je logička forma složenija – to je činjenica od priličnog značaja u analizi racionalnog jezgra induktivnih i verifikacionih postupaka u znanosti, mada je u ovom kontekstu od sporedne važnosti. Kao ilustraciju pokažimo to na sljedećim primjerima. Sadržaj zakona da se bakar širi ako se zagrije može se jasnije izložiti ako se kaže: »Za svako x i za svako y , ako je x bakar i ako se x zagrije u trenutku y , onda se x širi u trenutku y «. Kao i u drugim kondicionalnim iskazima (ili izrazima koji sadrže "ako-on-da"), recenica koja počinje sa "ako" poznata je kao "antecedens", a recenica koja počinje sa "onda" kao "konsekvens".

6 P.W. Bridgman, *The Nature of Physical Theory*, Princeton, 1936, str. 63.

Ovaj primjer sadrži kao “prefikse” dva izraza “za svako x ” i “za svako y ” (koji se tehničkim jezikom zovu “univerzalni kvantifikatori”), za razliku od jednostavne sheme u tekstu koja sadrži samo jedan univerzalni kvantifikator. Opet takozvani “zakon biogeneze”, da sve živo potice od živog koje je prije toga postojalo, može se izraziti sa »Za svako x postoji jedno y , tako da ako je x živi organizam, onda je y roditelj x «. U ovom slučaju iskaz sadrži ne samo univerzalni kvantifikator “za svako x ” već i izraz “postoji jedno y ” (koji se zove “egzistencijalni kvantifikator”). Ovaj iskaz tako sadrži više od jednog kvantifikatora, a ovi nisu svi iste vrste (“mješoviti” su). Veliki dio kvantitativnih zakona, narocito u teorijskoj fizici, sadrži nekoliko kvantifikatora, često mješovitih. Međutim, izgleda nevjerovatno da bi se bilo koji iskaz smatrao zakonom ukoliko ne bi bar jedan univerzalni kvantifikator, obično na mjestu prvog prefiksa. Zbog toga prosta pretpostavka koju smo usvojili u tekstu ne izgleda kao pretjerano pojednostavljenje. Međutim, to nikako ne znači da će se svaki istiniti iskaz koji ima ovaj oblik smatrati zakonom prirode. U svakom slučaju, usprkos činjenice da predložena objašnjenja mogu biti u skladu s već spomenutim zahtjevima, ona se često odbacuju kao nezadovoljavajuća na osnovu bar dva razloga: mada se može priznati da su univerzalne premise nekog objašnjenja istinite, za njih se iz ovog ili onog razloga može reći da nisu pravi “zakoni”; i, mada se univerzalnoj premisi može priznati status znanstvenog zakona, može se desiti da drugi uvjeti nisu ispunjeni, na primjer, da to nije “kauzalni” zakon.

Pretpostavimo, na primjer, da u odgovoru na pitanje zašto je neki zavrtnj s zardao, neko kaže da su svi zavrtnji u Smithovim kolima zardali i da je s zavrtnj iz Smithovih kola. Takvo objašnjenje će se, vjerovatno, odbaciti kao sasvim nezadovoljavajuće jer univerzalna premisa nije uopće zakon prirode, a da i ne govorimo da nije kauzalan zakon. Razlika između univerzalnih iskaza koji su “slični zakonu” (tj. iskazi koji, ako su istiniti, mogu da se nazovu “zakonom prirode”) i univerzalnih iskaza koji nisu slični zakonu predstavljaju teškoću u predloženom objašnjenju.

S druge strane, objašnjenje činjenice da je neka ptica b crna zato što su sve vrane crne i zato što je b vrana ponekad se odbacuje kao neadekvatno zato što čak i kada se pretpostavlja da je univerzalna premisa zakon prirode, ona “stvarno” ne objašnjava zašto je b crno. Prema jednoj interpretaciji ove teškoće, u ovakvom slučaju previda se razlika između dvije različite stvari: između objašnjenja činjenice da je b crno i objašnjenje zakona da su sve vrane crne. Prema tome, otklanjanje ove teškoće može se sastojati u tvrdnji da dok predloženo objašnjenje ne kaže zašto su sve vrane crne, ono ipak kaže zašto je b crno; u najgorem slučaju to objašnjenje kaže da boja perja ptice b ne predstavlja idiosinkraziju ptice b , nego je osobina koju b ima kao i sve druge ptice koje su opet, kao i ona, vrane. Pa ipak, ova teškoća se također može shvatiti kao izvor nezadovoljstva s predloženim objašnjenjem činjenice da b ima crno perje, zbog toga što spomenuti zakon ne daje kauzalno objašnjenje te činjenice.

Ovi primjeri koji ilustriraju rasprostranjeno i prešutno prihvatanje uvjeta za zadovoljavajuća objašnjenja, pored onih o kojima smo već raspravljali, navodi nas da razmotrimo neke osobine koje vjerovatno razlikuju prirodne zakone od drugih univerzalnih kondicionalnih iskaza, kao i kauzalne zakone od nekauzalnih. Zato moramo ispitati nekoliko problema koji nastaju uvođenjem ovih razlika, a na prvom mjestu razliku između akcidentalne i nomicke univerzalnosti.

Termin “zakon prirode” (ili slični termini kao što su “znanstveni zakon”, “prirodni zakon” ili prosto “zakon”) nije tehnički termin koji se definira u prirodnim znanostima. On se često upotrebljava, narocito u svakodnevnom govoru, uz pridodavanje izvjesnog počasnog mjesta, ali bez preciznog značenja. Nesumnjivo postoje mnogi iskazi koje bi većina članova znanstvene zajednice nazvala “zakonima”, baš kao što postoji još veća klasa iskaza na koje se ova termin rijetko primjenjuje, ako se uopće primjenjuje. S druge strane,

znanstvenici se ne slažu u pogledu mnogih iskaza koje treba nazvati “zakonom prirode”, pa ce čak i pojedinac cesto mijenjati svoje mišljenje o tome da li dani iskaz treba smatrati zakonom. To je ocigledno slucaj s razlicitim teorijskim iskazima koje smo spomenuli u prethodnim dijelu teksta i koji se ponekad formuliraju samo kao proceduralna pravila, pa prema tome nisu niti istiniti niti lažni, iako ih drugi smatraju zakonima prirode par excellence. Postoje razlicita mišljenja o tome da li iskaze o pravilnostima koji sadrže bilo kakvo pozivanje na pojedinačne objekte (ili grupe takvih objekata) zaslužuju naziv “zakon”. Na primjer, neki pisci su raspravljali o tome da li se iskaz da se planete kreću po elipticnim putanjama oko sunca može nazvati zakonom, budući da se u njemu spominje jedan pojedinačni objekt. Slično tome, postoje neslaganja u pogledu primjene termina “zakon” na iskaze o statističkim pravilnostima, a izražene su i sumnje da se ijedna formulacija pravilnosti u ljudskom društvenom ponašanju (npr. one koje proučava ekonomija ili lingvistika) može u pravom smislu nazvati “zakonom”. Termin “zakon prirode” nesumnjivo je neodređen. Prema tome, svako objašnjenje značenja ovog termina u kome se povlači oštra razlika između iskaza koji su slični zakonu i onih koji to nisu mora biti proizvoljno.

Zbog toga uzaludnost pokušaja da se s velikom logičkom preciznošću definira što je zakon prirode nije samo prividna – pokušaji koji cesto polaze od prešutne premise da je neki iskaz zakon na osnovu toga što posjeduje inherentnu “suštinu” koja se mora iskazati definicijom. Jer ne samo da je termin “zakon” neodređen u postojećoj upotrebi nego je i njegovo povijesno značenje pretrpjelo mnoge promijene. Mi svakako imamo pravo da pod zakonom prirode podrazumijevamo svaki iskaz koji želimo. Vrlo cesto postoji nedosljednost u načinu na koji upotrebljavamo ovaj termin i vrlo cesto činjenica da se neki iskaz *naziva* ili ne naziva zakonom ne utječe na način na koji se taj iskaz može primijeniti u znanstvenom istraživanju. Pa ipak, članovi znanstvene zajednice u velikoj mjeri se slažu u pogledu primjenljivosti ovog termina na prilično veliku iako nejasno razgranicenu klasu univerzalnih iskaza. Prema tome, postoji izvjesna osnova za tvđenje da se ovaj termin može upotrijebiti, bar u onim slučajevima gdje postoji opće slaganje, u ovisnosti od toga da li se osjeća razlika u “objektivnom” statusu ove klase iskaza i njihovoj funkciji. Bilo bi zaista uzaludno tražiti definiciju «prirodnog zakona» koja bi bila potpuno precizna i strogo ekskluzivna. Zbog toga bi bilo razumno da ukažemo na neke važnije razloge na osnovu kojih se jednoj velikoj klasi iskaza obično pripisuje posebno mjesto.

Prima facie, razlika između univerzalnih kondicionalnih iskaza koji bi mogli biti zakoni i onih koji to nisu može se napraviti na nekoliko načina. Jedan efektan način zavisi, u prvom redu, od toga kako moderna formalna logika gradi iskaze koji imaju oblik univerzalnih kondicionalnih iskaza. S ovim u vezi moramo prijetiti sljedeće. U modernoj logici se takvi iskazi interpretiraju kao da tvrde samo ovo: svaki pojedinačni objekt koji ispunjava uvjete koji su opisani u antecedens, također ispunjava uvjete koji su opisani u konsekvensu, i to je *kontingentna činjenica*. Na primjer, prema ovoj interpretaciji iskaz »Sve vrane su crne« (koji se obično shvata kao »Za svako x , ako je x vrana, onda je x crno«) samo kaže da je svaka pojedinačna stvar koja je postojala u prošlosti, sadašnjosti ili budućnosti i koja je vrana – također crna. U skladu s tim, smisao koji se prema ovoj interpretaciji pripisuje spomenutom iskazu može se izraziti ekvivalentnim tvđenjima da nikada nije postojala vrana koja nije bila crna, da sada ne postoji takva vrana i da je nikada neće ni biti. Za univerzalne kondicionalne iskaze koji su konstruirani na ovaj način, tako da tvrde samo postojanje činjeničnih veza, kaže se ponekad da iskazuju “konstantnu konjunkciju” osobina i da izražavaju “akcidentalnu” ili *de facto* univerzalnost.

Drugo što u ovoj interpretaciji treba zapaziti neposredna je posljedica prve. Prema ovoj interpretaciji, univerzalni kondicionalni iskaz je istinit ako ne postoji stvar (u svim vremenima) koja zadovoljava uvjete iskazane u antecedensu. Tako, na primjer, »ako ne

postoje jednorogi onda su svi jednorogi crni«, ali isto tako »ako ne postoje jednorogi onda su svi jednorogi crveni«. Dakle, na osnovu ove konstrukcije u formalnoj logici, *de facto* univerzalni kondicionalni iskaz je istinit brz obzira na sadržaj recenice u njegovom konsekvensu, ukoliko stvarno ne postoji ništa što bi zadovoljavalo recenici u njegovom antecedensu. Za takav univerzalni kondicionalni iskaz se kaže da je “irealno” istinit (ili “irealno” zadovoljen).

Postavlja se pitanje; da li jedan zakon prirode tvrdi samo akcidentalnu univerzalnost? Obično se daje negativan odgovor na ovo pitanje. Cesto se smatra da zakoni izražavaju “jacu” vezu između uvjeta izraženih antecedensom i uvjeta izraženih konsekvansom nego što je istodobno cinjenicno ispunjenje jednih i drugih uvjeta. U stvari, za ovu vezu se cesto kaže da sadrži elemente “nužnosti”, iako se ova hipotetička nužnost shvaca na razne nacine i opisuje se pridjevima kao što su “logicka”, “kauzalna”, “fizicka” ili “realna”. A sporno je da li tvrdi da je iskaza; »Bakar se uvijek širi kada se zagrije.« - zakon prirode znaci tvrdi više nego da nikada nije postojao i da nikada nece postojati komad zagrijanog bakra koji se ne širi. Pripisati ovom iskazu status zakona znaci tvrditi, na primjer, ne samo da takav komad bakra nije postojao vec da je “fizicki nemoguće” da takav komad bakra postoji. Kada se pretpostavlja da je ovaj iskaz zakon prirode, onda se tvrdi da zagrijavanje svakog komada bakra “fizicki nužno uvjetuje njegovo širenje”. Za univerzalne kondicionalne iskaze shvacene na ovaj nacin cesto se kaže da su “univerzalni zakoni” ili “nomološki univerzalni iskazi” i da izražavaju “nomicku” univerzalnost.

Razlika između akcidentalne i nomicke univerzalnosti možemo napraviti i na drugi nacin. Pretpostavimo da smo usmjerili pozornost na neki komad bakra *c* koji nikada nije bio zagrijan i koji je zatim uništen tako da nikada nece biti zagrijan. Pretpostavimo dalje, da pošto smo ga uništili postavimo pitanje da li bi se *c* proširilo da smo ga zagrijali i pretpostavimo da je odgovor potvrđan. Najzad, pretpostavimo da taj odgovor moramo obrazložiti. Kakav cemo razlog navesti? Razlog koji bi, opce uzevši, bio prihvacen kao razuman jeste da prirodni zakon »Bakar se širi kada se zagrije« opravdava irealnu kondicionalnu recenicu »Da smo *c* zagrijali, ono bi se proširilo«. Ustvari, vecina znanstvenika bi vjerojatno tvrdila da nomološki univerzalni zakoni opravdava kondicionalni iskaz »Za svako *x*, kada bi *x* bio bakar i kada bi se zagrijao, onda bi se *x* širilo«.

Zakoni prirode se obično upotrebljavaju za opravdavanje irealnih kondicionalnih iskaza i ova upotreba je karakteristicna za sve nomološke univerzalne iskaze. Štoviše, ova funkcija univerzalnih iskaza koji predstavljaju zakone takoder nagovještavaju da sama cinjenica što ne postoji ništa (u svim vremenima) što zadovoljava antecedens nomološkog kondicionalnog iskaza nije dovoljna da utvrdi istinitost ovog iskaza. Tako, na primjer, pretpostavka da u svemiru ne postoje tijela na koje djeluje vanjska sila nije dovoljna za utvrđivanje istinitosti ni irealnih kondicionalnog iskaza da kada bi takva tijela postojala, njihova bi brzina bila konstantna, ni nomološkog univerzalnog iskaza da nijedno tijelo na koje ne djeluje vanjska sila nema konstantnu brzinu.

S druge strane, očigledno akcidentalno univerzalni iskaz »Svi zavrtnji u Smithovim kolima su zardali« ne opravdava irealni kondicionalni iskaz »Za svako *x*, da je *x* zavrtanj u Smithovim kolima, *x* bi bilo zardalo«. Sigurno je da nitko nece tvrditi na osnovu ovoga *de facto* univerzalnog iskaza da ukoliko bi neki određeni mesingani zavrtanj koji se sada nalazi u prodavaonici bio stavljen u Smithova kola, taj zavrtanj bi bio zardao. Na taj nacin, *prima facie* razlika između akcidentalne i nomicke univerzalnosti može se sažeti u recenici: Univerzalni iskaz koji je zakon “opravdava” irealni kondicionalni iskaz, dok to nije slucaj s akcidentalnim univerzalnim iskazom.

No, ovdje se pojavljuje još jedno bitno pitanje koje glasi: Da li su zakoni logicki nužni? Nitko ozbiljno ne osporava tvrđenje da se u obicnom govoru u praksi uvida razlika

između onoga što smo nazvali “akcidentalnom” i “nomickom” univerzalnošću. Sporno je pitanje da li samo po sebi razlike koje smo uocili zahtijevaju da prihvatimo “nužnost” koja se pripisuje univerzalnim nomološkim iskazima kao nešto “osnovno” ili se nomicka univerzalnost može objasniti pomocu manje nejasnih pojmova. Ako se ova nužnost interpretira, kao što se to cinilo, kao oblik logicke nužnosti, znacenje termina “nužno” je sasvim jasno. Tada nam logika pruža sustavnu i opce prihvacenu analizu takve nužnosti. Prema tome, iako glediste da su nomološki univerzalni iskazi logicki nužni, kao što cemo vidjeti, sadrži velike teškoce, ovo glediste je bar jasno. S druge strane, oni koji tvrde da je nužnost univerzalnih iskaza koji su zakoni nešto *sui generis* i nešto osnovno što se dalje ne može raščlanjivati, pretpostavljaju postojanje jednog svojstva cija je priroda u suštini nejasna. Ova nejasnoca samo se imenuje, a ne objašnjava terminima kao što su “fizicka nužnost” ili “realna nužnost”. Štoviše, kako se opce uzevši pretpostavlja da se ova posebna vrsta nužnosti može prepoznati samo pomocu nekog “intuitivnog razumijevanja”, pripisivanje ovakve nužnosti (iskazima ili odnosima između događaja) izloženo je svim cudima intuitivne procijene. Svakako, nužnost koja ocigledno odlikuje univerzalne iskaze koji su zakoni može uistinu biti jedinstvena i možda se ne može raščlanjivati, ali iz navedenih razloga izgleda preporucljivo prihvacanje ovih zaključaka samo u krajnjem slucaju.

Cesto se zastupa glediste da univerzalni iskazi koji su zakoni, opce uzevši, a kauzalni zakoni posebno, izražavaju logicku nužnost. Medutim, oni koji prihvataju ovo glediste obicno ne tvrde da se logicka nužnost nomoloških univerzalnih iskaza može stvarno utvrditi u svakom pojedinacnom slucaju. Oni samo tvrde da su pravi nomološki iskazi logicki nužni i da se to „u principu“ može pokazati, cak i ako za vecinu takvih iskaza nedostaje dokaz njihove nužnosti. Na primjer, raspravljajuci o prirodi kauzaliteta jedan suvremeni pisac tvrdi: »Uzrok logicki povlaci za sobom efekt, tako da bi bilo moguće, uz dovoljno udubljivanje, vidjeti kakva vrsta efekta mora da slijedi iz ispitivanja samog uzroka, bez prethodnog iskustva o tome što su bili efekti slicnih uzoraka.«⁷ U nekim slucajevima takvo glediste je zasnovano na navodno neposrednoj percepciji logicke nužnosti bar nekih nomoloških iskaza moraju takoder imati ovu osobinu. U drugim slucajevima, ovo glediste se prihvaca zato što se smatra da od toga zavisi valjanost znanstvene indukcije, a bar jedan predstavnik ovog shvacanja iskreno je priznao da su najjaciji argumenti u prilogu tog gledista, u stvari, primjedbe koje se upucuju alternativnim shvacanjima.

Pa ipak, teškoce s kojima se suocava ovo glediste su ogromne. Prvo, nijedan iskaz koji se obicno naziva zakonom u razlicitim pozitivnim znanostima nije, u stvari, logicki nužan, pošto negacija takvih iskaza sigurno nisu kontradikcije. Prema tome, predstavnici gledista o kome raspravljamo moraju ili odbaciti sve te iskaze buduci da ne predstavljaju slucajeve “pravih” zakona (i na taj nacin moraju tvrditi da u empirijskim znanostima još nije otkriven ni jedan takav zakon) ili da odbace dokaze da ovi iskazi nisu logicki istiniti (i da tako posumnjaju u ispravnost tehnike logickog dokazivanja). Nijedan rog ove dileme nije primamljiv. Drugo, ako su zakoni prirode logicki istiniti, onda pozitivne znanosti cine nekoristan napor kad traže eksperimentalno ili empirijsko svjedocanstvo za takav zakon. Odgovarajuci postupak za utvrđivanje logicke istinitosti jednog iskaza sastoji se u pronalaženju dokaza za taj iskaz, kao što se to cini u matematici, a ne eksperimentiranje. Danas nitko ne zna da li je logicki istinito Goldbahovo tvrđenje (da svaki paran broj zbir dva prosta broja), ali isto tako nitko tko razumije ovaj problem neće pokušati da taj iskaz

7 A. C. Ewing, “Mechanical and Teleological Causation”, *Aristotelian Society*, Dodatak sv. 14 (1935), str. 66. Vidi takoder G. F. Stout: “Kad bismo imali dovoljno obuhvaceno i točno znanje o onome što se stvarno dešava, vidjeli bismo kako i zašto efekt proizlazi iz uzroka s logickom nužnošću”. – *Aristotelian Society*, Dodatak sv. 14, (1935), str. 46.

utvrdi kao logicki istinit vršeci fizikalne eksperimente. Fantastično je ako se predlaže da fizicar treba da postupa kao matematar kada nije izvjesno da li je neki fizikalni zakon točan, na primjer neki zakon o svjetlosti. Najzad, usprkos činjenici što se ne zna da su iskazi za koje se vjeruje da predstavljaju zakone prirode logicki istiniti, ovi iskazi uspješno vrše funkcije koje im se u znanosti pripisuje. Zbog toga je proizvoljno tvrditi da ukoliko ovi iskazi nisu logicki nužni, oni ne bi mogli obavljati funkcije koje očigledno obavljaju. Na primjer, Arhimedov zakon nam omogućuje da objasnimo i predvidimo veliku klasu pojava čak iako postoje savršeni razlozi za vjerovanje da ovaj zakon nije logicki nužan. Pa ipak, pretpostavka da zakon stvarno mora biti nužan ne proizlazi iz činjenice da se on uspješno upotrebljava u objašnjavanju i predviđanju. Prema tome, ova pretpostavka postulira osobinu za koju se ne može utvrditi da ima neku ulogu u stvarnoj primjeni zakona.

Pa ipak, nije teško razumjeti zbog čega ponekad izgleda da su zakoni prirode logicki nužni. Jedna dana *recenica* može imati sasvim različita značenja tako da dok u jednom kontekstu izražava logicki moguću istinu, u drugom kontekstu *ista recenica* može izražavati nešto što je logicki nužno. Na primjer, nekad se bakar identificirao na osnovu svojstava među kojima nije bilo nijedno električno svojstvo ove materije. Kada je električnost bio otkriven, recenica »Bakar je dobar provodnik električne struje« mogla se tvrditi na osnovu eksperimentalnih podataka kao zakon prirode. Međutim kasnije je dobra provodljivost mogla biti uključena u svojstva koja definiraju bakar tako da je recenica »Bakar je dobar provodnik električne struje« mogla dobiti novu upotrebu i novo značenje. U svojoj novoj upotrebi, ova recenica više ne izražava samo logicki moguću istinu, kao što je to ranije bio slučaj, već služi za saopćavanje logicki nužne istine. Nesumnjivo je da ne postoji oštra granica koja odvaja one kontekste u kojima se bakar identificira bez pozivanja na svojstva provodljivosti od onih konteksta u kojima se podrazumijeva da je dobar provodljivost dio "prirode" bakra. Shodno tome, status onoga što se tvrdi recenicom »Bakar je dobar provodnik električne struje« nije uvijek jasan, tako da se logicki karakter ovog tvrdjenja u jednom kontekstu lako može pobrkati s karakterom tog tvrdjenja u nekom drugom kontekstu.⁸ Ova promjenljiva upotreba iste recenice pomaže nam da objasnimo zašto su mnogi mislioci smatrali da su zakoni prirode logicki istiniti. Ona ukazuje da je izvor ovog uvjerenja u činjenici što su alternativna gledišta apsurdna, kao što je jasno iz ovakvih izjava: »Ja ne mogu pripisivati nikakav smisao uzročnosti u kojoj efekt nije nužno određen, niti mogu pripisivati smisao nužnoj determinaciji koja bi ostavljala mogućnost da nužno determinirani događaj bude drukčiji, a da to ne proturječi njegovoj vlastitoj prirodi ili prirodi onoga što ga određuje.«⁹ U svakom slučaju, promjene u smislu recenica posljedica su napredovanja saznanja i predstavljaju važnu odliku u razvoju sveobuhvatnih sustava objašnjenja saznanja i predstavlja važnu odliku u razvoju sveobuhvatnih sustava objašnjenja.

Pitanje o prirodi tobožnje nužnosti nomoloških univerzalnih iskaza zaokupljalo je mnoge mislioce, pošto je Hume predložio analizu kauzalnih iskaza pomoću konstantnih

⁸ Jedan drugi primjer može nam pomoći da ovo bolje objasnimo. Promatramo zakon poluge u obliku koji kaže da ako se tijela jednake težine stave na krajeve homogene čvrste šipke koja je okacena po sredini, onda je poluga u ravnoteži; pretpostavimo da nijedan izraz koji se koristi u ovom zakonu nije definiran tako da to pretpostavlja ponašanje poluge. Uz ovu pretpostavku taj iskaz je očigledno empirijski zakon, a nije logicki nužan iskaz. S druge strane, pretpostavimo da smo definirali kako su dva tijela iste težine ukoliko je vaga u ravnoteži kada se na njihove strane stave ta dva tijela. U kontekstima u kojima se upotrebljava takva definicija "jednakosti po težini", gornja recenica o polugama ne može se poricati, a da to ne izazove proturječnost, tako da ona ne izražava empirijski zakon za koji je relevantno eksperimentalno svjedočanstvo, već iskazuje logicku nužnu istinu. Recenice koje izgleda da izražavaju zakone, ali koje se, u stvari, upotrebljavaju kao definicije, često se nazivaju "konvencije".

⁹ Ibid. str. 21.

konjunkcija i *de facto* pravilnosti. Zanimajući važne detalje u Humeovom objašnjenju prostorno-vremenskih odnosa između događaja za koje se kaže da su uzročno povezani, suština Humeovog gledišta izgleda ukratko ovako. Objektivni sadržaj iskaza da je dani događaj *c* uzrok nekog dugog događaja *e* jeste prosto to da *c* predstavlja slučaj nekog svojstva *C*, da *e* predstavlja primjer nekog svojstva *E* i da je *C* u stvari *E*. Na osnovu ove analize, navodna »nužnost« koja karakterizira odnos *c* prema *e* ne pociva na objektivnom odnosu između samih događaja. Ova nužnost pociva – prema Humeu – u izvjesnim navikama da nešto očekujemo, navikama koje su nastale kao posljedica stalnih ali *de facto* konjunkcija *C* i *E*.

Humeovo¹⁰ objašnjenje kauzalne nužnosti bilo je cesto predmet kritike, djelomicno na osnovu toga što je pocivalo na sumnjivoj psihologiji; danas se uopće uzevši priznaje opravdanost ovih kritika. Međutim, Humeove psihološke predodžbe nisu bitne za njegovo osnovno tvrđenje – naime, da se univerzalni iskazi koji su zakoni mogu objasniti bez upotrebe nesvodljivih modalnih pojmova kao što su “fizička nužnost” ili “fizička mogućnost”. Prema tome, vecina kritickih primjedbi koje se upućuju Humeovoj analizi jeste u tome da je upotreba modalnih kategorija neizbježna u svakoj adekvatnoj analizi nomološke univerzalnosti. Ovaj problem nije riješen i o njemu se i dalje raspravlja, a o nekim pitanjima koje se na ovaj problem nastavljaju raspravlja se na visokom tehničkom nivou. No mi necemo ulaziti u analizu nego cemo samo obratiti pozornost na osnovne crte Humeove interpretacije nomološke univerzalnosti. U stvari pokušat cemo objasniti prirodu nomicke univerzalnosti.

Imajući u vidu ovaj cilj, razmotrimo da li se kondicionalni iskazi mogu smatrati iskazima slicno zakonima ukoliko zadovoljavaju izvjestan broj logickih i epistemoloških zahtijeva. Bit će korisno ako pocnemo sa uspoređivanjem ocigledno akcidentalnog univerzalnog iskaza (»Svi zavrtnji u Smithovim kolima su zardali« ili općenitije receno »Za svako *x*, ako je *x* zavrtanj u Smithovim kolima u vremenskom periodu *a*, onda je *x* zardalo u periodu *a*«, gdje *a* oznacava neki određeni vremenski period) s jednim drugim iskazom koji se obično shvaca kao znanstveni zakon: »Bakar se širi kada se zagrije«, ili eksplicitno, »Za svako *x* i za svako *t*, ako se *x* zagrije u trenutku *t*, *x* se širi u trenutku *t*«.

1) Možda će našu pažnju prvo privuci činjenica da akcidentni univerzalni iskaz sadrži termine koji se odnose na neki pojedinačni događaj ili na određeni trenutak ili vremenski period dok to nije slučaj s nomološkim univerzalnim iskazom. Da li je to bitna razlika? Ne, ukoliko želimo da smatramo zakonima prirode i izvjestan broj iskaza koje cesto tako shvacamo – na primjer, Keplerove zakone o kretanju planeta ili iskaz da je brzina svjetlosti u vakuumu 300.000 kilometara u sekundi. Keplerovi zakoni spominju Sunce, a zakon o brzini svjetlosti prešutno podrazumijeva Zemlju jer se jedinice mjere i vremena obično se definiraju u odnosu na velicine Zemlje i na period njene rotacije. Iako možemo svako ovakav iskaz isključiti iz klase zakona, to bi bilo sasvim proizvoljno. Što više odbijanje da ovakve iskaze smatramo zakonima vodilo bi zaključku da postoji vrlo mali broj zakona a pogotovo ako uzmemo u obzir da odnosi ovisnosti koje klasificiramo kao zakone trpe evolucijske promjene. Naime, različite kozmicke epohe odlikuju se različitim pravilnostima u prirodi, tako da svaki iskaz kojim se iskazuje jedna pravilnost mora da sadrži upućivanje na neki određeni vremenski period. Međutim, ni jedan iskaz koji sadrži takvo upućivanje ne bi se mogao smatrati zakonom ako mislimo da je prisustvo jednog imena neceg pojedinačnog nespojivo s nomološki univerzalnim iskazom.

U nekoliko skorašnjih rasprava o iskazima koji slicni zakonima predložen je izlaz iz ove teškoće. Prije svega, povucena je razlika između predikata koji su »cisto kvalitativni« i onih koji to nisu, pri čemu se za jedan predikat kaže da je cisto kvalitativan ako, kao što

¹⁰ Pogledati u Dodatku: Hume i kauzalnost.

kaže Hempel, »iskaz o njegovom značenju ne zahtijeva pozivanje na neki *pojedinačni objekt* ili prostorno vremensku lokaciju«. Tako su “bakar” i “veća jakost struje” primjeri čisto kvalitativnih predikata, dok “Mjesecev” i “veći od Sunca” to nisu. Drugo, uvodi se razlika između “osnovnih” i “izvedenih” iskaza koji su slični zakonima. Ne ulazeći u detalje, za univerzalni kondicionalni iskaz se kaže da je osnovni ako ne sadrži imena pojedinačnih objekata (ili “individualne konstante”) i ako su svi njegovi predikati čisto kvalitativni; za univerzalni kondicionalni iskaz se kaže da je izveden ako je logička posljedica nekog skupa osnovnih iskaza koji su slični zakonima; najzad, za univerzalni kondicionalni iskaz se kaže da je sličan zakonu ili ako je osnovni ili ako je izveden. Shodno tome, Keplerovi iskazi mogu se shvatiti zakonima prirode ako su logičke posljedice vjerojatno istinitih osnovnih zakona, kao što je Newtonova teorija.

Na prvi pogled, ovo predloženo objašnjenje je najprivlačnije i on odražava nesumnjivu tendenciju u suvremenoj teorijskoj fizici da se osnovne pretpostavke formuliraju isključivo pomoću kvalitativnih predikata. Pa ipak, taj prijedlog vodi dvjema neriješenim teškoćama. Prvo, činjenica je da se univerzalni kondicionalni iskazi koji sadrže predikate koji nisu čisto kvalitativni ponekad nazivaju zakonima, čak i kada se ne zna da li ti iskazi logički slijede iz nekog skupa osnovnih zakona. To je, na primjer, bio slučaj s Keplerovim zakonima prije Newtona, a ako nazovemo “zakonom” (kao što to neki čine) i iskaz da se planete okreću oko Sunca u istom smjeru, onda je sa ovim zakonom to slučaj i danas. Drugo, daleko od izvjesnosti da se iskazi kao što su Keplerovi zakoni stvarno mogu logički izvesti čak i danas isključivo iz osnovnih zakona. Izgleda da ne postoji način da se Keplerovi zakoni deduciraju iz zakona Newtonove mehanike i teorije gravitacije *samo* zamjenjivanjem promjenljivih koji se javljaju zakonima Newtonove mehanike i teorije gravitacije individualnim konstantama, *bez* korištenja drugih premisa čiji predikati nisu čisto kvalitativni. Ako je to tako onda bismo na osnovu predloženog objašnjenja izostavili iz klase zakona veliki broj iskaza koje obično smatramo zakonima.¹¹ U stvari predloženo objašnjenje je suviše restriktivno i ono ne uspijeva da opravda neke važne razloge na osnovu kojih jedan iskaz smatramo zakonom prirode.

Moramo, međutim, primijetiti da se ne može samo na osnovu gramatičke ili sintaktičke, strukture rečenice kojom je izražen kondicionalni iskaz odrediti da li je univerzalni kondicionalni iskaz neograničen, što bi ga razlikovalo od akcidentalnog univerzalnog iskaza koji se odnose na stvari u određenom prostoru i vremenu, iako je gramatička struktura često dobar vodič. Na primjer, neko bi mogao izmisliti riječ “autozavrtanj” da bi zamijenio izraz »zavrtanj u Smithovim kolima u periodu a « i da onda zamijeni odgovarajući akcidentalni univerzalni iskaz izrazom »svi autozavrtnji su zardali«. Međutim, sintaktička struktura ove nove rečenice ne otkriva nam da je područje njene predikacije ograničeno na objekte samo u jednom određenom vremenskom periodu. Prema tome, moramo poznavati uporabu ili značenje izraza koji se javlja u jednoj rečenici da bismo odredili da li je iskaz koji nam ta rečenica pripisuje neograničeni univerzalni iskaz. Isto tako moramo zapaziti da iako je neki univerzalni kondicionalni iskaz neograničen, njegovo područje predikacije može stvarno biti konačno. S druge strane, iako to područje

¹¹ S druge strane, ako se oslabi zahtjev da sve premise iz kojih se može deducirati jedan izveden zakon moraju biti fundamentalne, iskazi koji očigledno nisu slični zakonima, kao što je onaj o zavrtanjima u Smithovim kolima, morat će se smatrati zakonima. Tako ovaj iskaz slijedi iz vjerojatno osnovnog zakona da svi željezni zavrtnji koji su izloženi djelovanju kisika rdaju, koji je dopunjen premisom da su svi zavrtnji u Smithovim kolima željezni i da su izloženi djelovanju kisika. Zaista se može iz Newtonove teorije deducirati tvđenje da će se za jedno tijelo za koje važi zakon o obrnutom kvadratu rastojanja kretati po orbiti koja je konusni presjek i u čijoj se žiži nalazi izvor centralne sile. Ali da bi se izveo dalji zaključak da je taj konusni presjek elipsa, neizbježne su, izgleda, dodatne premise – premise koje određuju relativne mase i relativne brzine planeta i Sunca. Ova okolnost predstavlja razlog za sumnju da se Keplerovi zakoni mogu deducirati iz premisa koje sadrže samo osnovne zakone.

može biti konacno, ne smije postojati mogućnost da se na osnovu termina iz univerzalnog kondicionalnog iskaza koji određuje to područje predikacije izvede činjenica da je to područje stvarno konacno, nego se to mora ustvrditi na osnovu neovisnog empirijskog svjedocanstva. Na primjer, mada je broj poznatih planeta konacan i mada imamo neko svjedocanstvo na osnovu kojega vjerujemo da se planete okreću oko Sunca samo jedno konacno vrijeme, to su činjenice koje se ne mogu deducirati iz Keplerovog drugog zakona.

2) Ali, iako se neograničena univerzalnost često uzima kao nužan uvjet da bi se jedan stav smatrao zakonom, on nije dovoljan. Jedan neograničeni univerzalni kondicionalni iskaz može biti istinit prosto zato što je irealno istinit (tj. ništa ne zadovoljava njegov antecedens). Ali ako se takav kondicionalni iskaz prihvaca samo na osnovu ovih razloga, malo je vjerovatno da će ga itko smatrati zakonom prirode. Na primjer, ako pretpostavimo (pošto zato imamo dobar razlog) da ne postoje jednorogi, onda pravila logike nalažu da prihvatimo kao istinu da su svi jednorogi brzonogi. Međutim, usprkos tome, čak će i poznavaoči formalne logike oklijevati da ovaj iskaz shvate kao zakon prirode – pogotovo što nam logika također nalaže da prihvatimo kao istinu, na osnovu iste početne pretpostavke da su svi jednorogi spori. Kada bismo univerzalni kondicionalni iskaz smatrali zakonom zato što je irealno istinit, većina ljudi bi na to gledala, u najboljem slučaju, kao na manje uspješnu šalu. Razlog ovakvom ponašanju treba prije svega tražiti u načinu na koji obično upotrebljavamo zakone: da bismo objasnili pojave i druge zakone, da bismo predviđali događaje, i da nam, opće uzevši, služe kao instrument za izvođenje zaključaka u nekom istraživanju. Međutim, ako se univerzalni kondicionalni iskazi prihvate zato što su irealno istiniti, onda ne postoji ništa na što bi se mogao primijeniti, pa tako ne može obavljati funkcije u zaključivanju što se inače od zakona očekuje.

Može, dakle, izgledati vjerovatno da se jedan univerzalni kondicionalni iskaz ne smije nazvati zakonom ukoliko ne znamo da li postoji bar jedan objekt koji zadovoljava njegov antecedens. Međutim, ovaj zahtjev je suviše restriktivan, jer mi nismo u stanju da uvijek znamo, čak i kada smo spremni da jedan iskaz nazovemo zakonom. Na primjer, može se desiti da ne znamo da li stvarno postoji komad žice na temperaturi 270°C , a još uvijek možemo željeti da smatramo zakonom iskaz da je svaki komad bakrene žice na toj temperaturi dobar provodnik električne struje. Ali, ako ovaj iskaz prihvatimo kao zakon, na osnovu kakvog svjedocanstva ga prihvacamo? Prema pretpostavci, mi zato nemamo neposredno svjedocanstvo, jer smo pretpostavili da ne znamo da li postoji neka bakarna žica na temperaturama bliskim apsolutnoj nuli, pa prema tome, s takvom žicom nismo izvodili nikakve eksperimente. Prema tome, svjedocanstvo mora biti posredno: ovaj iskaz se prihvaca kao zakon, vjerovatno zato što je posljedica nekih drugih zakona za koje postoji neka vrsta svjedocanstva. Na primjer, ovaj iskaz je posljedica očiglednog zakona da je bakar doba vodič električne struje, za koji postoji prilično veliko svjedocanstvo. Prema tome, možemo na sljedeći način iskazati jedan novi zahtjev koji se prešutno pretpostavlja u klasifikaciji neograničenih univerzalnih iskaza: irealna istinitost neograničeno univerzalnog iskaza nije dovoljna da bismo taj iskaz smatrali zakonom; mi ćemo takav iskaz smatrati zakonom samo ako postoji skup drugih zakona iz koji se taj univerzalni iskaz može logički izvesti.

Na taj način, neograničeni univerzalni iskazi za koje se vjeruje, u svemiru ne postoji ništa što zadovoljava njihove antecedense stjecu status znanstvenih zakona zato što predstavljaju dio nekog sustava deduktivno povezanih zakona i zato što empirijska evidencija – često vrlo obuhvatna i raznovrsna – potvrđuje cijav sustav. Možemo se, međutim, zapitati zašto jedan univerzalni iskaz, čak i kada za njega postoji takvo svjedocanstvo treba smatrati zakonom ako također znamo da je irealno istinit. Postoje dva moguća razloga za takvo tvrđenje. Jedan je: da nisu nadeni objekti koji zadovoljavaju antecedens takvog zakona usprkos stalnom traganju za takvim objektima. Iako negativno

svjedocanstvo ove vrste može ponekad biti impresivno, ono često nije vrlo pouzdano, jer se takvi objekti mogu javiti na mjestima koja smo predviđeli ili u specijalnim okolnostima. Tada se takav zakon može koristiti u izvođenju logičkih posljedica iz pretpostavke da pozitivni slučajevi stvarno postoje u nekim neispitanim područjima ili pod zamišljenim uvjetima. Ovo izvođenje može, na taj način, nagovijestiti na koji način područje budućeg traganja za pozitivnim slučajevima možemo suziti ali kakve eksperimente treba izvesti da bismo takve slučajeve stvorili. Drugi, i obično odlučujući, razlog za vjerovanje da jedan zakon irealno istinit predstavlja neki dokaz da je pretpostavka o postojanju pozitivnih slučajeva na koje zakon odnosi logički nespojiva s drugim zakonima koji pripadaju istom sustavu. Irearno istinit zakon uistinu može biti suvišan i može predstavljati balast zato što nema nikakvu funkciju u zaključivanju. S druge strane, ako su zakoni koji su upotrebljavani da se utvrdi ova irealna istinitost i sami sumnjivi, onda se očigledno irearno istinit zakon može upotrijebiti kao osnova za dolaženje do novog kritičkog svjedocanstva za ove zakone. Nesumnjivo je da možemo zamisliti i druge primjene irearno istinitih zakona. Cinjenica je da ako se nigdje ne upotrebljavaju, onda nije ni vjerojatno da će biti shvaćeni kao dio našeg saznanja.

Potrebno je ukratko razmotriti još jedno pitanje. Često se tvrdi da se za neke zakone fizike (kao i u drugim disciplinama, na primjer u ekonomiji), koji se prihvataju bar kao privremeno osnovani, zna da su irearno istiniti. Prema tome, ovo objašnjenje ne izgleda adekvatno, jer se neograničeni univerzalni iskazi nazivaju “zakonima” usprkos cinjenici što nisu izvedeni iz drugih zakona. Poznati primjer ovakvog osnovnog irearno istinitog zakona je Newtonov prvi zakon kretanja, prema kojem tijelo na koje ne djeluju vanjske sile zadržava konstantnu brzinu. Poznato je da se tvrdi kako u stvari nema ovakvih tijela, jer je pretpostavka da ona postoje nespojiva s Newtonovom teorijom gravitacije. Čak i ako se prihvati tvrdjenje da je zakon irearno istinit, on se kao zakon ne prihvata iz tog razloga. Zašto se onda prihvata? Izbjegavajući pitanje o tome kako treba interpretirati ovaj iskaz (npr. da li je to definicija nečega što predstavlja tijelo na koje ne djeluju vanjske sile) i izbjegavajući također pitanje da li se taj iskaz može deducirati iz nekog drugog zakona (npr. Newtonovog drugog zakona kretanja), ispitivanje načina na koji se on upotrebljava pokazuje da kada se kretanja tijela raščlane na vektorske komponente kretanja, brzine tijela su konstantne u pravcima duž kojih nema sila koje djeluju na ta tijela. Ukratko, tvrdnja da je ovaj zakon irearno istinit predstavlja veliko pojednostavljenje. Taj zakon je element u jednom sustavu zakona za koje svakako postoji potvrdno svjedocanstvo. Opće uzevši, kada bi jedan “osnovni” zakon bio irearno zadovoljen, bilo bi teško razumjeti kako bi se on mogao koristiti u sustavu čiji je dio.

3) Izgleda da je potrebna pretpostavka da “zakon prirode” mora da zadovolji jedan drugi uvjet koji je nagovješten u prethodnim razmatranjima. Neovisno od cinjenice da paradigmaticni slučaj akcidentalnog univerzalnog iskaza o zardalim zavrtnjima u Smithovim kolima nije neograničeno univerzalni iskaz, on ima još jednu odliku. Taj univerzalni kondicionalni iskaz (oznacimo ga sa S) može se shvatiti kao skraćeni način tvrdjenja jedne konacne konjunkcije iskaza u kojoj je svaki član konjunkcije jedan iskaz o nekom pojedinacnom zavrtnju iz jedne konacne klase zavrtnja. Na taj način, S je ekvivalentno konjunkciji »Ako je s_1 zavrtnj u Smithovim kolima u periodu a , onda je s_1 zardao u periodu a , i ako je s_2 zavrtnj u Smithovim kolima u periodu a , onda je s_2 zardao u periodu a i ..., i ako je s_n zavrtnj u Smithovim kolima u periodu a , onda je s_n zardao u periodu a «, gdje je n neki konacan broj. Prema tome, istinitost iskaza S može se utvrditi ako se utvrdi istinitost konacnog broja iskaza koji imaju oblik » s_i je zavrtnj u Smithovim kolima u periodu a i s_i je zardao u periodu a «.

Shodno tome, ako prihvatimo S , mi to cinimo što smo ispitali jedan određen broj zavrtnja za koji vjerujemo da iscrpljuje područje predikacije iskaza S . Da smo imali

razloge da sumnjamo da ispitani zavrtnji iscrpljuju skup zavrtanja u Smithovim kolima, i da postoji neodređeni broj drugih zavrtanja u njegovim kolima koje nismo ispitali, ne bismo bili u stanju da tvrdimo S . Tvrdeci S , mi, u stvari, kažemo da je svaki ispitani zavrtanj zardao i da su ispitani zavrtnji svi zavrtnji koji postoje u Smithovim kolima. Ovdje je važno da se razumije ono što se naglašava. Prvo, S smo mogli prihvatiti kao istinito ne zato što smo utvrdili da je svaki zavrtanj u Smithovim kolima zardao, već zato što se S može izvesti iz nekih drugih pretpostavki. Na primjer, S smo mogli izvesti iz premisa da su svi zavrtnji u Smithovim kolima od željeza, da su bili u dodiru s kisikom i da željezo uvijek rda u prisustvu kisika. Čak i u ovom slučaju prihvatljivost iskaza S zavisi od toga da li smo utvrdili određeni broj iskaza koji imaju oblik » s_i je željezni zavrtanj u Smithovim kolima i on je bio u dodiru s kisikom«, pri čemu ispitani zavrtnji iscrpljuju područje primjene iskaza S . Drugo, S smo mogli prihvatiti na osnovu toga što smo ispitali samo "dovoljno veliki uzorak" zavrtanja iz Smithovih kola i što smo izveli zaključak o prirodi neispitanih zavrtanja na osnovu prirode opaženih zavrtanja u uzorku. I ovdje smo u zaključivanju pretpostavili da zavrtnji u uzorku poticu iz jedne konačne klase zavrtanja i da se neće povećavati. Na primjer, mi pretpostavljamo da nitko neće izvaditi jedan zavrtanj iz kola i zamijeniti ga nekim drugim i da nitko neće izbušiti novu rupu u kolima da bi u nju stavio novi zavrtanj. Ako iskaz S prihvaćamo kao istinit na osnovu onoga što smo otkrili u uzorku, mi to činimo djelomično zato što pretpostavljamo da je taj uzorak dobiven iz jedne klase zavrtanja koja se neće ni povećavati ni mijenjati u vremenskom periodu koji se u S primjenjuje.

S druge strane, izgleda da slične pretpostavke nisu potrebne kada je riječ o svjedocanstvu na osnovu kojeg se prihvaćaju iskazi koje smatramo zakonima. Tako, na primjer, mada je zakon da željezo rda u prisustvu kisika bio u početku zasnovan isključivo na svjedocanstvu dobivenom ispitivanjem konačnog broja željeznih predmeta koji su bili izloženi utjecaju kisika, za to svjedocanstvo se ne pretpostavlja da iscrpljuje područje predikacije tog zakona. Međutim, da je postojao razlog da se pretpostavi kako taj konačan broj predmeta iscrpljuje klasu željeznih predmeta koji su izloženi kisiku, klasu objekata koji su postojali ili će ikada postojati u budućnosti, sumnjivo je da bismo taj univerzalni kondicionalni iskaz nazivali zakonom. Naprotiv, ako se za promatranje slučajeva vjeruje da iscrpljuju područje primjene kondicionalnog iskaza, vjerojatnije je da će se taj iskaz shvatiti kao da saopćava neku povijesnu činjenicu. Nazivajući jedan iskaz zakonom mi očigledno bar prešutno tvrdimo da, koliko mi znamo, ispitani slučajevi na koje se iskaz odnosi ne čine klasu svih mogućih takvih slučajeva. Shodno tome, da bismo jedan neograničeni univerzalni iskaz nazivali zakonom, vjerojatno je potrebno da ne znamo da li se njegovo svjedocanstvo poklapa sa područjem njegove predikacije i da, štoviše, ne znamo da se to područje ne može povećavati.

Racionalno jezgro ovog zahtjeva opet nalazimo u načinu na koji upotrebljavamo iskaze koje nazivamo zakonima. Osnovna funkcija takvih iskaza sastoji se u objašnjenju i predviđanju. Ali, ako jedan iskaz ne tvrdi, u stvari ništa više nego što se tvrdi u njegovom svjedocanstvu, mi se ponašamo nerazumno kada taj iskaz upotrebljavamo u objašnjenju ili predviđanju nečega što je u to svjedocanstvo već uključeno i nismo dosljedni kada ga upotrebljavamo u objašnjavanju ili predviđanju nečega što u to svjedocanstvo nije uključeno. Nazivat jedan iskaz zakonom predstavlja zbog toga nešto više nego izjava da je to vjerojatno istinit neograničeni univerzalni iskaz. Nazivati jedan iskaz zakonom znači pripisivati mu izvjesnu funkciju i samim tim to znači reći da se ne pretpostavlja kako svjedocanstvo na kojem je zasnovan predstavlja cjelokupno područje njegove predikacije.

Ovaj je zahtjev, izgleda, dovoljan da naziv "zakon" osporimo izvjesnoj klasi izmišljenih iskaza koje normalno ne bismo smatrali zakonima, ali koji očigledno ispunjavaju uvjete o kojima smo ranije raspravljali. Razmotrimo iskaz: »Svaki čovjek koji

prvi vidi živu mrežnjacu ljudskog oka doprinosi utvrđivanju principa očuvanja energije«. Pretpostavimo da ovaj iskaz nije irealno istinit i da predstavlja neograničeni univerzalni iskaz, tako da se može prevesti u iskaz: »Za svako x i za svako t ako je x čovjek koji vidi živu mrežnjacu ljudskog oka u trenutku t i nijedan čovjek ne vidi živu mrežnjacu ljudskog oka u bilo kom trenutku prije t , onda x doprinosi utvrđivanju principa očuvanja energije«.12 Svako tko se sjeca povijesti znanosti prepoznat će ovdje aluziju na Helmholtza, koji je i prvi video živu mrežnjacu ljudskog oka i bio utemeljitelj principa konzervacije. Prema tome, navedeni iskaz je istinit i prema našoj pretpostavci zadovoljava uvjet za neograničenu univerzalnost. Pa ipak, možemo pretpostaviti da bi većina ljudi nerado to nazvala zakonom. Razlog ovom odbijanju postaje jasan kada ispitamo svjedocanstvo na osnovu kojeg se može utvrditi istinitost ovog iskaza. Da bi se utvrdilo da je on istinit, dovoljno je da se pokaže da je Helmholtz zaista bio prvi čovjek koji je video živu ljudsku mrežnjacu i da je on doprinio zasnivanju principa konzervacije. Međutim, ako je Helmholtz bio takva osoba, onda, na osnovu prirode ovog slučaja, ne postoji *logicka* mogućnost da postoji drugi čovjek koji zadovoljava uvjete opisane u antecedensu navedenog iskaza. Ukratko, mi u ovom slučaju *znamo* da se svjedocanstvo na osnovu kojeg se ovaj iskaz prihvata poklapa s područjem njegove predikacije. Taj iskaz je beskoristan u objašnjavanju i predviđanju nečega što nije uključeno u njegovo svjedocanstvo, pa mu se zbog toga ne daje status zakona prirode.

4) Kada je riječ o iskazima koje obično nazivamo zakonima, potrebno je da još nešto zapazimo, iako je teško, u ovom slučaju, iskazati nešto kao "zahtjev" koji iskazi slični zakonu moraju uvijek zadovoljavati. To se odnosi na mjesto koje zakoni imaju u našem znanju i na kognitivni odnos koji često prema njima pokazujemo.

Svjedocanstvo na osnovu kojeg se jedan iskaz L naziva zakonom može se podijeliti na "neposredno" i "posredno". (a) To može biti "neposredno" svjedocanstvo, u uobičajenom smislu, i ono se sastoji od slučajeva koji pripadaju području predikacije iskaza L , pri čemu svi ispitani slučajevi imaju osobinu koju L prediše. Na primjer, neposredno svjedocanstvo za zakon da se bakar širi kada se zagrije dobiva se mjerenjem dužine bakarne žice koja je bila zagrijevana. (b) Svjedocanstvo za L može biti "posredno" u dva smisla. Može se desiti da se L može zajedno s drugim zakonima L_1 i L_2 itd. izvesti iz nekog općeg zakona (ili više njih) M , tako da se neposredno svjedocanstvo koje ide u prilog ovim drugim zakonima smatra (posrednim) svjedocanstvom za L . Na primjer, zakon da je trajanje jedne oscilacije klatna proporcionalno kvadratnom korijenu njegove dužine i zakona da je rastojanje koje pređe tijelo u slobodnom padu proporcionalno kvadratu vremena mogu se zajedno izvesti iz pretpostavki Newtonove mehanike. Obično će se potvrdno neposredno svjedocanstvo za prvi od ovih zakona smatrati potvrdnim svjedocanstvom, iako samo "posrednim" potvrdnim svjedocanstvom za drugi zakon. Međutim, svjedocanstvo za L može biti "posredno" u nešto drukcijem smislu, tako da se L može spojiti s različitim posebnim pretpostavkama kako bi se dobili drugi zakoni, od kojih svaki ima posebno područje predikacije, a neposredno svjedocanstvo za ove izvedene zakone smatra se "posrednim" svjedocanstvom za L . Na primjer, kada se Newtonovi zakoni kretanja spoje s različitim posebnim pretpostavkama, onda se iz njih mogu deducirati Keplerovi zakoni, zakoni kretanja klatna, zakon slobodnog pada i zakoni o oblicima masa koje rotiraju. Prema tome, neposredno svjedocanstvo za ove izvedene zakone služi kao posredno svjedocanstvo za Newtonove zakone.

Pretpostavimo da je dio svjedocanstva za L neposredan, ali da također postoji znatno posredno svjedocanstvo za L (u bilo kom smislu riječi "posredno"). Pretpostavimo također da smo naišli na neke ocigledne izuzetke od L . pa ipak, mi ćemo vrlo nerado

12 Hans Reichenbach, *Nomological Statements and Admissible Operations*, Amsterdam, 1954, str. 35.

napustiti L usprkos ovim izuzecima, i to bar iz dva razloga: prvo, neposredno i posredno potvrdno svjedocanstvo za L može biti veće nego negativno svjedocanstvo. Drugo, zbog svojih odnosa prema drugim zakonima i prema svjedocanstvu za te zakone, L nije izolirano; njegova sudbina utječe na sudbinu sistema zakona kome L pripada. Shodno tome, odbacivanje L zahtijevalo bi ozbiljnu reorganizaciju izvjesnih dijelova našeg znanja. Međutim, takva reorganizacija može biti neizvodljiva zato što trenutno nemamo podesnu zamjenu za sistem koji je do sada bio adekvatan, a osim toga takva reorganizacija možda se može izbjeći ponovnim interpretiranjem očiglednih izuzetaka od L , tako da se poslije toga ovi ne moraju shvatiti kao “pravi” izuzeci. U svakom slučaju, i L i sistem kojem on pripada mogu se “spasti” usprkos očiglednom negativnom svjedocanstvu za L . Ovaj slučaj može se ilustrirati primjerom kada prividno opovrgavanje zakona dolazi kao rezultat nebrižljivog promatranja ili nestručno izvedenog eksperimenta. Ono se također može ilustrirati i značajnijim primjerima. Zakon (ili princip) održanja energije bio je ozbiljno doveden u sumnju eksperimentima sa slabljenjem beta zracima čiji se rezultat ne može opovrgavati. Pa ipak, taj zakon nije napušten, a da bi se zakon uskladio s novim eksperimentalnim podacima, bilo je pretpostavljeno postojanje jedne nove vrste entiteta (nazvane “neutrino”). Racionalno jezgro ove pretpostavke jeste u tome što bi odbacivanje zakona održanja lišilo veliki dio našeg znanja u fizici njegove sistematske dosljednosti. S druge strane, zakon (ili princip) održanja pariteta u kvantnoj fizici (koji tvrdi, na primjer, da u izvjesnim vrstama interakcije atomska jezgra usmjerena u jednom pravcu emitiraju beta čestice istog intenziteta kao što to čine jezgra usmjerena u suprotnom pravcu) nedavno je bio odbacen, mada je na prvi pogled relativno malo eksperimenata pokazivalo da taj zakon ne važi i općem slučaju. Razlicitost sudbina zakona energije i zakona pariteta pokazuje razlicita mjesta koja ove pretpostavke imaju u danom trenutku u sistemu fizike; kada bismo napustili prvu pretpostavku, nastao bi veći intelektualni kaos nego što se to desilo napuštanjem druge pretpostavke.

Uopćeno receno, mi smo obično sasvim spremni da napustimo neki zakon za koji je svjedocanstvo isključivo neposredno čim otkrijemo *prima facie* izuzetke. Zaista, mi često nismo spremni da jedan univerzalni kondicionalni iskaz L nazovemo “zakonom prirode”, usprkos činjenici da on zadovoljava različite uvjete o kojima smo već raspravljali, ako za njega imamo samo neposredno svjedocanstvo. Odbijanje da takav iskaz L nazovemo “zakonom” utoliko je vjerojatnije ukoliko, pretpostavljajući da L ima oblik »Svi A su B «, postoji klasa stvari C koje nisu A , ali koje liče na stvari koje jesu A u izvjesnom pogledu koji nam izgleda “znacajan”, tako da iako neki članovi C imaju osobinu B , B ne odlikuje uvijek članove klase C . Na primjer, iako sve raspoloživo svjedocanstvo potvrđuje univerzalni iskaz da su sve vrane crne, izgleda da ne postoji posredno svjedocanstvo za taj iskaz. Pa ipak, čak i kada se taj iskaz prihvati kao “zakon”, oni koji to čine vjerojatno ne bi oklijevali da ga odbace i da ga više ne smatraju zakonom kada bi se otkrila ptica koja je očigledno vrana ali ima bijelo perje. Štoviše, zna se da boja perje predstavlja promjenljivu odliku ptica i da su otkrivene vrste ptica koje su po biološki važnim osobinama slične vranama ali nemaju sasvim crno perje. Prema tome buduci da ne znamo zakone pomoću kojih bi se objasnila crna boja vrana i buduci da nemamo sveobuhvatno i raznoliko posredno svjedocanstvo za tvrdnje da su sve vrane crne, naš odnos prema tom iskazu je manje odlučan nego prema iskazima koje nazivamo zakonima za koje takvo posredno svjedocanstvo postoji.

Ove razlike u našoj spremnosti da napustimo univerzalni kondicionalni iskaz kada imamo očigledno suprotno svjedocanstvo ponekad se ogleda u načinu na koji upotrebljavamo zakone u znanstvenom zaključivanju. Mi smo do sada pretpostavljali da se zakoni upotrebljavaju kao premise *iz kojih* se izvode posljedice u skladu s pravilima formalne logike. Ali kada se smatra da je jedan zakon potvrđen i kada on zauzima čvrsto

mjesto u sistemu našeg znanja, taj zakon se može primjenjivati kao empirijski princip *u skladu s kojim* se izvode zaključci. Ova razlika između premisa i pravila zaključivanja može se ilustrirati primjerima iz elementarnog silogističkog rasuđivanja. Zaključak da je dani komad žice *a* dobar provodnik električne struje može se izvesti iz dvije premise: da je *a* bakar i da je bakar dobar provodnik električne struje, u skladu s pravilom formalne logike koje je poznato kao *dictum de omni*. Međutim, isti zaključak može se dobiti i iz jedne premise da je *a* bakar ako prihvatimo kao princip zaključivanja pravilo da iskaz oblika »*x* je dobar provodnik električne struje« *može da se izvede iz iskaza oblika »x je bakar«.*

Na prvi pogled, ova razlika je samo tehničke prirode. S čisto formalnog stanovišta, uvijek se može otkloniti univerzalna premissa *a* da to ne obesnaži deduktivni argument, pod pretpostavkom da tu premisu zamijenimo podesnim pravilom zaključivanja. Pa ipak, ovaj tehnički postupak obično se koristi u praksi samo kada univerzalna premissa ima status zakona koji nismo spremni da napustimo samo zato što slučajno postoje očigledni izuzeci od tog zakona. Jer, kada takvu premisu zamijenimo pravilom zaključivanja, postoji mogućnost da promijenimo značenje nekih termina koji se javljaju u premisi, tako da se njen empirijski sadržaj postepeno pretjece u novo značenje tih termina. Tako se u gornjem primjeru pretpostavlja da iskaz kako je bakar dobar provodnik predstavlja iskaz o činjenici u tom smislu što dobra provodljivost nije osobina kojom bismo definirali ono što bakar treba da bude, pa je zato potrebno empirijsko svjedocanstvo da bi se utvrdila istinitost tog iskaza. S druge strane, kada se takav iskaz zamijeni pravilom zaključivanja, provodljivost elektriciteta postaje manje ili više "bitna" osobina bakra, tako da se na kraju ništa neće smatrati bakrom ako nije dobar provodnik električne struje. Kao što smo već primijetili, ova tendencija nam pomaže da objasnimo gledište prema kojem pravi zakoni izražavaju odnose logičke nužnosti. U svakom slučaju, kada ova tendencija dođe do punog izražaja, otkriva materije koja loše sprovodi električnu struju i koja je u drugom pogledu slična bakru, zahtijevalo bi ponovo klasificiranje materija i odgovarajuću reviziju značenja koja su povezana s terminima kao što je "bakar". Zbog toga mijenjanje očigledno empirijskog zakona u pravilo zaključivanja nastaje obično samo kada se pretpostavlja da je istinitost zakona dobro utvrđena tako da je potrebno ogromno svjedocanstvo koje bi ga uzdrimalo. Prema tome, iako nije potrebno da budemo skloni da ponovo interpretiramo očigledno negativno svjedocanstvo kada bismo jedan univerzalni kondicionalni iskaz nazivali zakonom i kako bismo ga sacuvali kao sastavni dio našeg znanja, mnogi iskazi smatraju se zakonima djelomično zato što prema njima imamo upravo takav stav.

Postoji četiri vrste razmatranja koje izgledaju relevantne za klasificiranje iskaza kao zakona prirode: (1) sintaktička razmatranja koja se odnose na oblik iskaza sličnih zakonima; (2) razmatranja koja se odnose na logičke odnose između iskaza u jednom sustavu objašnjenja; (3) razmatranja o funkcijama iskaza sličnih zakonima u znanstvenom istraživanju i (4) razmatranja o kognitivnim odnosima prema jednom iskazu s obzirom na prirodu raspoloživog svjedocanstva. Ova se razmatranja djelomično prožimaju budući da, na primjer, logičko mjesto jednog iskaza u nekom sustavu ovisi od uloge tog iskaza koju on ima u istraživanju, kao i od vrste svjedocanstva koje se za njega može naći. Što više, ne tvrdimo da su uvjeti koji su spomenuti u ovom razmatranju dovoljni (ili možda u nekim slučajevima čak i nužni) da bi se ti iskazi smatrali "zakonima prirode". Nesumnjivo je da možemo konstruirati iskaze koji zadovoljavaju ove uvjete ali koji se obično ne bi smatrali zakonima, baš kao što postoje iskazi koje nazivamo zakonima ali koje ne zadovoljavaju jedan ili više ovih uvjeta. To je neizbježno iz razloga koje smo već spomenuli, budući da nije moguće precizno odrediti značenje termina "zakon prirode" koje bi bilo u skladu sa svakom upotrebom ovog neodređenog izraza. Pa ipak, iskazi koji zadovoljavaju ove uvjete izgleda da ne podliježu primjedbama koje postavljaju kritičari Humeove analize nomicke

univerzalnosti. Ovo tvrđenje zahtijeva obrazloženje, a nešto se također mora reci i o srodnom pitanju o logickom statusu protiv cinjenicnih kondicionalnih iskaza.

1. Možda je argument da *de facto* univerzalni iskazi ne mogu potvrđivati irealne kondicionalne iskaze najupečatljivija rasprostranjena kritika Humeove analize nomicke univerzalnosti. Pretpostavimo da znamo da nikada nije postojala vrana koja nije bila crna, da sada nema vrane koja nije crna i da nikad neće biti vrane koja neće biti crna. Na taj način imamo pravo da tvrdimo kao istinit neograničeni akcidentalni univerzalni iskaz S : »Sve vrane su crne«. Međutim, neki autori su tvrdili da S ne izražava ono što bismo obično nazvali zakonom prirode. Pretpostavimo činjenicu da ni jedna vrana nije nikada živjela niti će živjeti u polarnim predjelima. Ali pretpostavimo dalje, da ne znamo dali život u polarnim predjelima utiče na boju vrana, tako da postoji mogućnost da potomstvo nekih vrana koje bi mogle odletjeti u takve predjele ima bijelo perje. Prema tome, iako je S istinito, ta istinitost može biti samo posljedica "povijesne slučajnosti" da ni jedna vrana ne živi u polarnim predjelima. Zbog toga akcidentalni univerzalni iskaz S ne potvrđuje irealni kondicionalni iskaz da kada bi stanovnici polarnih predjela bili vrane oni bi bili crni, a pošto jedan zakon prirode mora, po pretpostavci, da potvrđuje takve kondicionalne iskaze, S se ne može smatrati zakonom. Ukratko, neograničena univerzalnost ne objašnjava što podrazumijevamo po nomickom univerzalnošću.

Ali, iako ovo može biti točno, ne slijedi da S nije zakon prirode zato što ne izražava nesvodljivu nomicnu nužnost. Jer usprkos činjenici da se pretpostavlja istinitost iskaza S , iskazu S se može poricati status zakona bar iz dva razloga od kojih se ni jedan ne odnosi na pitanje o takvoj nužnosti. Prvo, svjedocanstvo za S može se poklapati s područjem predikacije iskaza S , tako da nitko tko to svjedocanstvo poznaje ne može primijeniti S na način koji se primjenjuje zakoni. Drugo, iako svjedocanstvo za S može biti po pretpostavci logički dovoljno da utvrdi S kao istinito, to svjedocanstvo može biti isključivo neposredno svjedocanstvo, a neko može odbiti da S smatra zakonom na osnovu toga što se samo oni iskazi mogu nazvati zakonom za koje postoji posebno svjedocanstvo (takvi iskazi moraju imati određeno logičko mjesto u sustavu našeg znanja).

Sve u svemu, kritika o kojoj raspravljamo ne umanjuje značaj Humeove analize nomicke univerzalnosti. Ova kritika nedovoljno objašnjava važnu činjenicu da se neki iskaz obično smatra zakonom prirode zato što taj iskaz zauzima određeno mjesto u sustavu objašnjenja u nekom području našeg znanja i zbog toga što taj iskaz potvrđuje svjedocanstvo koja sa svoje strane zadovoljavaju izvjesne specifične uvjete.

2. Kada donosimo planove za budućnost ili kada razmišljamo o prošlosti, mi često razmišljamo praveći pretpostavke koje su protivne poznatim činjenicama. Rezultate naših razmišljanja tada često iskazujemo protućinjenicnim kondicionalnim iskazima koji imaju oblik »Kada bi a bilo P , onda bi b bilo Q « ili »Da je a bilo P , onda bi b bilo Q «. Na primjer, fizičar koji opisuje jedan eksperiment može u svojim proračunima tvrditi protućinjenicni iskaz C : »Kada bi se duljina klatna a skratila na jednu četvrtinu sadašnje duljine, trajanje jednog titraja bi se skratilo za polovicu«. Slično tome, možemo zamisliti fizičara koji, pokušavajući da objasni neuspjeh u nekom prethodnom eksperimentu, tvrdi protućinjenicni iskaz B : »Da se duljina klatna a skratila na četvrtinu njegove stvarne duljine, trajanja jednog titraja bilo bi iznosilo polovicu stvarnog trajanja jednog titraja«. U oba kondicionalna iskaza i antecedens i konsekvens opisuju pretpostavke za koje se zna da su lažne.

Ono što se naziva "problem proturječnih iskaza" jeste problem eksplicitnog istraživanja logičke strukture takvih iskaza i problem analize razloga na osnovu kojih se može utvrditi njihova istinitost i lažnost. Ovaj problem je usko povezan s problemom objašnjavanja pojma nomicke univerzalnosti. Protućinjenicni iskaz se ne može na neposredan način prevesti u konjunkciju indikativnih rečenica uz upotrebu isključivu

uobicajenih nemodalnih iskaznih veza formalne logike. Na primjer, proturjecni iskaz B prešutno tvrdi da se duljina klatna a , u stvari, nije skratila na četvrtinu njegove stvarne duljine. Međutim, B se ne može prevesti iskazom: »Duljina a nije se skratila na četvrtinu iako se duljina a skratila na jednu četvrtinu stvarne duljine, onda je trajanje jednog titraja iznosilo polovicu stvarnog trajanja titraja.« Ovaj predloženi prijevod nije zadovoljavajući zato što na osnovu pravila formalne logike slijedi da ako se duljina klatna a skratilo na četvrtinu njegove stvarne duljine, trajanje jednog titraja *nije* iznosilo polovicu stvarnog trajanja jednog titraja budući da je antecedens indikativnog kondicionalnog iskaza lažan – slijedi dakle zaključak koji sigurno ne bi prihvatio nitko tko tvrdi B . Prema tome, kritičari Humeove analize nomicke univerzalnosti tvrdili su da se poseban tip ne-logicke nužnosti sadrži ne samo u univerzalnim iskazima koji su zakoni već i u protucinjenicnim kondicionalnim iskazima.

Sadržaj prtoucinenicnih iskaza ipak se može objasniti na prihvatljiv način bez pribjegavanja nerasčlanjivim modalnim pojmovima. Ono što fizičar kaže kada tvrdi B , može se prevesti na jasniji, iako na zaobilazni način, ovako: Iskaz »Trajanje jednog titraja klatna a iznosilo je polovicu stvarnog trajanja oscilacije« *logički slijedi* iz pretpostavke »Duljina a iznosila je četvrtinu sadašnje duljine«, kada se ova pretpostavka spoji sa zakonom da je trajanje jednog titraja običnog klatna proporcionalno drugom korijenu njegove duljine, kao i sa izvjesnim brojem drugih pretpostavki o početnim uvjetima za primjenu zakona (npr. da je a klatno, da je zanemariv otpor zraka). Štoviše iako su i pretpostavka i iskaz koji je iz te pretpostavke izveden pomoću spomenutih pretpostavki vjerojatno lažni, njihova neistinitost nije sadržana u premisama ove dedukcije. Prema tome, iz tih premisa ne slijedi da ako je duljina klatna a iznosila četvrtinu njegove sadašnje duljine, onda je trajanje jednog titraja klatna a iznosilo polovinu sadašnjeg trajanja. Ukratko, protucinjenicni iskaz B tvrdi se u nekom kontekstu hipoteza i posebnih pretpostavki, i kada smo ovih pretpostavki svjesni, uvođenje modalnih kategorija, pored onih koje postoje u formalnoj logici, sasvim je proizvoljno. Uopće uzevši, protucinjenicni iskaz može se interpretirati kao implicitni *metajezični* iskaz (tj. iskaz o *drugim* iskazima, a narocito o logičkim odnosima između tih drugih iskaza) koji tvrdi da indikativni oblik njegovog konsekvensa logički slijedi iz indikativnog oblika njegovog antedecensa kada se ovaj drugi spoji s nekim zakonom i potrebnim početnim uvjetima za primjenu toga zakona.

Shodno tome, rasprave o tome da li je dani protucinjenicni iskaz istinit mogu se riješiti samo kada se ekspliciraju hipoteze i pretpostavke na kojima se on zasniva. Ovakav iskaz je nesumnjivo istinit na osnovu jednog skupa takvih premisa može biti lažan na osnovu drugog skupa i može imati neodređenu istinitost na osnovu trećeg skupa. Tako, na primjer, fizičar bi mogao da odbaci B u korist protucinjenicnog iskaza »Da se duljina klatna a skratila na četvrtinu njegove sadašnje duljine, trajanje jednog titraja a bilo bi iznosilo znatno više od polovice njegovog sadašnjeg trajanja«. On bi mogao da opravda svoj postupak kada bi, na primjer, pretpostavio da je luk vibracije skraćenog klatna već i od 60? i kada bi također pretpostavio izmijenjeni oblik zakona o trajanju titraja koji smo ni naveli (koji se odnosi samo na klatna sa sasvim malim lukom klacenja). Opet, jedan početnik u izvođenju eksperimenta može da tvrdi kako je B istinito, iako između ostalog pretpostavlja ne samo da kružni teg klatna ima promjer od tri inča nego također da kutija u kojoj se klatno nalazi ima sa donje strane otvor koji je za dlaku širi od tri inča, tako da bi se teg skraćenog klatna nalazi baš u tom okviru. Međutim, očigledno je da je sada B lažno zato što se pod ovim pretpostavkama skraćeno klatno uopće ne klata.

Različite pretpostavke pod kojima se tvrdi jedan protucinjenicni iskaz nisu izražene samim protucinjenicnim iskazom. Procjenjivanje valjanosti tih iskaza može zbog toga biti veoma teško – ponekad zato što ne znamo pretpostavke pod kojima se on tvrdi ili zbog toga što nam nije jasno kakve su naše prešutne pretpostavke, a ponekad prosto zato što nismo

sposobni da procijenimo logicki smisao tih pretpostavki čak i kada su one eksplicitne. Na takve teškoce često nailazimo narocito kada je rijeci o protucinjenicnim iskazima koji se tvrde u svakodnevnom životu ili čak u povijesnim spisima. Razmotrimo, na primjer, takav jedan iskaz »da versajski ugovor nije Njemačkoj nametnuo velike ratne odštete, Hitler ne bi došao na vlast«. Ovo je bilo kontroverzno tvrđenje ne samo zato što su ucesnici u raspravi o tom pitanju prihvatili razlicite eksplicitne pretpostavke, već zato što se dobar dio rasprave vodio na osnovu implicitnih premisa koje nitko nije potpuno objasnio. U svakom slucaju, ne može se navesti opća formula koji bi propisivala što se mora ukljuciti u pretpostavke na kojima se jedan ovakav tip iskaza zasniva. Pokušaji da se nade takva formula bili su uvijek bez uspjeha, a oni koji vide problem ovakvih iskaza u pronalaženju takve formule osuđeni su da se uhvate u koštac s jednim nerješivim problemom.

Na kraju ovog dijela obratimo pozornost na još jednu bitnu temu a to su uzročni zakoni. Bilo bi nezahvalan i nekoristan pokušaj da čak i djelomicno navedemo sva znacenja koja su se pripisivala rijeci “uzrok” – znacenja koja su se mijenjala od antickih pravnickih asocijacija ove rijeci preko popularnog shvacanja uzroka kao eficientnih cinilaca do razradenih modernih pojmova uzroka kao nepromjenljive funkcionalne ovisnosti. Cinjenica što je ovaj termin ima ovako širok spektar upotreba odmah otklanja mogućnost da postoji samo jedno ispravno i povlašteno objašnjenje ovog pojma. Pa ipak, i moguće je i korisno ako se odredi neko znacenje ove rijeci u mnogim područjima znanosti kao i u obicnom govoru, sa ciljem da se na osnovu toga dode do grube klasifikacije zakona koji služe kao premise u objašnjenjima. S druge strane, bila bi pogrešna pretpostavka da zbog toga što u jednom smislu ove rijeci pojam uzroka ima važnu ulogu u nekom području istraživanja, taj pojam je neophodan u svim drugim područjima – baš kao što bi bila pogrešna tvrdnja da taj pojam, zato što je nekoristan u nekim granama znanosti, ne može imati opravdanu ulogu u drugim vrstama znanstvenog istraživanja.

Smisao rijeci “uzrok” koji želimo da odredimo može se ilustrirati sljedećim primjerom. Električna iskra polazi kroz mješavinu vodika i kisika; eksplozija koja poslije toga slijedi pracenjena je išcezavanjem ovih gasova i kondenzacijom vodene pare. Išcezavanje ovih gasova i stvaranje vode u ovom eksperimentu obicno se smatra efektom koji je prouzrokovan iskrom. Štoviše, generalizacija zasnovana ovakvim eksperimentima (npr. »Kad god iskra prode kroz mješavinu vodika i kisika, gasovi išcezavaju i stvara se voda«) naziva se “uzrocnim zakonom”.

Za ovaj zakon se kaže da je uzročni zakon ocigledno zato što odnos spomenutih događaja, čije postojanje on tvrdi, vjerojatno zadovoljava četiri uvjeta. Prvo, taj odnos je nepromjenljiv i uniforman u tom smislu što kad god se pretpostavljeni uzrok desi, dešava se i pretpostavljeni efekt. Postoji prešutna pretpostavka da uzrok predstavlja i nužan i dovoljan uvjet za nastanak efekta. U stvari, većina recenica koje tvrde uzročni odnos i koje iskazujemo u svakodnevnom životu, kao i većina uzrocnih zakona koji se često spominju, ne izražavaju dovoljne uvjete za nastanak efekta. Tako, na primjer, često kažemo da je paljenje šibice uzrok plamenu i pri tome prešutno pretpostavljamo druge uvjete bez kojih se efekt ne bi desio (npr. prisustvo kisika, suho palidrvce). Događaj koji se uzima kao uzrok obicno je događaj koji upotpunjuje skup dovoljnih uvjeta za nastanak efekta i taj se događaj iz razlicitih razloga smatra “važnim”. Drugo, uzročni odnos postoji između događaja koji se prostorno dodiruju, u onom smislu u kome se i iskra i pojavljivanje vode dešavaju u približnom istom prostoru. Shodno tome, kada se tvrdi da su prostorno udaljeni događaji uzročno povezani, prešutno se pretpostavlja da su ovi događaji samo karike u lancu uzroka i efekta, pri čemu se događaji koji ih povezuju prostorno dodiruju. Treće, u uzrocnom odnosu postoji vremenska sukcesija u tom smislu što događaj koji je uzrok prethodi efektu i “nastavlja se” efektom. Shodno tome, kada se za događaje koji su odvojeni vremenskim intervalom kaže da su uzročno povezani, onda se također podrazumijeva da su oni

medusobno povezani nizom uzastopnih i uzročno povezanih događaja. Konacno, odnos uzročnosti je asimetričan u onom smislu u kome je prolazak iskre kroz smjesu gasova uzrok njihovog pretvaranja u vodu, ali stvaranje vode nije uzrok prolaska iskra.

Ideje pomoću kojih se opisuju pojam uzroka često se kritizira zbog neodređenosti. Stavljene su primjedbe naročito na zdravorazumska shvaćanja o kontinuitetu prostora i vremena zato što ona predstavljaju izvor nejasnoca. Štoviše, nesumnjivo je točno da je u nekim razvijenim znanostima, kao što je matematička fizika, ovaj pojam sasvim suvišan. Sporno je čak da li su četiri navedena uvjeta stvarno zadovoljena u ilustracijama koje se navode za pojam uzroka (kao što je naš primjer) kada se ove ilustracije analiziraju pomoću pojmova modernih teorija fizike. Pa ipak, ma koliko ovaj pojam uzroka bio neadekvatan u teorijskoj fizici, on i dalje igra izvjesnu ulogu u mnogim drugim granama istraživanja. To je pojam koji je čvrsto ukorijenjen u jeziku koji upotrebljavamo, čak i kada apstraktne teorije fizike primjenjujemo u laboratoriji ili kada obavljamo praktične poslove da bismo dobili različite rezultate korištenjem odgovarajućih sredstava. Zaista, zato što izvjesne stvari možemo koristiti kako bismo dobili druge stvari, ali ne obratno, uzročni jezik predstavlja legitiman i podesan način opisivanja odnosa između mnogih događaja.

S druge strane, nisu svi zakoni prirode uzročni u navedenom smislu ove riječi. To će biti očigledno poslije kratkog pregleda vrsta zakona koji se upotrebljavaju kao premise objašnjenja u različitim znanostima.

1. Kao što smo već spomenuli, osnovna vrsta zakona prisutna je u pretpostavci da postoje “prirodne vrste” ili “supstancije”. Pod “određujućim” svojstvom podrazumijevat ćemo svojstvo što je boja ili gustota, koje ima izvjestan broj specifičnih ili “određenih” oblika. Na primjer, među određenim oblicima određujuće boje nalaze se crveno, plavo, zeleno, žuto itd.; među određenim oblicima određujuće gustoće nalazi se gustota veličine 0,06 (mjereno na neki uobičajeni način), gustota veličine 2, gustota veličine 12 itd. na taj način, određeni oblici nekog danog određujućeg svojstva čine “porodicu” svojstava tako što svaki pojedinačni objekt kome se sa smislom može prediciirati određujuće svojstvo mora na logički nužan način da ima jedan i samo jedan oblik određujućeg svojstva.¹³ Zakon ove vrste (npr. »Postoji materija kamena soli«) tvrdi da postoje objekti različite vrste tako da se svaki objekt dane vrste odlikuje određenim oblikom iz jednog skupa određujućih svojstava i tako da se objekti koji pripadaju različitim vrstama razlikuju međusobno bar u jednom određenom obliku jednog zajedničkog određujućeg svojstva (obično u više takvih oblika). Na primjer, reci da je dani objekt *a* kamena soli, znaci reci da postoji skup određujućih svojstava (kristalna struktura, boja, točka topljenja, tvrdoća itd.), tako da pod uobičajenim uvjetima *a* ima određeni oblik svakog od tih određujućih svojstava (*a* ima kockaste kristale, bezbojan je, ima gustocu 2.163, točku topljenja 804°C, stupanj tvrdoće 2 po Mohsovoj skali itd.). Štoviše, *a* se razlikuje od objekta koji pripada drugoj vrsti, na primjer od talka, bar po jednom obliku (u stvari u velikom broju oblika) ovih određujućih svojstava. Shodno tome, zakoni ove vrste tvrde da postoji stalno zajedničko javljanje određenih osobina u svakom objektu koji pripada izvjesnoj vrsti. Jasno je da zakoni ove vrste nisu uzročni zakoni – oni, na primjer, ne tvrde da gustota kamena soli prethodi (ili slijedi) stupanj njene tvrdoće.

2. Druga vrsta zakona tvrdi nepromjenljivi poredak u zavisnosti između događaja ili svojstva. Ovdje možemo razlikovati dvije podvrste. Jedna od ovih podvrsta predstavlja klasu uzročnih zakona kao što je zakon o efektu iskre usmjesi vodika i kisika ili kao što je zakon da kamenje bacenu u vodu proizvodi niz koncentričnih valova koji se šire. Druga podvrsta predstavlja klasu “razvojnih” (ili “povijesnih”) zakona, kao što je zakon

¹³ Za ovu terminologiju vidjeti W. E. Johnson, *Logic*, sv. 1, Cambridge, England, 1921, Poglavlje 11; i Rudolf Carnap, *Logical Foundations of Probability*, Chicago, 1950, sv. 1, str. 75.

»Formiranje pluća u ljudskom embrionu nikada ne prethodi formiranju krvotoka« ili zakon »Poslije uzimanja alkohola uvijek dolazi do širenja krvnih sudova«. Obje podvrste su ceste u područjima istraživanja gdje kvantitativne metode nisu u većoj mjeri primjenjive, mada, kao što to primjeri pokazuju, takvi zakoni mogu da se nađu i u ovim područjima. Zakoni razvoja imaju oblik »Ako x ima osobinu P , u trenutku t , onda x ima osobinu Q u trenutku t' , koji je kasniji od trenutka t «. Oni se obično ne smatraju uzročnim zakonima, očigledno iz dva razloga. Prvo, mada zakoni razvoja mogu izražavati neki nužan uvjet za nastanak izvjesnog događaja (ili kompleksa događaja), oni ne izražavaju dovoljne uvjete. U stvari, mi obično na krajnje neodređen način znamo kakvi su ti dovoljni uvjeti. Drugo, zakoni opće uzevši, izražavaju odnose u redoslijedu događaja koji su međusobno odvojeni vremenskim intervalom. Shodno tome, ponekad se smatra da takvi zakoni predstavljaju samo nepotpunu analizu činjenica, i to na osnovu toga što poslije ranijeg događaja neki faktor može utjecati tako da se kasniji događaj ne desi, pa redoslijed između događaja ne izgleda da je nepromjenljiv. Pa ipak, ma kakva bila ograničenja u važenju zakona razvoja, i ma kako bilo poželjno da se oni mogu zamijeniti zakonima druge vrste, i uzročni zakoni i zakoni razvoja veoma se široko primjenjuju u sistemima objašnjenja suvremene znanosti.

3. Treća vrsta zakona koja je zajednička biološkim i društvenim znanostima kao i fizici tvrdi nepromjenljive statističke odnose između događaja ili svojstava (to se naziva odnosima vjerojatnosti). Evo primjera jednog takvog zakona: »Ako se geometrijski i fizički simetrična kocka baca više puta, vjerojatnost (ili relativna učestalost) da će se na toj kocki pojaviti određena strana okrenuta na gore iznosi $1/6$ «. Druge primjere smo već ranije spominjali. Statistički zakoni ne tvrde da je dešavanje *stalno* prateći dešavanje nekog drugog događaja. Oni samo tvrde da je u dovoljno dugom nizu pokušaja pojavljivanje jednog događaja prateći pojavljivanje nekog drugog događaja uz *stalnu relativnu učestalost*. Takvi zakoni očigledno nisu uzročni iako spojeni s kauzalnim objašnjenjem činjenica o kojima govore. U stvari, spomenuti statistički zakon o ponašanju kocke može se deducirati iz zakona za koje se ponekad kaže da su uzročni, ukoliko se prihvate podesne pretpostavke o statističkoj distribuciji početnih uvjeta na koje se ovi uzročni zakoni primjenjuju. S druge strane, postoje statistički zakoni čak i u fizici za koje bar za sada nisu poznata uzročna objašnjenja. Štoviše, čak i ako pretpostavimo da su "u principu" svi statistički zakoni posljedice nekog postojećeg "uzrocnog poretka", postoje područja istraživanja – u fizici i u biološkim i društvenim znanostima – u kojima se praktično ne može doći do objašnjenja mnogih pojava pomoću strogo univerzalnih uzročnih zakona. Razumna je pretpostavka da ma koliko se naše znanje moglo povećavati, statistički zakoni će se i dalje koristiti kao neposredne premise u objašnjenju predviđanju mnogih pojava.

4. Četvrta vrsta zakona, koja odlikuje modernu fiziku, tvrdi postojanje odnosa funkcionalne zavisnosti (u matematičkom smislu riječi "funkcija") između dvije ili više promjenljivih veličina koje su povezane s osobinama ili procesima o kojima se govori. Ovdje možemo razlikovati dvije podvrste:

a. Prvo, postoje numerički zakoni koji izražavaju uzajamnu zavisnost između veličina, tako da promjena jedne od njih biva prateći promjenama u drugim veličinama. Primjer takvog zakona je Boyle-Charles zakon za idealne plinove da je $pV = aT$, gdje je p tlak plina, V njegova zapremina, T njegova apsolutna temperatura i a konstanta koja zavisi od mase i prirode promatranog plina. Ovo nije uzročni zakon. On, na primjer, ne tvrdi da promjenu temperature prati (ili da joj prethodi) neka promjena zapremine ili tlaka; on samo tvrdi da se promjena u T dešava istovremeno s promjenama u p ili V , ili i u jednom i u drugom. Prema tome, odnos koji ovaj zakon izražava moramo razlikovati od redoslijeda između događaja koji se mogu desiti kada se ovaj zakon ispituje ili primjenjuje u predviđanjima. Na primjer, provjeravajući ovaj zakon u laboratoriji, neko može smanjiti zapreminu nekog idealnog plina tako da njegova temperatura ostane nepromijenjena a

zatim da utvrdi kako se njegov tlak povećava. Ali, ovaj zakon ne kaže ništa o redoslijedu u kome se ove veličine mogu mijenjati, niti o vremenskom nizu u kome se spomenute mogu opaziti. Zakoni ove podvrste ipak mogu upotrijebiti i za predviđanje i za objašnjenje. Na primjer, ako se u podesno “izoliranom” sustavu veličine koje se u ovakvom zakonu spominju nalaze u spomenutom odnosu u jednom trenutku, one će biti u tom odnosu u nekom budućem trenutku, čak iako su u međuvremenu te veličine pretrpjele izvjesnu promjenu.

b. Druga podvrsta sastoji se od numerickih zakona koji opisuju na koji se način izvjesna veličina mijenja u vremenu I , uopće uzevši, kako promjena jedne veličine u jedinici vremena utiče na druge veličine (u nekim slučajevima, mada ne uvijek, kako utiče na trajanje nekog procesa). Galilejev zakon slobodnog pada u vakuumu predstavlja ilustraciju takvog zakona. On kaže da je rastojanje d koje pređe tijelo koje slobodno pada jednako $gt^2/2$ gdje je g konstanta a t trajanje pada. Galilejev zakon se može drugačije izraziti ako se kaže da je promjena rastojanja u jedinici vremena za tijelo koje slobodno pada jednaka gt . U ovoj formulaciji je očigledno da je vrijeme promjene jedne veličine povezano s nekim vremenskim intervalom. Drugi primjer zakona koji pripada ovoj podvrsti jeste zakon o brzini tega matematičkog klatna duž putanje njegovog kretanja. Taj zakon kaže da ako je v_0 brzina tega u najnižoj točki njegovog kretanja, ako je h visina klatna iznad horizontalne linije koja prolazi kroz ovu točku i ako je k konstanta, onda u svakoj točki na luku njegove putanje teg ima brzinu v tako da je $v^2 = v_0^2 - kh^2$. Pošto je brzina v promjena rastojanja u jedinici vremena, ovaj zakon kaže da je promjena rastojanja na putanji tega u jedinici vremena izvjesna matematička funkcija njegove brzine u najnižoj točki njegove putanje i njegove visine. U ovom slučaju, trajanje promjene jedne veličine nije dano kao funkcija vremena. Zakoni koji pripadaju ovoj podvrsti često se nazivaju “dinamičkim zakonima” zato što iskazuju strukturu nekog procesa u vremenu i obično se objašnjavaju pomoću pretpostavke da izvjesna “sila” djeluje na sustav koji promatramo. Ovakvi zakoni se ponekad uključuju u uzročne zakone iako u stvari nisu uzročni u specifičnom smislu koji smo ranije u ovom odjeljku odredili. Odnos ovisnosti između promjenljivih koje se u zakonu spominju je simetričan, tako da je stanje sustava u potpunosti određeno i nekim kasnijim i nekim ranijim stanjem. Tako, na primjer, ako znamo brzinu utega, matematičkog klatna u nekom danom trenutku, onda pod pretpostavkom da ne postoji vanjski utjecaj, ovaj zakon nam omogućava da izračunamo njegovu brzinu u svakom drugom trenutku bez obzira da li on ranije ili kasnije u odnosu na dani trenutak.

Ne smatramo da je predložena klasifikacija zakona iscrpna. Međutim, ova klasifikacija pokazuje da nisu svi znanstveni zakoni jedne iste vrste i da se jedno znanstveno objašnjenje često smatra zadovoljavajućim čak i kada zakoni koji su navedeni u premisama nisu “uzročni” niti u jednom uobicaenom smislu.

1.1.5. Eksperimentalni zakoni i teorije

Po svom karakteru znanstvena misao polazi od problema koje nameće promatranje stvari i događaja u običnom iskustvu; njen cilj je da shvati ove opažljive stvari tako što otkriva neki sustavni poredak među njima. Konacna provjera njenih zakona, koji služe kao sredstvo u objašnjavanju i predviđanju, jeste njihovo slaganje s promatranjem. Zaista, mnogi znanstveni zakoni izražavaju odnose između stvari ili odlika stvari za koje se obično kaže da se mogu opažati, bilo našim čulima, bilo pomoću posebnih instrumenata promatranja. Zakon da voda isparava kada se zagrijeva u otvorenoj posudi predstavlja zakon ove vrste; slično je i sa zakonom da se olovo topi na 327°C, kao i sa zakonom da je trajanje titraja matematičkog klatna proporcionalno kvadratnom korijenu njegove duljine.

Medutim, ne pripadaju svi znanstveni zakoni ovoj vrsti. Naprotiv, mnogi zakoni koji se upotrebljavaju u nekim najopćenitijim sustavima objašnjenja u fizici očigledno se ne odnosi na ono što bi se obično smatrali “opažljivim”, čak i kada bi se riječ “opažljivo” upotrebljavalo u nekom širem smislu, kao u primjerima prethodnog odjeljaka. Kada se isparavanje zagrijane vode objašnjava pomoću pretpostavki o molekularnoj strukturi vode, u premisama objašnjenja javljaju se zakoni ove druge vrste. Iako možemo imati valjano svjedocanstvo na osnovu promatranja koje ide u prilog ovim pretpostavkama, ni molekuli niti njihova gibanja ne mogu se opažati u istom smislu u kome se, na primjer, kaže da se temperatura ključale vode ili olova koje se topi može opažati.

Oznacimo ovu *prima facie* razlike između zakona koju smo upravo primijetili na taj način što ćemo zakone prve vrste nazvati “eksperimentalnim zakonima” a zakone druge vrste “teorijskim”. U skladu s ovom terminologijom i su skladu sa razlikom na koju se ona odnosi eksperimentalnim zakonima možemo smatrati zakon da se tlak idealnog plina čija je temperatura konstantna mijenja obrnuto proporcionalno njegovom volumenu, zakon da je težina kisika potrebnog da sa vodikom stvori vodu osam puta veća od težine vodika i zakon da su djeca plavookih roditelja i sama plavooka. S druge strane, skup pretpostavki koje tvrde da se različiti kemijski elementi sastoje od različitih vrsta atoma koji ostaju nedjeljivi u kemijskim transformacijama, kao i skup pretpostavki koji tvrdi da su kromosomi sastavljeni od različitih vrsta gena koji su povezani s nasljednim osobinama organizama smatraju se teorijama.

Ovi termini mogu nas ipak navesti na pogrešne asocijacije. Medutim, ova terminologija je opće prihvaćena u literaturi koja se odnosi na razliku između različitih vrsta zakona, a svakom slučaju bolji termini ne postoje. Dvije kratke primjedbe mogu nam pomoći da izbjegnemo pogrešnu uporabu ovih termina. Kada se jedan iskaz (npr. »Svi kitovi doje svoje mladunce«) određuje kao eksperimentalni zakon, ne treba razumjeti da je taj zakon zasnovan na laboratorijskim eksperimentima ili da za taj zakon za sad ne postoji objašnjenje. Oznaka “eksperimentalni zakon” prosto pokazuje da jedan iskaz koji je tako označen samo izražava izvjestan odnos između stvari (ili osobina stvari) koji se može opažati, u nekom širokom smislu riječi “opažati” koji smo ilustrirali navedenim primjerima, i da se taj zakon može opravdati kontroliranim promatranjem onih stvari koje se u zakonu spominju. Isto tako, kada se skup pretpostavki o molekularnom sustavu tecnosti naziva teorijom, to ne treba razumjeti kao da se tvrdi kako su te pretpostavke potpuno spekulativne i nepotvrđene nekim uvjerljivim svjedocanstvom. Pod tim se prosto podrazumijeva da se u ovim pretpostavkama nalaze termin kao što su “molekula” koji očigledno ne označava ništa opažljivo i da se ove pretpostavke ne mogu potvrditi eksperimentima ili promatranjem stvari na koje se ovakvi termini očigledno odnose. Pa ipak, iako se eksperimentalni zakoni i teorije često razlikuju i mada izgleda da je ta razlika bar u početku prihvatljiva s obzirom na neke primjere koje smo upotrijebili da je ilustriramo, ona izaziva velike teškoće preko kojih ne možemo olako precizirati. Uzimajući u obzir njenu početnu prihvatljivost, dali je ova razlika dobro zasnovana na razlikama koje se jasno mogu uočiti između dvije vrste znanstvenih zakona? Što više, čak i ako se mogu odrediti nesumnjivi razlozi za ovo razlikovanje, da li je ta razlika tako velika kako s ponekad tvrdi, ili je ta razlika samo u stupnju? U svakom slučaju, smatrajući da se teško može poricati da pretpostavke koje nazivamo “teorijama” cine sustav objašnjenja i predviđanja koji su mnogo općenitiji od sustava čije se premise određuju kao “eksperimentalni zakoni”, što je to što odlikuje teorije i što objašnjava ovu razliku?

Objašnjenje razlike između eksperimentalnih zakona i teorija koje smo naveli zasnovano je na tvđenju da zakoni koji pripadaju prvoj vrsti izražavaju odnos između opažljivih, ili eksperimentalno određljivih, osobina nekog predmeta. Prema tome, ova razlika pati od svih poznatih nejasnoca koje prate riječ “opažljiv”. Zaista, postoji jedan

smisao ove rijeci u kome ni jedan od poznatih znanosti ne tvrdi zakone koji izražavaju odnose između opažljivih stvari, baš kao što postoji drugi smisao te rijeci u kome se čak i one pretpostavke koje nazivamo “teorijama” odnose na opažljivo.

Bilo bi svakako pogrešna tvrdnja da znanstveni iskazi koji se obično navode kao tipična ilustracija eksperimentalnih zakona tvrde postojanje odnosa između podataka do kojih se može doći neposredno i bez zaključivanja, pomoću raznih kulnih organa, tj. odnose između tzv. “kulnih podataka” koji se javljaju u epistemološkim raspravama. Čak i kada zanemarimo poznate teškoće oko mogućnosti da nademo “čiste” kulne podatke (tj. podatke do koje se ne može doći zaključivanjem), očigledno je da se kulni podaci u najboljem slučaju javljaju samo na mahove i strukturama koje se mogu opisati samo uz najveće teškoće univerzalnim zakonima. Bilo kako bilo, ni jedan od uobicajenih primjera eksperimentalnih zakona ne odnosi se u stvari na kulne podatke, pošto se u tim zakonima javljaju pojmovi i pretpostavke koje su daleko od svega što je neposredno dano kulima. Razmotrimo, na primjer, eksperimentalni zakon da je brzina zvuka veća u rijetkim nego u gušćim plinovima. Ovaj zakon očigledno pretpostavlja da postoji jedno agregatno stanje materije koje poznato kao “plin” i koje treba razlikovati od drugih agregatnih stanja kao što su tekucina i čvrsto stanje; da plinovi imaju različite gustoće pod određenim uvjetima, tako da je pod specifičnim uvjetima odnos između težine plina i njegovog volumena stalan; da instrumenti kojima mjerimo težinu i volumen, rastojanje i vrijeme pokazuje izvjesne pravilnosti koje se mogu opisati određenim zakonima kao što su zakoni o mehaničkim, toplinskim i optičkim osobinama različitih vrsta materijala itd. Jasno je, dakle, da se u svim značenjima termina koje se javljaju u zakonu pa prema tome i u smislu samog zakona, prešutno pretpostavlja skup drugih zakona. Što više, ove druge pretpostavke postaju očigledne kada razmotrimo što se dešava kada navodimo svjedocanstvo u prilog zakonu. Na primjer, prilikom mjerenja brzine zvuka u danom plinu obično se dobivaju različite numeričke vrijednosti kada se mjerenje ponavlja. Shodno tome, ako brzini treba pripisati određenu numeričku vrijednost, onda se na osnovu ovih različitih brojeva izračunava “prosjeck”, obično u skladu s nekim zakonom o eksperimentalnoj grešci. Ukratko, zakon o brzini zvuka u plinovima ne izražava odnose između neposrednih kulnih podataka. On se odnosi na nešto što se može utvrditi samo postupcima koji sadrže prilično složene nizove zaključaka kao i raznolike opće pretpostavke.

S druge strane, iako su primjeri teorija koji se obično navode iskazi o stvarima koje u nekom očiglednom smislu nisu opažljive, često se mogu odrediti posredno, pomoću zaključaka izvedenih iz eksperimentalnih podataka i u skladu s izvjesnim pravilima, važne osobine onoga što se očigledno ne može neposredno opažati. Imajući, dakle, ovo u vidu, izgleda da se eksperimentalni zakoni i teorije ne razlikuju radikalno u pogledu “opažljivog” statusa onoga na što se odnosi. Na primjer, molekule koje kinetička teorija pretpostavlja kao konstituante plinova zaista nisu opažljivi u onom smislu u kome je opažljiv dio nekog aparata u laboratoriji ili čak jedro žive ćelije kada se promatra kroz mikroskop. Pa ipak, broj molekula u jedinici volumena plina, kao i njihove prosječne brzine i mase mogu se izračunati na osnovu velicina dobivenih eksperimentom. Nije logički besmislena pretpostavka da se možda svi termini neke teorije koja se odnosi na neopažljivo mogu na sličan način povezati s eksperimentalnim podacima. Isto tako, mada alfa čestice, koje suvremena elektronska teorija o strukturi atoma postuliraju, nisu opažljive u onom smislu u kome je u principu opažljiva druga strana mjeseca, njihovi očigledni tragovi u Vilsonovoj komori svakako su vidljivi.

Treba imati u vidu da često rezultati eksperimentalnih promatranja iskazani jezikom koji na prvi pogled pripada nekoj teoriji. Na primjer, eksperimenti sa zracima svjetlosti koji kroz danu sredinu ulaze u neku gušću sredinu pokazuju da se indeks prelamanja mijenja sa izvorom svjetlosti. Zraka koja dolazi iz crvenog dijela sunčevog spektra ima različit indeks

prelamanja od zrake koja dolazi iz ljubicastog dijela spektra. Međutim, eksperimentalni zakon zasnovan na ovakvim eksperimentima ne iskazuje se uvijek pomocu termina opažanja, već pomocu odnosa koji postoji između indeksa prelamanja svjetlosne zrake i njegove valne duljine. Na taj način su ideje valne teorije svjetlosti uključene u iskaz za koji se smatra da je eksperimentalni zakon. Opće uzevši, mnogi iskazi za koje se pretpostavlja da su eksperimentalni zakoni ne samo da pretpostavljaju druge eksperimentalne zakone već očigledno sadrže teorijske hipoteze kao dio svoga značenja.

Iz ovih razloga mnogi znanstvenici koji su se bavili ovim pitanjem zaključili su da termini “eksperimentalni zakon” i “teorija” označavaju zakone koji se bitno međusobno razlikuju, već u najboljem slučaju obilježavaju nešto što predstavlja samo razlike u stupnju. Prema stajalištu ovih znanstvenika, razlika između eksperimentalnih zakona i teorija ima zato sasvim malu metodološku važnost.

Sporno je da li se precizno i uspješno može odrediti značenje riječi “opažljivo”. U onoj mjeri u koje se razlikovanje eksperimentalnih zakona i teorija zasniva na razlici između onoga što je opažljivo i onoga što nije opažljivo, to razlikovanje očigledno nije precizno. U svakom slučaju, ne postoji točni kriterij za razlikovanje eksperimentalnih zakona i teorija i mi nijedan takav kriterij necemo predložiti. Međutim, odatle ne proizlazi da je ovo razlikovanje i nezakonito zato što je neodređeno, baš kao što ne proizlazi da ne postoji razlika između cela i potiljka zbog toga što ne postoji točno povučena crta koja razdvaja ove dvije stvari. Postoji nekoliko upadljivih odlika na osnovu kojih možemo razlikovati one zakone koje cemo i dalje nazivati “eksperimentalni” od drugih općih pretpostavki koje smo označili kao “teorije”. Pokušajmo ispitati ove odlike.

1. Možda najupadljiviju odliku koja eksperimentalne zakone odvaja od teorija predstavlja činjenica što je svaka “deskriptivna” (tj. ne-logicka) konstanta u eksperimentalnom zakonu povezana s bar jednim jasnim postupkom za pripisivanje te konstante nekoj odlici koja se može identificirati u promatranju kada su ispunjeni neki određeni uvjeti, što, opće uzevši, nije slučaj s konstantama koje se javljaju u nekoj teoriji. Postupak povezan s jednim terminom iz eksperimentalnog zakona na taj način utvrđuje jedno određeno, makar i djelomično “značenje” toga termina. Prema tome, eksperimentalni zakon, za razliku od teorijskog iskaza, uvijek posjeduje određeni empirijski sadržaj koji se u principu može uvijek kontrolirati svjedocanstvom dobivenim promatranjem. Prethodno navedeni zakon o brzini zvuka u plinovima jasno ilustrira ovu okolnost. Postoje utvrđeni postupci za određivanje gustoće plina i za mjerenje zvuka u plinovima; ovi postupci određuju značenja koja treba pripisati odgovarajućim terminima u navedenom zakonu. Zbog toga se taj zakon može ispitivati pomocu podataka stecenih u primjeni ovih postupaka.

Shodno tome, svaki deskriptivni termin u nekom eksperimentalnom zakonu L ima značenje koje je utvrđeno jasnim empirijskim ili laboratorijskim postupkom. Štoviše, ako pretpostavimo da L ima pravi empirijski sadržaj (za razliku od iskaz koji ustvari definira neki termin koji se u njemu javlja), postupci koji su povezani s terminima iz L mogu se u općem slučaju primjenjivati a da se L uopće ne spominje. Tako je gustoća nekog plina, kao i brzina zvuka u nekom plinu, može utvrditi pomocu postupaka u kojima se ne primjenjuje zakon o ovisnosti brzine zvuka u plinovima od gustoće plina. Prema tome, mada se operacionalno značenje danog termina P može povećati zbog toga što L tvrdi da se P nalazi u određenim odnosima prema drugim terminima istog zakona, u općem slučaju P ima određeno značenje bez obzira što se P javlja u L i to se značenje može razlikovati od svakog drugog smisla koji taj termin može dobiti zbog toga što se javlja u L . Zato se može naci neposredno svjedocanstvo za neki eksperimentalni zakon (tj. svjedocanstvo koje je zasnovano na ispitivanju slučajeva iz područja predikacije zakona), pod pretpostavkom da teškoće koje proizlaze iz trenutnih ograničenja eksperimentalne tehnologije nisu smetanja.

Cesto se dešava da postoji više jasnih postupaka za primjenjivanje nekog termina iz jednog eksperimentalnog zakona na konkretan objekt. To se obično dešava kada se jedan termin javlja u više eksperimentalnih zakona. Na primjer, termin “elektricna struja” javlja se u najmanje tri različita eksperimentalna zakona koji povezuju elektricnu struju s magnetskim, kemijskim i toplinskim pojavama. Shodno tome, jakost električne struje može se mjeriti otklonom magnetne, količinom nekog elementa kao što je srebro koji se izdvaja iz nekog rastvora u određenom vremenskom periodu ili povećanjem temperature nekog standardnog materijala u danom vremenskom razmaku. Prešutna pretpostavka koja se krije u primjeni ovako različitih postupaka jeste da ovi postupci ne daju međusobno proturječne rezultate. Tako, na primjer, dvije električne struje koje su iste jakosti kada se jčina mjeri jednim postupkom, jednake su jakosti (bar približno) i kada se jakost mjeri drugim postupcima. Štoviše, kada postoji nekoliko ovako jasnih postupaka za jedan termin iz nekog eksperimentalnog zakona, cesto se jedan od tih postupaka u mnogim područjima znanosti izabere kao mjerilo za “definiciju” toga termina ili kao jedinica mjere za svojstvo koje taj termin označava.

Za razliku od onoga što u općem slučaju važi za deskriptivne termine eksperimentalnih zakona, značenja mnogih, ako ne i svih, deskriptivnih termina koji se javljaju u teorijama nisu određena tako jasnim eksperimentalnim postupcima. Svakako, teorija se cesto izgrađuje po analogiji s nečim što je već poznato tako da je najveći dio teorijskih termina povezan s pojmovima i predstavama koje nastaju iz ovih analogija. Pa ipak, operacionalna značenja većine teorijskih termina ili su samo implicitno definirana teorijskim postulatima u kojima se ovi termini javljaju ili su samo posredno utvrđena primjenom takve teorije. Tako, na primjer, iako se teorijski termini “elektron”, “neutron” ili “geni” mogu shvatiti kao “čestice” koje posjeduju neka (mada ne nužno sva) svojstva koja odlikuju komadiće materije, ne postoje jasni postupci za primjenu ovih termina na objekte koji bi se mogli eksperimentalno utvrditi i na koje se ovi termini odnose. Sada ćemo opširnije razmotriti ova pitanja. Na ovom mjestu samo ćemo uočiti važnu posljedicu da se objekti iz područja predikacije jedne teorije ne mogu identificirati promatranjem, pošto osnovni termini teorije nisu u općem slučaju povezani s određenim eksperimentalnim postupcima za primjenu tih teorija, tako da se jedna teorija (za razliku od eksperimentalnog zakona) ne može podvrgnuti neposrednom eksperimentalnom ispitivanju.

2. Neposredna posljedica razlike između eksperimentalnih zakona i teorija o kojoj smo upravo raspravljali jeste činjenica da se eksperimentalni zakoni, u principu, mogu predlagati i tvrditi kao induktivne generalizacije zasnovane na postojanju odnosa između opaženih podataka dok to nikada ne važi za teoriju. Na primjer, Boyle je zasnovao zakon, koji se po njemu i zove, na rezultatima promatranja koje je dobio proučavajući promjene u volumenima plinova pri konstantnoj temperaturi kada se mijenja tlak. On je tvrdio da obrnuto proporcionalan odnos između tlaka i plina važi uopće na osnovu pretpostavke da je ono što je istinito za promatrane uzorke također i univerzalno istinito. Nema sumnje da je cesto moguće potvrditi jedan eksperimentalni zakon ne samo neposrednim podacima već i posrednim svjedočanstvom; ova druga vrsta potvrđenosti cesto se dobiva kada se eksperimentalni zakon uključi u neki opći sustav zakona. Tako, na primjer, Galilejev zakon slobodnog pada može se neposredno potvrditi podacima o rastojanjima koja su u različitim periodima prešla tijela koja slobodno padaju; ovaj zakon može također posredno potvrditi eksperimentima s trajanjem oscilacija matematičkog klatna, budući da su Galilejev zakon i zakon klatna tijesno povezani na osnovu toga što su uključeni u sustav Newtonove mehanike. Isto tako ne može poricati da su neki eksperimentalni zakoni (npr. zakon o konusnoj refrakciji svjetlosti u biaksialnim kristalima) nagovješten prvo u teorijskim razmatranjima, pa tek onda potvrđeni neposredni eksperimentom. Ostaje, međutim,

krucijalna cinjenica, da se jedan eksperimentalni zakon ne smatra utvrđenim sve dok za njega ne postoji neposredno eksperimentalno svjedocanstvo.

Po svojoj prirodi jedna teorija ne može biti empirijska generalizacija na osnovu podataka promatranja pošto uopće uzevši ne postoje slucajevi koji se eksperimentalno mogu identificirati kao slucajevi iz podrucja predikacije te teorije. Ugledni znanstvenici su cesto tvrdili da teorije predstavljaju “slobodne kreacije duha”. Takve tvrdnje, ocigledno, ne znace da materijal dobiven na osnovu promatranja ne može *nagovijestiti* neke teorije, kao što ne znaci da teorije, ne moraju biti potvrđene svjedocanstvom dobivenim promatranjem. Ono što se takvim tvrdnjama izrice jeste samo to da osnovni termini jedne teorije ne moraju imati znacenja koja su određena izvjesnim eksperimentalnim postupcima, kao i to da teorija može biti adekvatna i plodna usprkos cinjenici da svjedocanstvo koje joj ide u prilog nije nužno neposredno. Zaista, u povijesti moderne znanosti postoje teorije koje su mnogi znanstvenici prihvatili u vrijeme kada takve pretpostavke u objašnjavanju nisu bile eksperimentalno potvrđene. Jedini razlog što su u to vrijeme prihvacene predstavljala je cinjenica što su one objašnjavale eksperimentalne zakone koji su bili utvrđeni prethodno prikupljenim podacima. To je jednoga trenutka bio slucaj s Kopernikovom teorijom Suncevog sustava, korpuskularnom teorijom svjetlosti, atomskom teorijom u kemiji i kinetickom teorijom plinova.¹⁴

Shodno tome, cak i kada se jedan eksperimentalni zakon može objasniti danom teorijom i kada je tako ukljucen u pojmovni okvir te teorije (na nacin o kome cemo sada raspravljati), taj zakon ima dvije osobine. On ima smisao koji se može iskazati nezavisno od teorije i on je zasnovan na empirijskom svjedocanstvu koje mu može omogućiti da nadživi i samu teoriju. Tako na primjer, Wienov zakon, koji tvrdi da je valna duljina koja odgovara položaju maksimuma energije u spektru radijacije tamnog tijela obrnuto proporcionalna apsolutnoj temperaturi tijela koje zraci, nije bio odbacen kada je klasicna elektrodinamika, koja je taj zakon objašnjavala, pretrpjela promjenu uvođenjem Planckove kvantne hipoteze. Isto tako, ni Balmerov zakon nije bio napušten (prema tom zakonu valne frekvencije koje odgovaraju linijama spektra vodika i drugih elemenata cine niz za koji važi jedna prosta numericka formula) kada je Bohrova teorija atoma, koja je taj zakon objašnjavala, bila zamijenjena “novom kvantnom mehanikom”. Takve cinjenice pokazuju da jedan eksperimentalni zakon ima takoreci svoj vlastiti život koji ne zavisi od života neke posebne teorije koja bi taj zakon mogla objašnjavati. Usprkos cinjenici da je neki eksperimentalni zakon potpuno ukljucen u danu teoriju tako da se specijalni tehnicki jezik te teorije može upotrijebiti u izražavanju tog zakona, ovaj zakon mora biti razumljiv (i mora postojati mogucnost da se on utvrdi) nezavisno od smisla koji mu se pripisuje zbog toga što se može objasniti tom teorijom. Zaista, kada to ne bi bio slucaj sa zakonima koje dana teorija objašnjava, tom se teorijom ne bi imalo što objašnjavati. U najgorem slucaju, cak i kada termini iz nekog eksperimentalnog zakona imaju znacenja koja su izvedena djelomicno iz neke druge teorije, ovi termini moraju imati određeni smisao koji se može izraziti (makar samo djelomicno) nezavisno od teorije koju smo prihvatili da bismo taj zakon objasnili.

14 Kada je Sir Artur Eddington objavio svoju knjigu o teoriji relativnosti 1923, on je zapazio da je velika zainteresiranost za ovu teoriju bilo prouzrokovano zanimanjem za eksperimentalnu provjeru izvjesnih nepoznatih odstupanja od Newtonovih zakona, odstupanja koja je predvidjela teorija relativnosti. Ali on je dodao: »Onima koji još oklijevaju i odbijaju da napuste staro vjerovanje, ova odstupanja ce ostati glavni predmet zainteresiranosti; ali za one koji su shvatili duh novih ideja, observaciona predvidanja cine samo mali dio problema. Za ovu se teoriju tvrdi da se vodi ka jasnijem i dubljem razumijevanju svijeta fizike nego teorija koje smo se do sada držali, a moj je zadatak bio da ovu teoriju razvijem u obliku koji baca najviše svjetlosti na porijeklo i znacaj velikih zakona fizike«. – A .S. Eddington, *The Mathematical Theory of Relativity*, Cambridge, England, 1924, str. V.

S druge strane, teorijski pojmovi se ne mogu razumjeti nezavisno od teorije koja ih implicitno definira. To je posljedica okolnosti što, iako se teorijskim terminima ne pripisuje jedinstveni skup određenih značenja u postulatima teorije, njihova dopustiva značenja su ograničena na ona koja zadovoljavaju strukturu uzajamnih odnosa u kojima se ti termini nalaze, na osnovu postulata teorije. Kada se osnovni postulati jedne teorije promjene, mijenjaju se i značenja njenih osnovnih termina, čak i ako se (kao što se to često dešava) isti jezik izrazi i dalje upotrebljavaju u izmijenjenoj teoriji kao što su se upotrebljavali u prvobitnoj. Nova teorija će vjerojatno objašnjavati sve eksperimentalne zakone koji su se mogli objasniti na osnovu prethodne teorije, a pored toga objašnjavat će i eksperimentalne zakone za koje prethodna teorija nije pružala objašnjenje. Izmijenjeni teorijski sadržaj u novoj teoriji ima posljedicu da pravilnosti koje se mogu utvrditi promatranjem, koje su izražene eksperimentalnim zakonom i koje se mogu objasniti i prvobitnom i izmijenjenom teorijom, dobivaju različite teorijske interpretacije.

Sve ovo što je receno zaslužuje da bude ilustrirano primjerima. Razmotrimo zbog toga Millikanov slavni eksperiment s kapljicom ulja. Ovaj eksperiment (izveden prvi put 1911. i ponovljen mnogo puta savršenijim tehnickim sredstvima) bio je izveden u okviru teorije koja je postulirala postojanje neopa ljivih cestica nazvanih "elektroni". Smatralo se da elektroni imaju uobicajene karakteristike drugih cestica (kao što su određeni položaji u prostoru u danom trenutku, određena brzina u tom trenutku i masa), a pored toga, pretpostavljalo se da oni nosioci elementarnog elektricnog naboja. Cilj Millikanovog eksperimenta bio je da se odredi numericka vrijednost e elementarnog naboja. U suštini, eksperiment se sastoji u uspoređivanju brzine jedne kapljice ulja koja se kreće između dvije horizontalne metalne ploce isključivo pod utjecajem gravitacije, sa brzinom koju kapljica ima kada se krace pod utjecajem i gravitacionih i elektrostatickih sila (što je posljedica induktivnog naboja kapljice kada su ploce naelektrizirane). Eksperiment pokazuje da se brzina kapljice ulja mijenja kada se mijenja kolicina elektricnog naboja na plocama. Primjenom utvrđenih eksperimentalnih zakona, mogu se izracunati velicine induciranih naboja na kapljici koje objašnjavaju opažene razlike u njenom kretanju. Millikan je utvrdio da su u granicama eksperimentalne greške elektricni naboji kapljice uvijek proizvodi jednog elementarnog naboja e i nekog cijelog broja ($4.77 \cdot 10^{-10}$ elektrostatickih jedinica); on je odatle zaključio da je e minimalni elektricni naboj koji je on izjednačio s nabojem elektrona.

Važno je da zapazimo da smo eksperiment s kapljicom ulja (iako u kratkim crtama) opisali ne pozivajuci se na elektrone. Detaljnije objašnjenje ovog eksperimenta moglo bi se dati na slican nacin. Očigledno, eksperiment se može izvesti i nacin njegovog izvođenja može se saopćiti a da se ne pretpostavi teorija elektrona. Teorija elektrona zaista je sugerirala eksperiment i pružila iluminativnu i plodnu interpretaciju njegovih rezultata. Međutim, teorija elektrona pretrpjela je važne izmjene od trenutka kada je Millikan prvi put izveo svoj eksperiment i lako možemo zamisliti (mada to nije vjerojatno) da jednog dana teorija elektrona bude potpuno napuštena. Međutim, istinitost eksperimentalnog zakona koji je Millikan uspio da utvrdi (naime, da su svi elektricni naboji proizvodi izvjesnog elementarnog naboja i nekog cijelog broja) ne zavisi od sudbine te teorije. Pod pretpostavkom da neposredno svjedocanstvo dobiveno promatranjem i dalje potvrđuje ovaj zakon, on može nadživjeti dugi niz teorija koje u budućnosti mogu biti prihvacene kao njegova objašnjenja. S druge strane, ono što se podrazumijeva po elektronom iskazano je u jednoj teoriji u kojoj se rijec "elektron" javlja, pa kad se teorija promjeni, promjeni se i značenje te rijeci. Iako se ista rijec "elektron" upotrebljava u teorijama o elektronskom sastavu materije prije kvantne mehanike, u Bohrovoj teoriji, kao i u teorijama poslije Bohra, značenje ove rijeci nije isto u svim teorijama. Prema tome, cinjenice koje su utvrđene u eksperimentu s kapljicom ulja dobivaju različite interpretacije u ovim teorijama

iako se u svakoj od njih cinjenice opisuju tako što se kaže da elementarni naboj određen u eksperimentu predstavlja naboj “elektrona”.

3. Jedna druga značajna razlika između eksperimentalnih zakona i teorija zaslužuje da se uzgred promjene. Jedan eksperimentalni zakon izražen je bez izuzetka jednim jedinim iskazom; jedna teorija skoro bez izuzetka predstavlja sustav od nekoliko međusobno povezanih iskaza. Ova očigledna razlika samo ukazuje na nešto što je upečatljivije i značajnije: na veću općost teorija i na njihovu relativno veću moc objašnjavanja. Kao što smo već primijetili, eksperimentalni zakoni mogu se primijeniti u objašnjavanju i predviđanju pojedinačnih događaja kao i u objašnjavanju drugih eksperimentalnih zakona. Međutim, cinjenice koje eksperimentalni zakoni mogu da objasne u izvjesnom smislu, koji se lako može utvrditi, kvalitativno su slične i čine prilično određenu klasu cinjenica. Na primjer, Arhimedov zakon o sili potiska u tekucinama može da objasni različite eksperimentalne zakone: zakon da led pliva po vodi, zakon da ispunjena olovna lopta tone u vodu, ali da šuplja olovna lopta određene debljine po njoj pliva ili zakon da sve što pliva po ulju pliva također i po vodi. Međutim, usprkos razlikama između objekata na koje se ovi zakoni odnose, svi se oni odnose na pojave flotacije. Na taj način je klasa cinjenica koje se mogu objasniti Arhimedovim zakonom prilično uska. Drugi eksperimentalni zakoni također imaju ovu osobinu. To je u stvari neizbježno budući da su termini koji se javljaju u jednom eksperimentalnom zakonu povezani s malim brojem određenih i jasnih postupaka koji fiksiraju njihovo značenje i područje njihove primjene.

S druge strane, mnoge značajne znanstvene teorije mogu da objasne mnogo više eksperimentalnih zakona i na taj način odnose se na mnogo širu klasu cinjenica koje se kvalitativno upadljivo razlikuju. Ova osobina teorija povezana je s cinjenicom da teorijski pojmovi nisu ograničeni na određeni cinjenični materijal pomoću nekog skupa eksperimentalnih postupaka kao i s cinjenicom da postoji mnogo veća sloboda u proširivanju teorija na mnoga različita područja, budući da teorija ima složenu simboličku strukturu. Mi smo već ukazali na uspjeh kojim je Newtonova teorija objašnjava zakone kretanja planeta, zakone slobodnog pada, zakone plime i oseke, zakone o oblicima masa koje rotiraju; svemu tome možemo dodati zakone o silama potiska u tekucinama i plinovima, zakone o pojavama kapilarnosti, o toplotnim osobinama plinova i mnoge druge. Slično tome, suvremena kvantna teorija može da objasni eksperimentalne zakone spektralnih pojava. Toplotnih osobina čvrstih tijela i plinova, radioaktivnost, kemijske interakcije i mnoge druge pojave.

Jedna od važnih funkcija neke teorije sastoji se u pokazivanju sustavnih veza između eksperimentalnih zakona o kvalitativno različitim pojavama. U tom pogledu narocito treba spomenuti teorije u prirodnim znanostima, posebno u fizici, iako čak ni u fizici nisu sve teorije podjednako uspješne u ostvarenju tog cilja. Objašnjenje već utvrđenih eksperimentalnih zakona nije jedina funkcija koju očekujemo da teorije ispune. Teorije imaju još jednu ulogu koja ih razlikuje od eksperimentalnih zakona, one pružaju sugestije za nove eksperimentalne zakone. Na primjer, teorija elektrona sa svojom pretpostavkom da su elektroni nosioci elementarnog naboja nagovijestila je problem da li se veličine tog naboja može odrediti eksperimentom. Nevjerojatno je da bi Millikan (ili neko drugi izvršio eksperiment sa kapljicom ulja da neka atomska teorija elektriciteta nije prvo postavila pitanje koje je izgledalo važno u svjetlosti te teorije i na koje je eksperiment trebalo da odgovori. Tako, na primjer, očigledno nitko nije pokušao da odredi eksperimentalnim sredstvima da li su mjerljive količine toplote proizvodi nekog elementarnog “kvantuma toplote” i cijelih brojeva. U najgorem slučaju, vjerojatno je pretpostaviti da takvi eksperimenti nisu izvedeni zato što nisu postojale teorije toplote koje bi pretpostavljale postojanje toplotnih kvantna tako da eksperimentalno ispitivanje takve hipoteze nije imalo smisla.

Možemo navesti jedan važan razlog za razlikovanje eksperimentalnih zakona od teorije, iako ova razlika nije sasvim precizna. Mi ćemo sada detaljno ispitati načine na koji su teorije formulirane i način na koji su povezane s onim što se u našoj praksi obično smatra predmetom promatranja i eksperimentiranja. Da bismo teorije mogle analizirati, bit će korisno da razlikujemo u njima tri komponente: (1) apstraktni račun, koji predstavlja logički skelet sustava objašnjenja i koji “implicitno definira” osnovne pojmove sustava; (2) skup pravila koja apstraktnom računu pripisuje izvjestan empirijski sadržaj time što ga povezuje s promatranjem i eksperimentom i (3) interpretaciju ili model apstraktnog računa, koji predstavlja “meso” tog skeleta na taj način što ga povezuje s poznatim pojmovima ili predstavama. Mi ćemo razmotriti ove razlike po redu koji je upravo spomenut. Međutim, ove komponente su rijetko izražene u znanstvenoj praksi i one ne odgovaraju stvarnim stupnjevima u konstrukciji teorijskih objašnjenja. Ne smije se pretpostaviti da poredak izlaganja koji smo ovdje usvojili odražava vremenski redoslijed po kome se teorije stvaraju u svijesti pojedinih znanstvenika.

1) Jedna znanstvena teorija (kao što je kinetička teorija plinova) često se nagovještava iskustvom ili izvjesnim odlikama koje smo zapazili u drugim teorijama. Teorije se često tako formuliraju što se različiti manje ili više predstavljivi pojmovi povezuju s ne-logičkim izrazima koji se u tim teorijama javljaju, tj. s “deskriptivnim” ili “predmetnim” terminima kao što su “molekul” ili “brzina” koji, za razliku od logičkih termina kao što su “ako – onda” i “svaki”, ne pripadaju rječniku formalne logike nego su specifični za raspravljanje o nekim posebnim predmetima. Pa ipak, ne-logički termini jedne teorije mogu se uvijek odvojiti od pojmova i predstava koje ih normalno prate, na taj način što ćemo ove druge zanemariti, tako da je pažnja usmjerena isključivo na logičke odnose u kojima se ovi termini nalaze jedan prema drugom. Kada se ovo učini i kada se teorija pažljivo izloži tako da dobije oblik deduktivnog sustava osnovne pretpostavke teorije predstavljaju samo apstraktnu relaciju strukturu. U tom pogledu osnovne pretpostavke jedne teorije predstavljaju skup apstraktnih ili neinterpretiranih postulata čije sastavni ne-logički termini nemaju nikakvo značenje izuzev onog koje stječu na osnovu svoga mjesta u tim postulatima, tako da su osnovni termini teorije “eksplicitno definirani” njenim postulatima. Što više, ukoliko su osnovni teorijski termini samo implicitno definirani postulatima teorije, ovi postulati ne tvrde ništa, pošto su iskazane forme a ne iskazi i mogu se objasniti samo tako što se iz njih mogu izvesti druge iskazne forme u skladu s pravilima logičke dedukcije. Ukratko, jedna razvijena znanstvena teorija sadrži u sebi apstraktni račun koji predstavlja formalnu strukturu teorije.

Primjeri će nam pomoći da objasnimo što mislimo kada kažemo da postulati jedne teorije implicitno definiraju termine koji se u njoj javljaju. Poznat primjer apstraktnog računa je demonstrativna Euklidova geometrija razvijena kao sustav postulata. Postulat tog sustava često su izraženi pomoću termina “točka”, “pravac”, “ravnina”, “između”, “kongruentno”, kao i nekoliko drugih termina koji su uzeti za osnovne termine teorije. Iako se ovi izrazi obično upotrebljavaju u opisivanju poznatih prostornih konfiguracija i odnosa, pa se, prema tome, upotrebljavaju s konotacijama koje su povezane s našim prostornim iskustvom, takve konotacije su i relevantne za deduktivno razvijanje postulata i u najboljem slučaju se zanemaruju. U stvari, da bi se spriječilo da poznata iako neodređena značenja ovih iskaza utječu na strogost dokaza u sustavu, postulati demonstrativne geometrije često se iskazuju predikatskih primjenljivih kao što su “P” i “L” umjesto sugestivnijih ali zavodljivijih deskriptivnih predikata kao što su “točka” i “pravac”. U svakom slučaju, na pitanje »Što je točka?« i »Što je pravac?«, jedini odgovor koji se može dati u okviru postulatnog pristupa geometriji sastoji se u tome da su točka i pravac bilo kavi objekti koji zadovoljavaju uvjet izražen postulatima. U tom smislu su riječi “točka” i “pravac” implicitno definirani postulatima.

Slično tome, pretpostavka pomoću kojih se iskazuje jedna teorija u fizici, kao što je kinetička teorija plinova, pružaju samo implicitne definicije termina kao što su “molekula” ili “kinetička energija molekule”. Ove pretpostavke izražavaju samo strukturu odnosa u kojima se spomenuti termini nalaze i zbog toga određuju formalne uvjete koje mora zadovoljiti sve što ovi termini mogu označavati. Razumije se, ovi termini su obično povezani sa skupom predstava i poznatih pojmova koji zadovoljavaju našu intuiciju. Pa ipak, ono što treba smatrati molekulom, na primjer, određeno je pretpostavkom teorije. Ne postoji način da se utvrdi što je “priroda” molekula, izuzev da se ispituju postulati teorije molekula. U svakom slučaju, pojam “molekula”, koji je implicitno definiran postulatima, omogućuje primjenu teorije.

2) Jasno je, međutim, da ako jedna teorija treba da objasni eksperimentalne zakone, onda nije dovoljno da njeni termini budu samo implicitno definirani. Ako ne postoji ništa što pokazuje kako se njeni implicitno definirani termini povezuju s pojmovima koji se javljaju u eksperimentalnim zakonima, nema smisla tvrditi ili poricati jednu teoriju i ona nije od koristi za znanost. Očigledno je da nema smisla pitati, na primjer, da li je navedeni skup postulata istinit ili lažan ili čak da imaju određenu vrijednost. Jer ovi postulati ne otkrivaju za kakve objekte važe, ako takvi objekti uopće postoje ili za kakvu se osobinu klasa pretpostavlja da se može mjeriti odgovarajućim brojevima. Isto tako, postulati kinetičke teorije plinova ne pružaju nikakav nagovještaj o tome kao njeni implicitno definirani termini mogu da označavaju objekte koje se mogu eksperimentalno odrediti – čak i kada termin “molekula”, na primjer označava česticu koja se ne može opaziti. Ako teorija treba da bude primjenljiva kao instrument objašnjavanja i predviđanja, ona se na neki način mora povezati s opažljivim činjenicama.

U suvremenoj literaturi često se naglašava neophodnost takve povezanosti i u tu svrhu su iskovani mnogi termini: koordinativne definicije, operacionalne definicije, semantička pravila, pravila korespondencije, epistemološke korelacije i pravila interpretacije. Metodi pomoću kojih se teorijski pojmovi povezuju s postupcima promatranja često su sasvim složeni i izgleda da ne postoji jedna jedinstvena shema koja bi sve te metode mogla adekvatno predstaviti. Jedan primjer će nam ipak pomoći da uočimo neke važne osobine takvih pravila korespondencije.

Bohrova teorija atoma bila je konstruirana da bi se objasnili, između ostalog, eksperimentalni zakoni o liniji spektra za razne kemijske elemente. Ukratko izložena, ta teorija tvrdi sljedeće. Ona pretpostavlja da postoje atomi od kojih je svaki sastavljen od relativno teškog jezgra koje je pozitivno naelektrizirano i izvjesnog broja negativno naelektriziranih elektrona manje mase koji se kreću po približno eliptičnim putanjama oko jezgre koja se nalazi u jednoj od žiža. Broj elektrona koji kruže oko jezgre zavisi od kemijskog elementa. Teorija dalje pretpostavlja da postoji samo jedan diskretan skup mogućih putanja elektrona i da su promjeri tih putanja razmjerni izrazu $h^2 n^2$, gdje je h – Planckova konstanta, a n – je cio broj. Štoviše, elektromagnetska energija jednog elektrona na jednoj putanji zavisi od promjera putanje. Međutim, sve dok se jedan elektron nalazi na jednoj putanji, njegova energija je konstantna i atom ne emitira nikakvu energiju. S druge strane, jedan elektron može da “skoci” s jedne putanje na drugu a kada se to desi atom emitira ili apsorbira elektromagnetne valove čija valna duljina predstavlja funkciju razliku ovih energija. Bohrova teorija je eklektički spoj Planckove kvantne hipoteze i ideja koje su pozajmljene iz klasične elektrodinamike. Ona je sada zamijenjena adekvatnijom teorijom. Pa ipak Bohrova teorija je uspješno objašnjavala izvjestan broj eksperimentalnih zakona iz oblasti spektroskopije i jedno vrijeme bila je plodan vodič u otkrivanju novih zakona.

Kako je Bohrova teorija povezana s nečim što se može promatrati u laboratoriji? Očigledno, elektroni, njihovo kretanje po putanjama, njihovi skokovi s putanje na putanju

itd. Predstavljaju pojmove koji se ne mogu primijeniti na nešto opažajno. Zato se moraju uspostaviti odnosi između takvih teorijskih pojmova i nečega što se može identificirati laboratorijskim postupcima. U stvari, veze ove vrste uspostavljaju se otprilike ovako. Na osnovu elektromagnetske teorije svjetlosti, linija spektra jednog elementa povezana je s elektromagnetskim valom čija se duljina može izračunati u skladu s pretpostavkama ove teorije i na osnovu eksperimentalnih podataka o položaju linije spektra. S druge strane, Bohrova teorija povezuje valnu duljinu svjetlosnog zraka koji emitira atom sa skokom jednog elektrona s jedne moguće putanje na drugu. Prema tome, *teorijski* pojam skoka elektrona povezan je s *eksperimentalnim* pojmom linije spektra. Kada se uspostavi ova i druge slične korespondencije, eksperimentalni zakoni o nizu linija koje se javljaju u spektru nekog elementa mogu se deducirati iz teorijskih pretpostavki o prelasku elektrona s jedne na drugu putanju.

3) Ovaj primjer pravila korespondencije ilustrira također i ono što se podrazumijeva pod interpretacijom ili modelom jedne teorije. Bohrova teorija se obično ne izlaže kao apstraktni skup postulata proširen odgovarajućim brojem pravila korespondencije za neinterpretirane ne- logične termine koji su implicitno definirani postulatima. On se obično izlaže, kao u spomenutoj skici, pomoću relativno poznatih pojmova, tako da izgleda kako su postulati te teorije iskazi a ne iskazne forme. Bar jedan dio sadržaja ovih iskaza može se vizualno predstaviti. Ovakvo predstavljanje Bohrove teorije prihvata se, između ostalog, zato što se može mnogo lakše razumjeti nego kada bi ta teorija bila izložena na složen i čisto formalan način. U svakom slučaju, u ovakvom izlaganju postulati teorije uključeni su u model ili interpretaciju.

Usprkos korištenju modela u izlaganju jedne teorije, mora biti sasvim jasno da fundamentalne pretpostavke neke teorije pružaju samo implicitne definicije teorijskih pojmova koji se u tim teorijama javljaju. Na primjer, prema Bohrovoj teoriji elektron predstavlja onu vrstu "entiteta" koja, iako posjeduje električni naboj i kretanje, ne proizvodi elektromagnetne efekte sve dok se nalazi na jednoj putanji. Štoviše, izlaganje jedne teorije pomoću modela ne umanjuje potrebu za pravilima korespondencije koja povezuju teoriju s eksperimentalnim pojmovima. Iako modeli znanstvenih teorija imaju važnu funkciju u znanstvenom istraživanju modeli se ne smiju shvatiti kao zamjena za pravila korespondencije. Razlika između modela (ili interpretacije) jedne teorije i pravila korespondencije za termine te teorije od izuzetne je važnosti.

Pod pretpostavkom da je svaki izraz koji se upotrebljava u opisivanju modela u izvjesnom značenju "smislen", teorija koja ima model potpuno je interpretirana – u tom smislu što je svaka rečenica koja se u toj teoriji javlja iskaz koji ima smisla. Međutim, iako model može biti izuzetno koristan u nagovještavanju novih pravaca istraživanja kojim se nikada ne bismo uputili kada bi teorija bila izložena u sasvim apstraktnom obliku, izlaganje jedne teorije pomoću modela izlaže se opasnosti da nas sporedne osobine modela zavedu u pogledu stvarnog sadržaja teorije. Jedna teorija može imati različite interpretacije u različitim modelima, a modeli se međusobno mogu razlikovati ne samo po sadržaju na osnovu kojeg su nastali već po važnim strukturnim odlikama. Najzad, a to je najvažnije što želimo da u ovom kontekstu istaknemo, iako se jedna teorija izlaže pomoću modela, odavde nikako ne slijedi da je teorija samim tim automatski povezana s eksperimentalnim pojmovima i postupcima promatranja. Da li je jedna teorija povezana s eksperimentalnim pojmovima zavisi od prirode modela koji smo upotrijebili. Na primjer, spomenuti molekularni model za naša skup postulata ne pruža nikakva pravila za povezivanje bilo kojeg ne-logičkog izraza s pojmovima koji imaju eksperimentalno značenje. Iako je određen model za ove postulate, nisu dana nikakva pravila korespondencije. Ukratko, izlažući model za neku teoriju tako da svi deskriptivni termini teorije imaju interpretaciju,

nije, uopće uzevši, dovoljno za dedukciju nekog eksperimentalnog zakona iz te teorije. Na kraju ovog dijela možemo dati izvjesne osobine pravila korespondencije.

Moramo obratiti pozornost na izvjesne osobine pravila korespondencije koje do sad nismo eksplicitno spominjali.

a) Navedeni primjeri pravila korespondencije za Bohrovu teoriju atoma pruža mogućnost da uočimo jednu takvu odliku. Očigledno je da pravilo koje je u tom primjeru navedeno ne pruža *eksplicitno* definiciju bilo kojeg teorijskog pojma u doticnoj teoriji, pomoću predikata koji se obično upotrebljavaju da opišu nešto što se može opažati. Ovaj primjer nagovještava da u općem slučaju pravila korespondencije ne pružaju takve definicije.

Objasnimo detaljnije taj nagovještaj. Kada se za jedan izraz kaže da je “eksplicitno definiran”, taj se izraz uvijek može otkloniti iz konteksta u kome se javlja, zato što se može zamijeniti definiensom tako da se ne promijeni smisao konteksta. Na primjer, izraz » x je trokut«¹⁵ eksplicitno se definira izrazom » x je zatvorena figura u ravni ograničena odsjecima triju pravih«. Prvi (ili definirani) izraz može se, dakle, ukloniti iz jednog konteksta u korist drugog izraza (koji definira prvi). Na primjer, iskaz »Površina trokuta jednaka je polovici produkta njegove osnovice i visine«¹⁶ može se zamijeniti logički ekvivalentnim iskazom »Površina zatvorene figure u ravnini ograničene odsjecima triju pravaca jednaka je polovici proizvoda njene osnovice i visine«. S druge strane, teorijski izraz Bohrove teorije » x je valna duljina zračenja koje se emitira kada jedan elektron pređe na najmanju dopustivu putanju vodikovog atoma, sa plutanje koja je najmanjoj putanji najbliža«¹⁷ nije eksplicitno definiran, iako mu je dodijeljen jedan drugi izraz koji ima otprilike ovaj oblik, » y je linija koja se javlja na izvjesnom mjestu u vodikovom spektru«. Sasvim je očigledno da ova dva izraza imaju potpuno različite konotacije. Prema tome, iako pravila korespondencije utvrđuju određeni odnos između ova dva izraza, prvi se ne može zamijeniti drugim u iskazima kao što je »Prelaženje elektrona na najmanju dopustivu putanju sa susjedne putanje dešava se u deset od sto vodikovih atoma«. Kada bismo izvršili opisanu zamjenu, dobili bi smo besmislicu.

Ne postoji nesumnjiv dokaz, a možda takav dokaz nije ni moguć, da se teorijski pojmovi koji se upotrebljavaju u suvremenoj znanosti ne mogu eksplicitno definirati pomoću eksperimentalnih pojmova. Treba primijetiti da dosada još nitko nije uspješno konstruirao takve definicije. Štoviše, postoje dobri razlozi za vjerovanje da pravila korespondencije u stvarnoj upotrebi ne predstavljaju eksplicitne definicije teorijskih pojmova pomoću eksperimentalnih.

Jedan od ovih razloga smo već zapazili. Kada se jedna teorija iskazuje pomoću modela, jezik koji upotrebljavamo u opisivanju modela obično ima konotacije koje ne posjeduje jezik eksperimenta. Kao što smo već primijetili, izraz Bohrove teorije koji se na prijelaz elektrona sa putanje na putanju nije ekvivalentan po značenju izrazu koji se odnosi na linije spektra. Prema tome, u takvim slučajevima buduću da su definiendum i definiens u eksplicitnim definicijama ekvivalentni po značenju, najvjerojatnije je da pravila korespondencije ne mogu predstavljati takve definicije.¹⁵

¹⁵ Napomenimo da nemogućnost da se uoči kako jezik teorijske fizike nije ekvivalentan po značenju jezika na kojem se opisuju eksperimentalni postupci izvor je mnogih zbrka. Zato što nije uspio da zapazi ovu okolnost, Eddington je i mogao da postavi pitanje koji je od dva stola koja on sreće kada sjedi i piše svoju knjigu “realni” stol – materijalni i obični stol svakodnevnog iskustva ili znanstveni stol koji najvećim dijelom predstavlja prazninu i sastoji se od rastrkanih električnih naboja koji se kreću velikim brzinama. Cinjenica je, međutim, da on nije bio suočen s dva stola. Jer riječ “stol” označava eksperimentalni pojam koji se ne javlja u jeziku teorije o elektronima; riječ “elektron” označava teorijski pojam koji nije definiran u jeziku koji se upotrebljava u opisivanju rezultata promatranja i eksperimenata. Iako ova dva jezika mogu biti povezana zajedničkim točkama, oni se ne mogu uzajamno prevoditi. Pošto postoji samo jedan *stol*, nije sporno koji je stol “realan”, bez obzira što se podrazumijevalo pod tim uvažanim terminom.

Drugi razlog koji, možda, ima i veći značaj jeste činjenica da su teorijski pojmovi često povezani pravilima korespondencije s više eksperimentalnih pojmova. Kao što smo već tvrdili, teorijski pojmovi samo su implicitno definirani pomoću postulata neke teorije (čak i kada je teorija predstavljena modelom). Zbog toga postoji neograničen broj eksperimentalnih pojmova za koje postoji logička mogućnost da odgovaraju jednom teorijskom pojmu. Na primjer, teorijski pojam prelaska elektrona sa putanje na putanju, u Bohrovoj teoriji, odgovara eksperimentalni pojam linije spektra, ali ova teorijski pojam može se također povezati (preko Planckovog zakona radijacije, koji se može izvesti iz Bohrove teorije) s promjenama u temperaturi zračenja crnog tijela, koje se mogu eksperimentalno odrediti. Dakle, u ovim slučajevima, gdje danom teorijskom pojmu odgovaraju dva ili više eksperimentalnih pojmova bilo bi besmisleno tvrditi da bilo koji od ova dva eksperimentalna pojma eksplicitno definira teorijski pojam.

Odsustvo jedinstvene korespondencije između teorijskih i eksperimentalnih pojmova zaslužuje dalje objašnjenje. Poznata je činjenica da su znanstvene teorije (naravno one u matematičkoj fizici) izražene velikom brižljivošću i da su odnosi između teorijskih pojmova izloženih s velikom točnošću. Takva brižljivost i preciznost su bitni ako treba točno ispitati deduktivne posljedice teorijskih pretpostavki. S druge strane, pravila korespondencije koja povezuje teorijske i eksperimentalne pojmove obično nisu eksplicitno formulirani, a u praksi ove uzajamne veze relativno su neodređene i neprecizne.

Nekoliko primjera objasniti će nam sadržaj ovih opcij primjedbi. U modernim aksiomatizacijama geometrije izvjestan broj osnovnih pojmova (npr. “točka”, “pravac”, “ravnina”, “kongruencija”) implicitno je definira postulatima sustava, a drugi pojmovi (npr. “krug”, “kocka”) eksplicitno su definirani pomoću osnovni pojmova. U okviru aksiomatski izložene geometrije postoje, dakle, precizno izraženi odnosi između teorijskih pojmova sustava. Međutim, kada se taj sustav geometrije primjenjuje u nekom području empirijskog istraživanja, povezanost ovih pojmova s eksperimentalnim pojmovima daleko od toga da bude precizna. Na primjer, riječ “ravnina”, onako kako se upotrebljava u kontekstima empirijskog istraživanja nije precizno definiran pojam. Koje će se površine smatrati ravnima, ponekad je određeno pravilima za glatanje čvrstih tijela, tako da se njihove površine mogu priljubiti jedna uz drugu kada ta tijela spojimo; ponekad pravilima koja prosto pretpostavljaju perceptivne sudove zasnovane na promatranju golim okom; ponekad pravilima koja zahtijevaju primjenu složenih optičkih instrumenata. Korespondencija između teorijskih pojmova ravni i odgovarajućeg eksperimentalnog pojma nije ni jedinstvena ni precizna. Isto tako, iako je teorijsko rastojanje između dvije točke uvijek jedinstven broj, rastojanje između dva stvarna tijela koje se može mjeriti skoro je uvijek niz velicina iz izvjesnog intervala.

Iz ovih primjera proizlazi opći zaključak da iako se teorijski pojmovi mogu odrediti s visokim stupnjem preciznosti, pravila korespondencije takve pojmove dovode u vezu sa eksperimentalnim pojmovima koji su mnogo manje određeni. Maglovitost koja okružuje pravila korespondencije je neizbježna, jer eksperimentalni pojmovi nemaju oštre obrise koje imaju teorijski pojmovi. To je osnovni razlog što se ne mogu precizno formulirati pravila za uspostavljanje korespondencije između teorijskih i eksperimentalnih pojmova.

Ako se, dakle, zapitamo kakvu formalnu strukturu imaju pravila korespondencije, onda je teško dati nedvosmisleni odgovor. U nekim slučajevima, izgleda da ova pravila izražavaju nužne i dovoljne uvjete za opisivanje eksperimentalne situacije teorijskim jezikom. Vec je dosta receno u prilog tvrdnji da pravila korespondencije ne pružaju eksplicitne definicije teorijskih pojmova pomoću eksperimentalnih, kao i u prilog tvrdnji da takva pravila imaju mnoštvo oblika. Ali, ako je ovo tvrđenje zaista dobro zasnovano, ono nam pomaže da ucvrstimo razliku između eksperimentalnih zakona i teorija i istodobno postavimo pitanje o spoznajnom statusu teorija.

b) Ovom prilikom moramo nešto više reci o tome kako pravila korespondencije povezuju teorijske i eksperimentalne pojmove. Kratak prikaz Bohrove teorije atoma koji smo već dali poslužiti će nam opet kao uvod u raspravljanje. Prema tom objašnjenju, iako postoje pravila korespondencije za neke pojmove koji se upotrebljavaju u toj teoriji, nisu svi teorijski pojmovi povezani s eksperimentalnim pojmovima. Na primjer, postoji pravilo korespondencije za teorijski pojam elektrona koji prelazi s jedne dopustive putanje na drugu, ali ne postoji takvo pravilo za pojam elektrona koji se kreću ubrzano po jednoj putanji. Isto tako, u kinetičkoj teoriji plinova ne postoji pravilo korespondencije za teorijski pojam trenutne brzine pojedinih molekula, iako postoji takvo pravilo za teorijski definiran pojam prosječne kinetičke energije molekula. Štoviše, sada postoji pravilo korespondencije za pojam broja molekula u izvjesnoj standardnoj zapremini plina pod određenim standardnim uvjetima temperature i tlaka (Avogadrov broj), ali Avogadrov broj bio je relativno skoro određen eksperimentalnim sredstvima u poznoj povijesti kinetičke teorije, a sve do tada nije postojalo pravilo korespondencije za taj teorijski pojam.

Osobina koju smo upravo zapazili u ovim primjerima teorija može se iskazati na opći i shematski način ovako. Pretpostavimo da se u nekoj teoriji T javlja n osnovnih ne-logičkih termina " P_1 ", " P_2 ", ..., " P_n " pomoću kojih se eksplicitno može definirati izvjestan broj drugih teorijskih termina " Q_1 ", " Q_2 " ..., " Q_r ". (Na primjer, da bismo ilustrirali ovo opće objašnjenje) pretpostavimo da su "duljina", "masa" i "vrijeme" osnovni pojmovi teorije, a da se "brzina" i "kinetička energija" mogu eksplicitno definirati pomoću osnovnih pojmova). Međutim, iako se ovim postulatima moraju dodati pravila korespondencije, ako želimo da T bude primjenljivo u znanosti, takva pravila se ne uvode za sve termine " P " i za sve termine " Q ". moguće je čak da postoje pravila korespondencije samo za neke termine " Q ", ali da ne postoje ni za jedan termin " P ". Dakle, teorijski pojmovi iz " P " nisu jednom zauvijek prikovani za eksperimentalne pojmove.

Skoro sve teorije u prirodnim znanostima imaju ovu karakterističnu osobinu. U svakom slučaju, teorija koja ima osobinu posjeduje fleksibilnost koja dozvoljava da se teorija proširi na nova područja istraživanja koja su ponekad znatno različita od predmeta za koji je teorija prvobitno bila konstruirana. Kao što smo već primijetili, teorije se odlikuju mogućnošću sustavnog objašnjavanja široke klase eksperimentalnih zakona o kvalitativno različitim činjenicama. Jedan od načina na koji teorija može da posluži ovom cilju je uvođenje novih pravila korespondencije za pojmove za koje ona ranije nisu postojala, ukoliko to omogućuje napredak u eksperimentalnom istraživanju i u tehnici. Za razliku od promjena u postulatima jedne teorije, što u stvari predstavlja modifikaciju implicitnih definicija teorijskih pojmova, uvođenje novih pravila korespondencije ne mijenja ni formalnu strukturu ni smisao teorije, iako nova pravila mogu da prošire područje primjene takve teorije. Na primjer, eksperimentalno određivanje Avogadrovog broja (što je imalo za posljedicu povezivanje ovog teorijskog pojma s jednim eksperimentalnim pojmom), nije izazvalo nikakvu promjenu postulata kinetičke teorije plinova, ali je dovelo do povezivanja ove teorije s eksperimentalnim istraživanjem strukture kristala pomoću x-zraka.

Važno je međutim, da se podsjetimo da jedna teorija predstavlja vještacki ljudski proizvod. Kao i druge tvorevine te vrste, teorija, vjerojatno, sadrži neke elemente koji prosto predstavljaju izraze specifičnih ciljeva i idiosinkrazija njihovih pronalazaca, a ne simbole s prvenstveno referencijalnom ili reprezentativnom funkcijom. Ovu činjenicu je naglašavao Heinrich Hertz u svom objašnjenju uvjeta koje treba da zadovolje teorije u fizici. Hertz je tvrdio da je jedini zadatak fizike da konstruira "slike ili simbole vanjskih objekata" tako da su logičke posljedice simbola (tj. naših pojmova o stvarima) uvijek "slike nužnih posljedica u prirodi stvari koje su odslikane". Na taj način, Hertz je osnovnu ulogu teorije vidio u tome što nam ona omogućuje da izvedemo opažljive događaje iz drugih opažljivih događaja. Međutim, on jasno priznaje da ovaj instrumentalni zahtjev ne određuje

jednoznacno simboličku strukturu (ili teoriju) kojom se ovaj cilj postiže. On je narocito zapazio da će jedna teorija neizbježno sadržavati ono što je on zvao “suvišnim ili praznim relacijama” – simbole koji ne predstavljaju ništa u području za koje je teorija konstruirana. Prema Hertz, ove “prazne relacije” prisutne su u teorijama prosto zato što su teorije složeni simboli, “slike koje proizvodi naš duh i zbog toga na njih nužno utjecu karakteristike nacina na koji su naslikane”.¹⁶

Ova opća razmatranja navode nas tako na očekivanje da neće svaki pojam neke teorije biti povezan s izvjesnim eksperimentalnim pojmom pravila korespondencije. U svakom slučaju, primarna uloga mnogih simbola koji se javljaju u teorijama sastoji se u omogućavanju formuliranja teorije velike općosti, omogućavanju logičkih i matematičkih transformacija na relativno prost način, ili u tome što služe kao heuristička sredstva za proširenu primjenu teorije. Ilustracije ovakvih simbola su kontinuirane promjenljive i diferencijalni kolicnici matematičke fizike. Ovi simboli se široko upotrebljavaju usprkos činjenici da teorijski pojmovi, kao što su matematički kontinuirane funkcije gustoće ili trenutne brzine, kada se strogo matematički konstruiraju, ne odgovaraju ni jednom eksperimentalnom pojmu. Veliki broj primjera ovakvih simbola može se naći u izrazima kada se neka teorija uključuje u neki uobicaeni model – na primjer, u jezik analitičke mehanike koji govori o materijalnim točkama, u elektromagnetsku teoriju 19. stoljeća koja govori o eteru, ili u analitičku kemiju koja govori o valencijama, ili u jezik suvremene kvantne teorije u kome se govori o “val-cestici”.

Pošto se teorija konstruira zato da bi se pomoću njih objasnili mnogi eksperimentalni zakoni, jasno je da se takav cilj može, opće uzevši, postići samo ako je teorija tako izražena da se u njoj ne pojavljuju nikako strogo određeni eksperimentalni pojmovi. U pozitivnom bi teorija bila ograničena u svojoj primjeni na okolnosti za koje se baš ovi pojmovi relevantni. U stvari, ukoliko je šire područje moguće primjene jedne teorije, utoliko je siromašniji njen eksplicitno formuliran sadržaj u pogledu detalja iz nekog posebnog područja. Takvi detalji se naknadno unose u teoriju dodatnim pretpostavkama i pravilima korespondencije koja se uvode kada prilike zahtijevaju da se teorija primjeni u različitim eksperimentalnim kontekstima. Međutim, to ne znači da znanstvene teorije postaju sve više lišene sadržaja kada se širi područje njihove primjene. To znači da jednom teorijom nastojimo da izrazimo veoma opću strukturu odnosa koja je nepromjenljiva u velikom broju eksperimentalno različitih situacija, ali koja se može bliže odrediti povećanjem broja osnovnih postulata te teorije uvođenjem restriktivnih pretpostavki, tako da sustavno dobivamo jedan niz raznovrsnih subordiniranih struktura.

Navedimo jedan primjer iz Newtonove mehanike. Prema toj teoriji, promjena momenta jednog tijela jednak je sili koja na to tijelo djeluje. To se može napisati kao $ma = F$, gdje je “ m ” masa tijela, “ a ” ubrzanje, “ F ” sila. Iz ovog osnovnog postulata može se izvesti izvjestan broj općih posljedica o kretanju tijela, mada nije opisana priroda sile koja može djelovati na tijelo. Međutim, ništa se ne može izvesti iz ove jednačbe o stvarnom kretanju jednog tijela ukoliko se, između ostalog, ne uvedu nove pretpostavke o sili za koju se pretpostavlja da djeluje – pretpostavke koja u nekim slučajevima uključuje i neko pravilo korespondencije između teorijskog pojma sile i izvjesnih eksperimentalnih pojmova. Osnovni postulati Newtonove teorije sadrže vrlo malo formalnih ograničenja za matematičke funkcije koje se mogu upotrijebiti za opisivanje prirode sile. Međutim, u praksi ove funkcije su relativno proste. Na primjer, u proučavanju vibracija općeg oblika funkcije sile je $F = Ar + Br^2 + Cr^3 + Dv + Ef(t)$, gdje je “ r ” odstojanje tijela od neke utvrđene točke, “ b ” brzina tijela duž ove prave, “ $f(t)$ ” je funkcija vremena t , dok su “ A ”, “ B ”, “ C ”, “ D ” i “ E ” proizvoljne konstante kojima se dodjeljuje različite numeričke

¹⁶ Heinrich Hertz, *The Principles of Mechanics*, London, 1899. (preštampano u New Yorku, 1956), str. 2.

vrijednosti u zavisnosti od problema koji ispitujemo. Na primjer, ako je A negativno dok su ostale konstante jednake nuli, tijelo pokazuje prosto harmonijsko kretanje bez otpora trenja; ako su A i D negativni dok su ostale konstante jednake 0, tijelo pokazuje prigušeno harmonijsko kretanje; ako su A i D negativni, E je razlicito od nule, dok su B i C jednaki nuli, a $F(t)$ periodicna funkcija vremena, tijelo pokazuje usiljenu vibraciju itd. Uopce, bliže određujući F na razlicite nacine, razliciti eksperimentalni zakoni mogu se deducirati iz osnovnih jednadžbi Newtonove mehanike.

Iako ovaj primjer ne predstavlja paradigmaticni slucaj svih teorija – zbog toga što ne posjeduju sve teorije parametre koji se mogu bliže odrediti kao u našem primjeru – ovaj primjer pokazuje jedan važan nacin na koji se teorija razlikuje od eksperimentalnih zakona kao i nacin na koji neka teorija postiže veoma veliku općenitost. Za razliku od pojmova koji se javljaju u eksperimentalnim zakonima, teorijski pojmovi koji se upotrebljavaju u osnovnim pretpostavkama jedne teorije ne moraju biti povezani ni sa jednim eksperimentalnim pojmom ili mogu biti povezani s eksperimentalnim pojmovima koji se mijenja od konteksta do konteksta. Mogucnost proširivanja teorije na nova područja ovisi o znatnoj mjeri baš od ove odlike. Ovaj primjer takoder potvrđuje stav da jedna teorija suvišna u znanstvenom istraživanju sve dok se nekim pravilima korespondencije ne poveže s nekim osobinama koje možemo identificirati u izvjesnom području.

U daljnjem dijelu izlaganja obratimo pozornost na jednu bitnu karakteristiku znanosti a to je znanstvena metoda koju cemo pokušati opisati u kratkim crtama, jer detaljnija analiza bi zahtijevala mnogo više prostora nego što to omogućava ovako koncipirana knjiga. Možemo napomenuti da je znanstvena metoda toliko važna za znanost i znanstvenu spoznaju da se cesto identificira sa njom kao jednom osnovnom karakteristikom i jedino njoj svojstvenoj. Ovo naglašavamo zbog jedne činjenice da se, na primjer u filozofskoj tradiciji, cesto tražilo slicno rješenje u o postavljanju jedne jedinstvene i opcepriznate metode “istraživanja” ili “filozofiranja”. U sklopu filozofije nije došlo, a možda je nemoguće da se uspostavi, takva jedna jasna metoda, možemo napomenuti da je u filozofskoj tradiciji cesti uzor metode bio upravo deduktivni model Euklidove geometrije itd. Baš zbog svoje važnosti, znanstvena metoda ce biti cesto i tema filozofskih promišljanja tj. tema filozofije znanosti.

1.2. Znanstvena metoda

1.2.1. Činjenice i znanstvena metoda

Rasprava o znanstvenoj metodi je fundamentalno pitanje i odgovor na njega je razlicit, ali mi cemo dati neke karakteristike koje smatramo opcim i opce prihvacenim. Metoda znanosti ne teži da na kapriciozan nacin toku stvari nametne želje i nade ljudi. On u stvari mora da se primjenjuje da zadovolji želje ljudi. Ali njegova korisna primjena zavisi od nastojanja da se na pomisljen nacin, i nezavisno od toga što su ljudske želje, upozna, kao i da se iskoristi struktura koju ima neprekidni tok stvari.

Znanstvena metoda¹⁷ ima cilj da otkrije što su stvarno činjenice, a u primjeni metoda moramo se rukovoditi tim otkrivenim činjenicama, pri cemu moramo imati na umu da se ne može bez razmišljanja otkriti što su činjenice. Znanje o činjenicama ne može da se izjednači s grubom neposrednošću naših osjeta. Tako na primjer kada naša koža dode u dodir s tijelima visokih temperatura ili s tecnim zrakom, neposredna iskustva mogu da

¹⁷ U dodatku vidjeti neke osnovne podatke o znanstvenoj metodi.

biti slična. Međutim, mi ne možemo da zaključimo a da ne pogriješimo da su temperature tijela koja smo dodirnuli iste. Čulno iskustvo postavlja *problem* za saznanje, i baš zbog toga što je takvo iskustvo neposredno i osnovno ono mora postati oživotvoreno misaonom analizom prije nego što se može reći da se javilo znanje.

Svako istraživanje nastaje zbog nekih problema koji se naslućuju, tako da se nijedno istraživanje ne može obaviti bez izvjesnog odabiranja ili izdvajanja predmeta koji se nametnuo. Takav izbor zahtijeva, prethodno stvoreno mišljenje- hipotezu, predrasudu koja usmjerava istraživanje i ograničava predmet proučavanja. Svako istraživanje je specifično u tom smislu što mora da riješi određeni problem, a takvo rješenje okončava istraživanje. Beskorisno je prikupljati "činjenice" ako ne postoji problem za koji se vjeruje da je u njima sadržan.

Sposobnost da se formuliraju problemi čije rješenje može da pomogne i u rješavanju drugih problema redak je dar koji iziskuje izvanrednog genija. Problemi na koje nailazimo u svakodnevnom životu mogu da se riješe, ako uopće mogu da se riješe, primjenom naučnog metoda. Ali takvi problemi, kao po pravilu, ne postavljaju dalekosežna sporna pitanja. Najznacajnije primjene znanstvenog metoda treba tražiti u raznim prirodnim i društvenim znanostima.

Kako znanstvena metoda ima za cilj da odredi skup „činjenica,, , ukratko recimo kako "činjenice" do kojih teži da dospije svako istraživanje jesu stavovi za čiju istinitost postoji znatno svjedocanstvo. Otuda ono što "činjenice" jesu mora da se odredi istraživanjem, i ne može se odrediti prije istraživanja. Osim toga, ono što vjerujemo da su činjenice očigledno zavisi od stupnja našeg istraživanja. Stoga ne postoji oštra granica koja dijeli činjenice od nagađanja ili hipoteza. U toku svakog istraživanja status jednog stava može da se mijenja od statusa hipoteze do statusa činjenice, ili od statusa činjenice do statusa hipoteze. Za svaku takozvanu činjenicu *može* da se traži svjedocanstvo na osnovu koga se tvrdi da je to činjenica, iako se takav zahtjev stvarno ne postavlja. S problemom odnosa između činjenica i znanstvenog metoda usko je povezano i svjedocanstvo.

Znanstvena metoda slijedi put sistematske sumnje. On ne sumnja u *sve* stvari, jer je to očigledno nemoguće. Ali on zaista ispituje sve što nedostaje da bi svjedocanstvo koje tim stvarima ide u prilog bilo adekvatno. Znanost se ne zadovoljava psihološkom sigurnošću, jer intenzitet kojim se držimo jednog vjerovanja nije garancija njegove istinitosti. Ona zahtijeva i istražuje logički adekvatne razloge za stavove koje ona istice i niti jedan jedini stav koji se odnosi na činjenice nije van svake sumnje koja ima smisla. Nijedan stav nije tako dobro zasnovan da drugo svjedocanstvo ne može da poveća ili da smanji njegovu vjerovatnost.

Znanost je na taj način uvijek spremna da napusti jednu teoriju kada to činjenice zahtijevaju. Ali činjenice to stvarno moraju da zahtijevaju. Nije neobično da neka teorija bude modificirana tako da u suštini može biti zadržana čak iako su "činjenice" proturječile njenoj ranijoj formulaciji. Znanstveni postupak je otuda smiješa gotovosti da se izmjene i upornosti da se zadrže teorije koje su prividno nespojive s činjenicama.

Dalje, bliski pojam sa svjedocanstvom jeste verifikacija. Mi ćemo se problemu verifikacije vratiti kasnije u tekstu i zato, sada, možemo napomenuti samo nekoliko stavova. Verifikacije teorija je samo približna. Verifikacija prosto pokazuje da je, u okvirima eksperimentalne greške, eksperiment *suglasan* sa hipotezom koja se verificira.

U ovom kratkom određenju odnosa prema znanstvenim činjenicama jedno od ključni mjesta čini hipoteza i u sljedećem poglavlju, ukratko, analizirajmo odnos hipoteze i znanstvene metode.¹⁸

18 Za detaljniju analizu ovih stavova može poslužiti literatura objavljena na našim jezicima, kao što je primjerice: Moris Choen, Ernest Nagel, *An Introduction to Logic and Scientific Method*, (prijevod: Uvod u logiku i naučnu metoda), BIGZ, Beograd , 1965.god.

1.2.2. Neke karakteristike hipoteze i znanstvena metoda

Metoda znanosti bio bi nemoguć kada hipoteze, koje se sugeriraju kao rješenja, ne bi mogle da budu razradene da bi se otkrilo što one impliciraju. Pravi smisao jedne hipoteze treba otkriti u njenim implikacijama. U kratkim crtama opišimo neke karakteristike koje se odnose na hipoteze:

- Hipoteze se nameću istraživacu na osnovu nečega što je u predmetu istraživanja i na osnovu njegovog prethodnog znanja o drugim predmetima. Nikakva pravila ne mogu da se pruže za formuliranje plodnih hipoteza, kao što se nikakva pravila ne mogu dati za otkrivanje misaonih problema.
- Hipoteze su potrebne na svakom stupnju istraživanja. Ne smije se zaboraviti da ono što se naziva općim principima ili zakonima (koji su, možda, potvrđeni u prethodnom istraživanju) mogu da se primjene u sadašnjem, još nezavršenom istraživanju samo s izvjesnim rizikom. Opći zakon neke nauke funkcioniraju kao hipoteze koje usmjeravaju istraživanje u svim njegovim fazama.
- Hipoteze se mogu smatrati kao nagovještavanja mogućih veza između stvarnih ili zamišljenih činjenica. Pitanje istinitosti hipoteza nije zbog toga potrebno stalno postavljati. Nužna odlika hipoteze, s ovog gledišta, jeste da je hipotezu moguće izložiti u određenoj formi, tako da njene implikacije mogu da se otkriju logičkim sredstvima.
- Broj hipoteza koje istraživacu mogu pasti na pamet je neograničen; on je funkcija karaktera njegove mašte. Postoji zato potreba za jednom tehnikom da bismo izvršili izbor između alternativnih sugestija i da bismo se uvjerali da su alternative stvarno, a ne samo prividno, *različite* teorije. Možda je najvažniji i najbolje ispitani dio takve tehnike tehnika formalnog zaključivanja.
- Prikladno je imati pri ruci – na skladištu, da tako kažemo – različite hipoteze čije su posljedice pažljivo ispitane. Zadatak je matematike da pripremi i ispita alternativne hipoteze. Matematika prima nagovještaje o tome kakve hipoteze iz prirodnih nauka treba da proučava, a prirodne nauke duguju matematici za sugestije o tipu reda koji njihov predmet istraživanja otjelotvoruje.
- Deduktivna razrada hipoteza nije jedini zadatak znanstvenog metoda. Pošto postoji mnoštvo mogućih hipoteza, zadatak istraživanja je da se odredi koja se od mogućih objašnjenja ili rješenja problema najbolje slažu s činjenicama. Formalna razmatranja zato nikada nisu dovoljna da utvrde materijalnu istinu neke teorije.
- Nijedna hipoteza koja predstavlja opći stav ne može biti dokazana kao apsolutno istinita. U svakom istraživanju koje se bavi činjenicama primjenjuje zaključivanje po vjerojatnošću. Zadatak takvih istraživanja je da se odvoji ona hipoteza koja je najvjerojatnija na osnovu činjeničnog dokaznog materijala; a zadatak daljeg istraživanja je da se nađe drugo činjenično svjedočanstvo koje će povećati ili smanjiti vjerojatnošću takve jedne teorije.

1.2.3. "Ideal" znanosti

Ideal znanosti je da se postigne sistematska međusobna povezanost činjenica, jer izdvojeni stavovi zaista ne čine znanost. Izdvojeni stavovi služe samo kao prilika da se nađe logička veza između njih i drugih stavova.

"Zdrav razum" se zadovoljava raznovrsnim zbirkama obavještenja. Kao posljedica toga stavovi koje on tvrdi često su neodređeni, obim njihove primjene je poznat, a njihova međusobna suglasnost obično je veoma sumnjiva. Prednosti pronalaženja sistema među činjenicama otuda su očigledni. Uvjet da se stvori sistem je da se unese preciznost u stavove koji se tvrde. Granice u kojima su stavovi istiniti onda su jasno određene. Štoviše, proturječnost između stavova koji se tvrde postepeno se uklanjaju pošto stavovi koji su dio sistema moraju da obrazlažu i ispravljaju jedan drugi. Na taj način povećava se obim i točnost našeg znanja. U stvari nauci metoda se razlikuje od drugih metoda po točnosti i po broju činjenica koje izučava.

Kada, kako se to često dešava, jedna znanost napušta jednu teoriju radi neke druge, pogrešno je pretpostavljati da je znanost "bankrotirala" i da je nesposobna da otkrije strukturu predmeta koji izučava. Takve promjene prije pokazuju da znanost progresivno ostvaruje svoj ideal. Jer takve promjene nastaju da bi se ispravila ranija zapažanja ili rasuđivanje, a takve ispravke znače da posjedujemo pouzdanije činjenice. Ovdje moramo napomenuti da se samo kod jednog broja znanstvenika i filozofa znanosti prihvata tzv. kumulativni razvoj znanosti, jer postoji i neka druga mišljenja kao što je to slučaj sa T. Kuhnom, a o tome ćemo govoriti u drugom dijelu knjige.

Ideal sistematicnosti zahtijeva da stavovi za koje se tvrdi da su istiniti budu povezani bez uvođenja drugih stavova za koje ne postoji svjedocanstvo, ili je ono malo. U jednom sistemu broj nepovezanih stavova i broj stavova za koje nema svjedocanstva sveden je na minimum. Otuda u jednom sistemu zahtjevi za jednostavnošću, kao što je izraženo Okamovim pravilom, zadovoljeni su u velikoj mjeri. Jer taj princip tvrdi da entitete ne treba umnožavati bez potrebe. To se može interpretirati kao zahtjev da sve što se može dokazati bude dokazano. A ideal sistematicnosti baš to i zahtijeva.

Svjedocanstvo za stavove koji su elementi u jednom sistemu prikuplja se brže nego svjedocanstvo za izolirane stavove. Svjedocanstvo za jedan stav može da bude zasnovano na verificiranim slučajevima na koje se taj stav odnosi ili na slučajevima koji verificiraju *druge* stavove koji su opet povezani s prvim stavom u neki sistem. Ova osobina sistematicnosti naučnih teorija jeste ono što daje tako visok stupanj vjerojatnosti različitim pojedinacnim stavovima neke znanosti.

1.2.4. Osobina znanstvenog metoda da sam sebe ispravlja

Znanost "ne nastoji" da sebe uvjeri u istinitost svojih stavova na *bilo koji* način i po *bilo koju* cijenu. Stavovi moraju biti zasnovani na logički prihvatljivom svjedocanstvu, što se mora obazrivo procijeniti i ispitati dobro poznatim kanonima nužnog zaključivanja i zaključivanja po vjerojatnosti. Oдавде slijedi da je *metoda* znanosti stabilniji i važniji za znanstvenike nego neki poseban rezultat koji je postignut sredstvima tog metoda.

Zbog svog metoda znanstvena djelatnost je proces u kome ona sama sebe ispravlja. Ona se ne poziva na naročito otkrivenje ili autoritet čija je izjava nesumnjiva i konačna. Ona ne zahtijeva nikakvu nepogrješivost i počiva na metodama otkrivanja i provjeravanja hipoteza da bi se došlo do sigurnih zaključaka. I sami kanoni istraživanja otkrivaju se u procesu razmišljanja i u tijeku proučavanja mogu i sami biti modificirani. Svojom kontinuiranom primjenom metoda omogućuje da se greške zapaze i isprave.

Opci stavovi mogu da se utvrde samo metodom ponovljenog uzimanja uzoraka. Zbog toga se stavovi koje neka znanost proučava, ili potvrđuju u svim mogućim eksperimentima, ili se modificiraju u skladu sa svjedocanstvom. Osobina ovog metoda da sam ispravlja svoje rezultate dopušta nam da odbacimo neki stav, ali nam također jamči da su teorije koje usvaja znanost, vjerojatnije od neke alternativne teorije. Ali ne iziskujući

više sigurnosti nego što dopušta svjedocanstvo, znanstvena metoda uspijeva da ostvari više logičke sigurnosti nego neke druge metode koji su do sada izmišljene.

U procesu prikupljanja i ocjenjivanja svjedocanstva postoji neprekidno pozivanje na činjenice u korist teorije ili principa, i na principe u korist činjenica. Jer ne postoji ništa što je suštinski nesumnjivo, nema apsolutno prvih principa u smislu samo očiglednih principa, ili principa koji se moraju znati prije svega drugog.

Metoda znanosti na taj način bitno sadrži krug. Mi dolazimo do svjedocanstva za principe pozivajući se na empirijski materijal, za koji se tvrdi da je "činjenica"; uz to pravimo izbor, analiziramo i interpretiramo empirijski materijal na osnovu tih principa. Zbog svakog uzajamnog odnosa činjenica i principa sve što je sumnjivo brižljivo se ispita u ovom ili onom trenutku.

U dosadašnjem izlaganju date su samo neke opće karakteristike i to taksativno jer svaka od njih zahtijeva dodatna objašnjenja i problematiziranje. Određeni znanstvenici i filozofi imaju različite stavove, odricne ili manje afirmativne, u odnosu spram navedenim zaključcima. No, nama je za cilj u ovako koncipiranom dijelu dati ona bitna načela koje će čitatelju, ili studentu omogućiti shvaćanje problematike i daljnje studiranje.

1.2.5. Ogranicenosti i vrijednosti znanstvenog metoda

Želja za znanjem radi njega samog raširenija je nego što to obično priznaju antiintelektualisti. Ona ima svoje korijene u životinjskoj radoznalosti koja se ispoljava u kozmološkim pitanjima djece i u ogovaranju odraslih. Nikakav krajnji utilitaristički motiv ne goni ljude da žele da saznaju privatni život njihovih susjeda, bili oni veliki ili obični. Postoji također izvjestan poticaj koji uvlači ljude u različite intelektualne igre ili vježbe u kojima se od njih zahtijeva da nešto pronadu. Ali dok je želja za znanjem velika, ona je rijetko dovoljno jaka da nadvlada moćnije organske požude, i zaista je malo onih koji imaju i naklonost i sposobnost da se suoče s ogromnim teškoćama naucnog metoda u više specijalnih područja.

Ova želja za znanjem često nije dovoljno jaka da izdrži kritičko istraživanje. Ljude obično zanimaju rezultati, priča ili roman o nauci, a ne tehnički metodi kojima su ti rezultati postignuti i pomoću kojih se njihova istinitost neprekidno provjerava i određuje. Naš prvi impuls je da prihvatimo vjerojatno kao istinito i da odbacimo ono što nam nije blisko kao lažno. Mi nemamo vremena, naklonosti ili energije da sve ispitamo. Stvarno, kada nas neko pozove da to učinimo, osjećamo dosadu i osjećamo kako nam se kvari raspoloženje. A kada neko od nas zatraži da svoja čijenjena vjerovanja tretiramo samo kao hipoteze, mi žestoko bunimo kao kada neko vrijeda naše bližnje. Ovo pruža osnovu za različite pokrete koji su neprijateljski postavljeni prema racionalnom naucnom postupku (mada se njihovi pokretaci često ne slažu da su neprijateljski postavljeni prema nauci).

Misticari, intuicionisti, autoritativisti, voluntaristi i fikcionalisti – sve oni pokušavaju da potkopaju poštovanje prema racionalnim metodama nauke. Ovi napadi su uvijek nailazili na široko odobravanje, i ima uvjeta da se tako i nastavi, jer oni uvijek utiču na odgovarajuću crtu u ljudskoj prirodi. Na žalost, oni ne pružaju nikakav pouzdani alternativni metoda za postizanje povjerljivog znanja. Veliki francuski pisac Pascal suprotstavio je logici duh tananosti ili osjećajnosti (*esprit géométrique* i *esprit de finesse*) i uporno je dokazivao da srce ima svoje razloge kao i duh, razloge koji ne mogu točno da se formuliraju, ali koje tanani duhovi i pored toga shvaćaju. Različiti ljudi, kao što su James Russel Lowell i Georg Santajana, slažu se kako je: "Duša je još tajanstvena", "Mudrost je pouzdati se u srce ... pouzdati se u nepobjedivo naslucivanje duše".

Istina je da se u odsustvu sveznanja moramo osloniti na nagađanje naše duše; a veliki ljudi su oni čija su nagađanja ili intuitivna naslucivanja duboka ili prodorna. Samo djelujući u skladu s našim nagađanjem možemo doći do svjedocanstva koje ide njemu u prilog. Ali samo pustoš može da slijedi iz brkanja jednog naslucivanja sa stavom za koji već postoji svjedocanstvo. Da li su svi razlozi srca jaki? Da li sva prorocanstva govore istinu? Tužna povijest ljudskog iskustva osobito obeshrabruje svako takvo tvrđenje. Mistička intuicija može dati ljudima apsolutnu subjektivnu izvjesnost, ali ne može da pruži dokaz da su suprotne intuicije pogrešne. Očigledno je da mi moramo logički da ocjenjujemo, kada se autoriteti spore, svjedocanstvo koje ide njima u prilog ako želimo racionalno da biramo. Sigurno, kada se traži istina, nije nikakav odgovor ako se kaže: "Ja sam uvjeren" ili "Više volim da se oslonim na ovaj nego na neki drugi autoritet". Gledajte da prirodne znanosti ne vode dokazanosti, već da su samo fikcija, ne uspijeva da objasni zašto su nam one omogućile da anticipiramo prirodne pojave ili da ih kontroliramo. Ovi napadi na znanstvene metoda dobiju izvjesnu boju vjerojatnosti zbog nekih tvrdjenja njegovih nekritičkih, oduševljenih pristalica koja se ne mogu braniti. Ali u suštini znanstvenog metoda jeste da ograničava svoje osobne pretenzije. Priznajući da ne znamo sve, on ne tvrdi da je sposoban da riješi sve praktične probleme. Greška je pretpostavljati, kao što se često čini, da nauka porice istinitost svih stavova koji nisu provjereni, jer ono što nije provjereno danas može da se provjeri sutra. Do istine možemo doći nagađanjem ili na drugi način. Znanstvena metoda se ipak bavi verifikacijom.

Kao što je opće poznato, mudrost onih koji su zauzeti tim poslom popularno se ne cijeni tako visoko kao mudrost mudraca, proroka ili pjesnika. Također, kao što je opće poznato, mi ne znamo na koji način da ulijemo kreativnu inteligenciju onima kojima ona nedostaje. Znanstvenici, kao i sva druga ljudska bića, mogu da uđu u kolosijek i da primjenjuju svoju tehniku bez obzira na okolnosti koje se mijenjaju. Uvijek će biti formalnih postupaka koji su neplodni. Definicije i formalne distinkcije mogu da izoštre instrumente, ali ne i pamet da bismo ih pravilno upotrebljavali, a statistički podaci mogu biti u skladu s najvišim tehničkim kriterijima i još uvijek da budu irelevantni i neuvjerljivi. Pa ipak, znanstvena metoda je jedini način da se poveća opća masa ispitanih i provjerljivih istina i da se eliminiira proizvoljno mišljenje. Dobro je objasniti naše pojmove zahtijevajući precizno značenje naših riječi i dobro je pokušati da provjerimo naše omiljene ideje primjenjujući ih na precizno formulisane stavove.

Postavljajući pitanje o socijalnoj potrebi za znanstvenom metodom, treba priznati da je teško ili nemoguće ne uzdržati se od suda koji je bitan za taj metoda kada smo pritisnuti zahtjevima za neposrednom akcijom. Kada je moja kuća u plamenu, moram da djelujem brzo i neodložno – ja ne mogu stati i razmotriti moguće uzroke, niti čak da točno procjenjujem izgleda na uspjeh koji su obuhvaćeni različitim alternativnim načinima reagiranja. Iz tog razloga oni koji su skloni nekom specifičnom načinu djelovanja često preziru one koji su se posvetili razmišljanju, a izvjesni ultramodernisti izgleda da dokazuju kao da je nužnost akcije jamčila istinitost našeg rješenja. Ali činjenica da ja ili moram glasati za kandidata *X* ili da se moram uzdržati od toga, sama po sebi ne daje mi o tome adekvatno znanje. Ponavljanje naših kajanja čini to očiglednim. Razborito uređeno društvo je zbog toga snabdjeveno sredstvima za predviđanje i razmatranje *prije* nego što nužnost akcije postane neodoljiva. Da bi se obezbjedilo najtemeljitije istraživanje, mora se diskutirati o svim gledištima, a to znači dopuštanje gledišta koja su nam *prima facie* i najodvratnija.

Uopće najvažniji društveni uvjet za primjenu znanstvenog metoda je rasprostranjenost težnja ka istini, dovoljno jaka da se odupre moćnim snagama koje čine da se uporni držimo starih gledišta, ili, obratno, da prihvatimo svaku novost zato što je promjena. Onima koji su angažirani u naučnom radu potrebno je ne samo slobodno vrijeme za razmišljanje i

materijalna sredstva za njihove eksperimente već i zajednica koja poštuje težnju ka istini i dopušta slobodu izražavanja intelektualne sumnje u njene najsvetije ili najutvrđene institucije. Bojazan da se ne uvrede utvrđene dogme bila je prepreka razvitku astronomije i geologije, kao i drugih prirodnih nauka, a strah da se ne uvrijedi osjećanje patriotizma ili poštovanja možda je jedna od najvećih smetnji u proučavanju povijesti i društvenih nauka. S druge strane, kada zajednica bez razlike pozdravlja svaku novu doktrinu, ljubav prema istini postaje podređena želji za novim formulacijama.

U cjelini se može reći da sigurnost znanosti zavisi od toga da li postoje ljudi koji više brinu za ispravnost svojih metoda nego za neke rezultate koji se dobiju njihovom primjenom. Iz toga razloga nesreća je za znanost kada se znanstveno istraživanje u društvenoj oblasti u velikoj mjeri nalazi u rukama onih koji nisu u povoljnom položaju da se suprotstave utvrđenom ili popularnom mišljenju.

To se može drukcije izraziti ako se kaže da prirodne nauke mogu biti liberalnije zato što smo sigurni da će budalasta mišljenja brzo eliminirati pod pritiskom činjenica. Međutim, u društvenoj oblasti nitko ne može reći kakvo zlo može proizaći iz budalastih ideja prije nego što se ludost konačno ne dokaže. Ako se uopće može dokazati. Nijedna mjera znanstvenog metoda ne može da spriječi da ljudski život bude avantura i nijedan znanstveni istraživač ne zna da li će postići svoj cilj. Ali znanstvena metoda zaista omogućuje velikom broju ljudi da koracaju sigurnijim koracima. Analizirajući mogućnosti za svaki korak ili plan, postoje moguće anticipirati budućnost i pripremati se za nju unaprijed. Znanstvena metoda tako smanjuje zaprepaštenje pred novošću i neizvjesnošću života. On nam omogućuje da odredimo smjernice djelovanja i moralnog procjenjivanja koje odgovaraju širim pogledima nego što su pogledi na osnovu fizičkog nadražaja i organskog uzvraća.

Znanstvena metoda je jedini uspješan način da se pojača ljubav prema istini. On razvija intelektualnu hrabrost da se suočimo s teškoćama i da savladamo iluzije koje su privremeno prijatne, ali na kraju štetne. On utvrđuje razlike bez ikakve vanjske sile pozivajući se na našu zajedničku racionalnu prirodu. Put znanosti, čak iako je to uz strmu planinu, otvoren je svima. Otuda, dok su vjerovanja sektaša i pripadnika raznih grupa zasnovana na ličnom izboru ili temperamentu i dok to dijeli ljude, znanstveni postupak sjedinjuje ljude u nečemu plemenitom, lišenom svakog sitnicarenja. Zbog toga što zahtijeva nepristranost, nesebičnost, to je najljepši cvijet i probni kamen slobodoumne civilizaciji.

U daljnjem dijelu obratimo pozornost na neke karakteristike znanstvenih teorija, dakako opet u taksativnom obliku.

1.2.6. Apstraktna priroda znanstvenih teorija

Nijedna teorija ne tvrdi *sve* što je moguće reći o nekom predmetu istraživanja. Svaka teorija *zdvaja* neke aspekte i isključuje druge. Kada to ne bi bilo moguće – ili zato što su ti drugi aspekti irelevantni, ili zato što je njihov utjecaj na one izabrane aspekte vrlo neznatan – znanost kakvu poznajemo bila bi nemoguća.

- Sve teorije sadrže apstrakciju iz konkretnog sadržaja. Nikakvo pravilo ne može da se da o tome koji aspekt sadržaja treba da se apstrahira i da se na taj način proučava nezavisno od drugih aspekata. Ali zbog toga što je cilj znanosti postizanje sistematske međusobne povezanosti pojava, obično će se apstrahirati oni aspekti koji omogućuju ostvarenje tog cilja. U pojavi koja se proučava mora da se pronađu izvjesni zajednički elementi, tako da se beskonačna raznolikost pojava može smatrati sustavom u kome je izložena njihova struktura.

- Zbog apstraktnosti teorija često izgleda da je znanost u otvorenoj protivrivjecnosti prema "zdravom razumu". U "zdravom razumu" ne razlikuje se jedinstveni karakter stvari od osobine stvari da se međusobno prožimaju, tako da pokušaj nauke da otkrije nepromjenljive oblike često daje privid izvještacenosti. Teorije se zatim smatraju zatim smatraju za "korisne fikcije" ili "nerealne". Ipak u takvim kritikama previda se činjenica da znanost zanimaju baš izvjesne *izdvojene nepromjenljive relacije* stvari, tako da mnoga svojstva stvari znanosti nužno zanemaruju. Štoviše, u njima se zaboravlja da i sam "zdrav razum" operira pomoću apstrakcija koje su uobicajene i često nejasne i koje su nepodesne da izraze kompleksnu strukturu toka stvari.

1.2.7. Tipovi znanstvenih teorija

Znanstveno objašnjavanje se sastoji u podvođenju pojedinacnih događaja, za koje se kaže da ih treba objasniti, pod neko pravilo ili zakon koji izražava neko nepromjenljivo svojstvo jedne grupe događaja. Sami zakon mogu da se objasne, i to na isti način, pokazivanjem da su oni posljedice obuhvatnijih teorija. Efekt takvog progresivnog objašnjavanja događaja pomoću zakona, zakona pomoću širih zakona ili teorija, jeste otkrivanje uzajamne povezanosti mnogih prividno izoliranih stavova.

- Jasno je ipak da se proces objašnjavanja mora negdje zaustaviti. Teorije za koje se ne može pokazati da su specijalne posljedice šire povezanosti činjenica moraju se ostaviti neobjašnjene i moraju se prihvatiti kao dio sirove činjenice postojanja. Materijalni uvjeti, u formi nepredviđenih činjenica, moraju se priznati bar na dva mjesta. Postoji nepredvidljivost na stupnju culnosti: baš *ovo* a ne *ono* davano je u culnom iskustvu. I postoji nepredviđenost na stupnju objašnjavanja: određeni sustav, iako nije jedini mogući sustav s gledišta formalne logike, otkriva se ovaploćen u neprestanom mijenjanju stvari.
- Postoji ipak jedna druga zanimljiva razlika između teorija. Neke teorije se pozivaju na skriveni mehanizam koji je lako zamisliti i koji će objasniti opažljive pojave; druge teorije izbjegavaju svako upućivanje na takve skrivene mehanizme i upotrebljavaju *relacije* koje su apstrahirane iz stvarno opažljivih pojava. One prethodne se nazivaju *fizikalne* teorije, druge se zovu *matematičke* ili *apstraktne* teorije.
- Važno je biti svjestan razlike između ove dvije vrste teorija i uvidjeti da su neki duhovi narocito naklonjeni jednoj vrsti, dok su drugi naklonjeni samo drugoj vrsti. Ali je isto tako bitno ne pretpostavljati da je jedna od ove dvije vrste teorija osnovnija ili ispravnija od druge. U povijesti znanosti postoji stalna oscilacija između teorija ova dva tipa; ponekad se i jedan i drugi tip teorije uspješno primjenjuju na isti sadržaj. Objasnimo ipak razliku koja postoji među njima.

Engleski fizicar Rankine objasnio je razliku na sljedeći način: postoji dvije metode za građenje teorije. U matematičkoj ili apstraktnijoj teoriji "jedna klasa objekata ili pojava definira se ... opisivanjem ... onog skupa osobina koji je zajednicki svim objektima ili pojavama koje cine tu klasu, kako se opaža culima, bez uvođenja iced hipotetickog". U fizikalnoj teoriji "jedna klasa objekata se definira ... kao da je sastavljena na način koji nije opažljiv culima pomoću modifikacije neke druge klase objekata ili pojava čiji su zakoni već poznati."¹⁹

¹⁹ W. J. M. Rankine, *Miscellaneous Scientific Paper*, 1881, str. 210.,

U drugoj vrsti teorije gradi se neki zamišljivi model kao uzor za mehanizam koji je skriven za cula. Neki fizicari kao Kelvin mogu da se zadovolje samo mehanickim objašnjenjem opažljivih pojava, bez obzira koliko složen može da bude takav mehanizam. Primjeri za ovu vrstu teorija su teorija atoma u kemiji, kineticka teorija materije koja je razvijena u termodinamici i u teoriji o ponašanju gasova, teorija gena u proucavanju naslijeđa, teorija linija sile u elektrostatici i današnji Borov model atoma u spektroskopiji.

U matematickom tipu teorije odbaceno je pozivanje na skriveni mehanizam ili je, u svakom slucaju, svedeno na minimum. Kako se ovo može uciniti slikovito je opisao Henri Poincaré: "Pretpostavimo da imamo pred sobom neki stroj: vidimo jedino da se vodeci i gonjeni kotaci okreću, ali transmisija, mehanizam koji posreduje, pomocu koga se kretanje prenosi s jednog tocka na drugi, skriven je u unutrašnjosti stroja i izmice našem pogledu; mi zaista ne znamo da li se prijenos vrši prijenosnikom ili kaiševima, zupcanicima ili drugim napravama. Da li mi kažemo da je nemoguće da shvatimo bilo što o ovom stroju sve dok nam se ne dozvoli da je rastavimo? Vi dobro znate da to ne kažemo i da je princip održanja energije dovoljan da odredimo za nas najzanimljiviju stvar. Mi lako utvrđujemo da se gonjeni tockak okreće deset puta sporije od vodeceg tocka, pošto se ta dva tocka vide; mi smo otuda u stanju da zakljucimo da će prijenos koji je primijenjen na jedan tockak biti u ravnoteži s deset puta vecim prijenosom koji je primijenjen na drugom tocku. Za to nema potrebe da se ulazi u mehanizam ove ravnoteže i da se ulazi u mehanizam ove ravnoteže i da se sazna kako u unutrašnjosti stroja sile kompenziraju jedna drugu."

Primjeri za ovakve teorije su teorija gravitacije, Galilejevi zakoni slobodnog pada, teorija prenošenja toplote, teorija organske evolucije i teorija relativnosti. Kao što smo naglasili, nekorisno je raspravljati o tome koji je tip teorije osnovaniji i koji tip univerzalno treba usvojiti. Obje vrste teorija bile su uspješne u koordiniranju prostornih oblasti pojava i plodne u otkricima najznacajnije vrste. U nekim periodima u povijesti znanosti postoji tendencija ka mehanickim modelima i "atomicitetu"; u drugim, tendencija ka opcim principima koji povezuju karakteristike apstrahiranih iz direktno pažljivih pojava; u trecim tendencija ka spajanju ili sintezi ova dva gledišta.

Neki naucnici, kao Kelvin, Faradai, Makswell, pokazuju iskljucivo naklonost prema "model" – teorijama; drugi naucnici, kao Ranken, Ostvald, Diem, najbolje barataju s apstraktnim teorijama; treci, kao Einstein, imaju neobicani dar da podjednako dobro poznaju obje vrste.

U daljnjem razmatranju obratimo pozornost na neke opce stavove koji su neophodni ka izvjestan uvod u razmatranje problema filozofije znanosti.