

# IZ PERA POZNATIH O NAUKAMA

(kompilacija)

Goran Kostić

(Na kraju se nalazi mali rečnik.)

Nauke, mada počinju posmatranjem pojedinačnog, u suštini se ne bave pojedinačnim, već opštim principima koji važe za sve pojedinačne objekte date vrste. Celokupno ljudsko iskustvo o objektima jedne vrste ne daje nam osnovu za univerzalno tvrđenje o objektima te vrste; samo racionalna tehnika može da uopšti i učini univerzalnim naša pojedinačna iskustva.

Naše čulno iskustvo ne može biti jedina osnova nauke, jer bi njeni rezultati u tom slučaju bili fragmentarni i ograničeni. Naučni metod ne može počivati na shvatanju da je ljudski duh pasivan i da može da prima samo čulne utiske; čulni utisci nisu polazna tačka naučnih istraživanja, već su samo deo sadržaja našeg znanja, elementi u logičkoj analizi onoga što znamo.

Jedan objekat može da se menja samo ako u nizu uzastopnih promena ipak ostaje identičan, ako postoji neka stalna struktura koja jedina može biti predmet nauke; ako se ova stalna struktura zanemari ništa ne ostaje ni od promene. Prirodu stvari čini njihov nepromenljivi karakter, skup njihovih stalnih svojstava. Pojave u našem iskustvu su promenljive i nauka se nikada ne zadovoljava samo njima, već na osnovu tih manifestacija traži prirodu stvari.

U nauci nije dovoljno samo kvalitativno tumačenje neke pojave. Od teorije prirodnih nauka zahteva se detaljan proračun procesa i tek ako se on slaže sa činjenicama, ona se usvaja.

Svako ko ispunjava izvesne opšte uslove i ko postupa na način koji mu preporučuje naučna metodologija može u istim ili sličnim eksperimentalnim uslovima ponoviti postignute naučne rezultate i tako ih proveriti.

Svi dokazi zavise od prihvatanja izvesnih tvrđenja kao istinitih, zato se ne može dokazati istinitost nijednog tvrđenja nekome ko je dovoljno odlučan da u njega ne veruje.

Nauka nam nikada ne može pružiti apsolutne istine, drugim rečima ona nikada ne može da dokaže da su nemogući rezultati koji su suprotni njenim postignutim rezultatima, ali je uvek u stanju da svoje ranije rezultate ispravi. Tako je autokorektivnost bitna karakteristika naučnog metoda, i na taj način nauka ima mogućnosti da stalno povećava verovatnoću svojih rezultata. Sistemu nauke nije potreban nikakav spoljni princip koji bi popravljao netačnosti i pogrešne postupke.

Jedan od preduslova koje je potrebno ispuniti za uspešno bavljenje naukom je biti objektivan. Mi često vidimo, ono što očekujemo da vidimo, pre nego ono što se stvarno dešava. Biti objektivan vrlo je teško, pa često put do objektivnog mišljenja vodi preko grešaka.

Poverenje u adekvatnost naučnog metoda svakako ne znači puno poverenje u pojedinačne rezultate dobijene tim metodom; to ne znači čak ni poverenje u pojedinačne naučne metode uzete izolovano, već poverenje u bitnu autokorektivnost naučnog metoda koji je u principu jedini raspoloživi metod usvajanja i povećanja ljudskih znanja.

Matematika uživa posebno poštovanje, iznad svih drugih nauka. Razlog je taj što su njena tvrđenja apsolutno sigurna i neosporiva, dok su ona kod drugih nauka do izvesne mere sporna i u stalnoj opasnosti da se sruše novootkrivenim činjenicama. Uprkos tome, istraživač u drugim naučnim granama ne bi trebao da zavidi matematičaru jer se tvrđenja matematike odnose samo na predmete naše mašte, a ne na predmete iz stvarnosti. Postoji i drugi razlog za visoku reputaciju

matematike: matematika je ta koja egzaktnim prirodnim naukama pruža određenu meru sigurnosti kakvu one bez matematike ne bi mogle postići.

U fizici možemo razlikovati teorije raznih vrsta. Većina njih su *konstruktivne*. One polaze od traženja neke relativno jednostavne formalne šeme, koja je takva da se na osnovu nje izvedeni zaključci slažu sa iskustvenim činjenicama. Tako na primer, kinetička teorija gasova traži da se mehanički, toplotni i difuzioni procesi svedu na kretanje molekula, to jest, da se izgrađuju na osnovu kretanja molekula. Kada kažemo da nam je uspelo da shvatimo neku grupu prirodnih zbivanja, mislimo pod tim uvek, da smo našli takvu konstruktivnu teoriju koja u sebi obuhvata dotične događaje.

Pored ove najvažnije grupe, postoji i druga grupa teorija koje možemo nazvati *principskim teorijama*. One se ne služe metodom sinteze već metodom analize. *Ishodišta i temelje* kod njih ne grade pretpostavljeni konstruktivni elementi već iskustveno nađena opšta svojstva prirodnih zbivanja, principi iz kojih zatim slede matematički formulisani kriterijumi koje treba da zadovolje pojedini događaji (odnosno njihovi teorijski prikazi). Tako termodinamika nastoji, na osnovu opšteg iskustvenog rezultata da je perpetuum mobile nemoguć, analitički da pronade potrebne uslove koje moraju da zadovolje pojedini događaji. U principske teorije spada opšta teorija relativnosti, delo Alberta Ajnštajna koje se smatra vrhunskim dometom ljudske misli na području nauka.

Metod nauka mora da bude empirijski. Znanja o svetu se ne mogu samo dedukovati iz opštih pretpostavki, već se mora prihvatiti da su iskustvo i eksperiment važni za svaku vrstu saznanja; moramo se odreći naših opštih principa ako se oni pokažu kao neodrživi. Ma koliko naše ideje mogu da budu apstraktne i udaljene od običnih poslova, njihovo značenje mora na kraju da bude objašnjeno odnosom prema stvarima i operacijama u opštem iskustvu.

Istom skupu iskustvenih podataka može odgovarati nekoliko teorija koje se međusobno prilično razlikuju. Ali što se tiče zaključaka iz teorija koji se mogu proveriti, njihovo podudaranje je ponekad toliko veliko da postaje teško da se pronađu posledice u kojima se te dve teorije razlikuju. Kao primer spomenimo Darwinovu teoriju razvoja vrsta odabiranjem u toku borbe za opstanak, i teoriju razvoja koja se zasniva na pretpostavci naslednog prenošenja stečenih svojstava. Drugi primer dalekosežnog podudaranja zaključaka, i pored bitnih razlika u osnovnim pretpostavkama, imamo kod Njutnove mehanike na jednoj strani i opšte teorije relativnosti na drugoj. Od dve teorije, koje pravilno vrednuju sveukupnost poznatog iskustva u nekom naučnom predmetu, prednost se daje onoj koja zahteva manje nezavisnih pretpostavki.

Od samog početka postoji težnja za pronalaženjem jedinstvene teorijske osnove za sve nauke, koja će se sastojati od najmanjeg mogućeg broja pojmova i osnovnih odnosa od kojih se logičkim razmišljanjem mogu stvoriti svi drugi pojmovi i relacije među njima. Mi nemamo tako jedinstvenu (opštu) teoriju u kojoj su sve fizičke teorije (mehanika, elektrodinamika, teorija gravitacije, itd.) pojedinačni (granični) slučajevi. Element pojavnog je neizbežan. Prema definiciji jedinstvena (univerzalna) teorija može se definisati jedino na osnovu eksperimenata, bez pozivanja na opštiju teoriju. Suviše je rano, međutim, govoriti o jedinstvenoj ili univerzalnoj teoriji. Ona još uvek ne postoji, ali ima nade (ili, bolje, postoji verovanje) da će univerzalna teorija biti konstruisana.

Nepostojanje jedinstvene teorije ne znači da je fizika sav kaos i nered. Fizika je logičnija od svih prirodnih nauka, u smislu da barata čvrstim fizičkim teorijama, koje objašnjavaju strahovit broj svojstava i pojava u prirodi. Fizika je potpuna jer je unutrašnje neprotivurečna i logički skladna, ona divno objašnjava sve važne eksperimente.

Zapažanja pokazuju da većina ljudi deluje uglavnom na nivoima osećaja i osećanja sa različitim stepenima razumevanja (intelektualnog procesa kojim se znanje proširuje). Malo ko je otkrio

delovanje koje je uglavnom zasnovano na razumevanju. Izuzetke čine matematičari sa velikim sposobnostima razmišljanja i rasčlanjivanja što podrazumeva visoko stanje svesnosti.

Cilj je svakog misaonog delovanja pretvaranje čuda u nešto razumljivo.

U pokušaju da se postigne pojmovna formulacija zbunjujuće velikog brda posmatračkih podataka, naučnik upotrebljava ceo arsenal pojmova koje je usisao praktično još sa majčinih mlekom; retko, ako ikada, svestan je večito problematičnog karaktera svojih pojmova. On upotrebljava taj pojmovni materijal ili, govoreći tačnije, ta misaona pojmovna oruđa *kao nešto* uobičajeno, nepromenljivo zadano; kao nešto što ima objektivnu vrednost istine u koju teško da se ikada, a u svakom slučaju nikada ozbiljno, može posumnjati.

Potrebno je u interesu nauke, upustiti se iznova u preispitivanje osnovnih pojmova i to zato da ne bismo bili nesvesno upravljani njima. To postaje jasno posebno u onim slučajevima koji uključuju razvoj ideja u kojima dosledna upotreba tradicionalno osnovnih pojmova vodi u paradokse koje je teško razrešiti.

Nove ideje u teoriji rađa genije i mašta ljudi koji stari problem mogu da sagledaju sa potpuno nove i neočekivane tačke gledišta.

Naučnik mora iskopati opšte principe koji se nalaze među velikim mnoštvom iskustvenih činjenica, zapažajući neka zajednička svojstva koje dopuštaju tačnu formulaciju. Zatim iz opštih principa treba da izvuče odgovarajuće zaključke. Za pronalaženje opštih principa ne postoji metod koji se može naučiti i zatim sistematski primenjivati tako da dovede do cilja. Za zadatak izvlačenja zaključaka iz opštih principa izlazi se iz škole opremljen zadivljujućim znanjem.

Posle uspešno obavljene formulacije opštih principa, zaključak sledi za zaključkom. Ali dok principi koji služe kao polazne tačke nisu pronađeni, neka činjenica nema nikakvog značaja za teoretičara; još više, on ne može da učini ništa sa izolovanim iskustvenim uopštavanjima uže ili šire primene. Ali on mora da istraje u svom nemoćnom položaju prema zasebnim rezultatima iskustvenog istraživanja, sve dok mu se ne ukažu principi koje može da učini osnovom za deduktivno razmišljanje.

Jezik kojim se služi čovek utiče na njegov razvoj pa istočni ideografski jezici usmeravaju ka mišljenju zasnovanom na pojavnom, iskustvenim (neegzaktnim) naukama i stvaralaštvu; a zapadni azbučni jezici usmeravaju ka apstrakciji i uopštavanju bez čulnih predstava, egzaktnim naukama i originalnosti.

Problemi iskustvenih nauka su složeniji od problema egzaktnih nauka koje barataju razloženom materijom.

## **Neki metodi nauka**

Šta se desava kada se otkrije nova pojava? Naglašavamo da se radi o pojavi. Nije uočeno samo nešto što ne možemo odmah objasniti, već i prethodno nepoznata svojstva materije (materije, ne mernog instrumenta). Otkriveno je, na primer, da hlađenjem do blizu apsolutne nule neki metali postaju električni provodnici bez ikakve otpornosti (superprovodnici). Ponekad je otkrivena pojava predviđena teorijom matematičkim izvođenjem iz osnovnih jednačina.

Obično je jasno (ili se tako čini) koja teorija opisuje novu pojavu. Ali nekada se dešava da teoretičari nisu mogli predvideti niti mogu objasniti neku otkrivenu pojavu. Baš takav slučaj bio je sa superprovodnošću. Šta se tada dešava? Da li se odbacuje vladajuća teorija? Nikako! U najgorem slučaju počinje se sa sumnjom da pojava stvarno leži u oblasti teorije kojoj je dodeljena. Ali pre svega pokušava se bar tačno opisivanje nove pojave. "Opisati" znači matematički odrediti veze između izmerenih karakteristika. Prirodno, teoretičar uvek pokušava da minimizuje broj izvornih

jednačina i da maksimizuje broj zaključaka izvedenih iz njih. Na tom uvodnom stepenu teorija obično sadrži posebne pretpostavke koje se prave radi opisivanja nove pojave. To proizvodi fenomenološku (pojavnu) teoriju. Fenomenološka teorija podstiče nove napore, sistematizuje već prikupljene podatke i tačno pokazuje odnose u teoriji koji su objašnjeni opštim prilazom, to jest, ona pokazuje vrstu formula koje se moraju matematički izvesti iz izvornih osnovnih jednačina; na ovaj način možemo protumačiti čitav skup eksperimenata važnih za novu pojavu. Kada se jednom formula izvede, pojava je konačno shvaćena, to jest, upotpunjena je teorija nove pojave. Tako je teorija superprovodnosti razvijana 45 godina posle njenog eksperimentalnog otkrića. Dakle, razumevanje je u ovom slučaju izvođenje traženih veza iz osnova opštije teorije.

Ponekad, pri praktičnom radu, potrebno je da postavimo fenomenološku teoriju o ispitivanom, iako postoji potpuna teorija. To se dešava kada je potpuna teorija iz oblasti koju ne poznajemo ili kada je njeno korišćenje nepodesno. Tako, na primer, možemo da postavimo fenomenološku teoriju o uticajima na brzinu prenosa signala kroz komparator, iako o ovome postoji potpuna teorija.

Posmatranjem ili eksperimentisanjem u prirodnim naukama dobijaju se podaci koji se odnose na jednu pojavu. Iz tvrđenja koje se odnose na ograničen broj pojedinih slučajeva iste vrste, možemo da izvedemo jedno tvrđenje koje se odnosi na sve slučajeve te vrste. Takvo izvođenje tvrđenja kažemo da je empirijska *indukcija* (ili fizička indukcija, nepotpuna indukcija, indukcija).

Tvrđenje izvedeno indukcijom kažemo da je *zakon*. Zakon je manje ili više razumna pretpostavka koja može da bude podložna promenama koje nalaže buduće iskustvo. Izvesnost zakona utvrđenog navedenim putem, zavisi od broja posebnih eksperimenata (ogleda, opita, zapažanja), kao i od broja potvrda zakona o kome je reč. Indukcijom se može doći do istinitih ili do neistinitih zaključaka. Istorija prirodnih nauka zabeležila je mnogobrojne primere neistinitih zaključaka izvedenih indukcijom.

Pored empirijske indukcije postoji i matematička (ili potpuna) indukcija. Za formule, relacije, svojstva i slično, u kojima je argument prirodan broj može se, u velikom broju slučajeva, matematičkom indukcijom, utvrditi da li su uvek važeće. (Ovo nije slučaj sa empirijskom indukcijom.)

Matematička indukcija zajedno sa empirijskom indukcijom su istraživački metodi. Za neke relacije dobijene empirijskom indukcijom ili intuicijom, može se matematičkom indukcijom utvrditi da li su uvek važeće.

Izvođenje zaključaka iz opšteg o posebnom, zove se *dedukcija*. Deduktivno zaključivanje nam omogućuje da otkrijemo šta je to na šta se moramo, da bi smo bili dosledni, obavezati ako usvojimo izvesna tvrđenja. Tako, ako usvojimo tvrđenje da dve prave linije ne mogu da čine jednu površinu, kao i neka druga poznata tvrđenja iz geometrije, moramo takođe usvojiti, kao što uskoro otkrivamo, da zbir uglova u trouglu ne može biti veći od dva prava ugla. Pravo značenje onoga u šta se veruje otkrivamo kada deduktivno ispitamo veze između raznih tvrđenja koje razmatramo. Jer, tvrđenja koja možemo biti skloni da usvojimo gotovo bez ispitivanja mogu imati posledice koje nas potpuno iznenađuju i koje od nas zahtevaju da modifikujemo naše prenapregnuto uzimanje tih tvrđenja za premise.

Logičke posledice jednog tvrđenja nisu pojave koje ga prate u vremenu, već su pre delovi njegovog značenja. O vezi između premisa i posledica može se reći sledeće:

- ako je premisa istina posledica *mora* biti istina
- ako je premisa laž posledica *može* biti istina
- ako je posledica laž premisa *mora* biti laž.

Ima više potreba za privremeno induktivno razmišljanje, kao u iskustvenim umetnostima i naukama, i za naglašeno opažanje (tj. brzo, oštroumno i intuitivno shvatanje promatranog), uz sve to deduktivno zaključivanje dolazi do izražaja kasnije pri proveru pretpostavki.

# Mali rečnik

- analitički** (grčki *analyo* - razrešavanje, cepanje, rasčlanjivanje) koji se zasniva na analizi; koji se odnosi na analizu; rasčlanjujući.
- analiza** (grčki *analyo* - razrešavanje, cepanje, rasčlanjivanje) rasčlanjivanje, metod naučnog istraživanja putem rastavljanja nečega na njegove najjednostavnije delove; rastavljanje nekog pojma u njegove oznake; prikaz.
- dedukcija** (latinski *deductio* od *deducere* - izvesti, izvoditi) izvođenje zaključaka iz opšteg o posebnom; metod mišljenja kod koga se od opšteg zakona dolazi do posebnih.
- definicija** (latinski *definitio*) određenje (ili odredba) pojma, objašnjenje jednog pojma drugim pojmovima, to biva naznačenjem najbližih pojmova tom pojmu i njegovih specifičnih razlika.
- dijalektika** (grčki *dielego* - razgovaram, raspravljam) nalaženje istine otkrivanjem protivurečnih pretpostavki koje se u toku mišljenja ukidaju; razmatranje prirodnih pojava kao rezultata uzajamnog delovanja i razvoja; veština raspravljanja.
- egzaktne nauke** (latinski *exactus* - tačan) nauke koje tragaju za precizno određenim saznanjima koja se mogu matematički i eksperimentalno izložiti i dokazati, npr. matematika, fizika, hemija, astronomija, i dr.
- empirija** (grčki *empeiria*) iskustvo; poučavanje putem posmatranja činjenica, nauka o iskustvu.
- forma** (latinski *forma*) oblik (suprotno od sadržine); nešto u čemu se jedan broj različitih objekata ili operacija slaže tako da objekti mogu da variraju, a forma još uvek da ostane ista.
- formalan** (latinski *formalis*) koji se tiče forme; vanjski, spoljašnji, po izgledu; bezsadržajan;
- hipoteza** (grčki *hypothesis* - podloga, osnova; izgovor) pretpostavka, pretpostavljanje; u nauci: pretpostavka koja treba da dopuni oskudno iskustveno saznanje; prethodno uzimanje neizvesnog i još nedokazanog, ali i nepobijenog, opšteg pravila radi objašnjenja jedne ili više činjenica.
- indukcija** (latinski *inducere* - uvoditi) izvođenje opšteg iz ograničenog broja pojedinačnog; električna indukcija.
- intuicija** (latinski *intui* - posmatrati, imati pred očima; razmišljati) osećaj; saznavanje bez iskustva ili razumnog zaključivanja, neposredno shvatanje.
- metafizika** (grčki *meta... + fizika*) suprotno dijalektici: posmatranje pojava ne u njihovoj uzajamnoj vezi i razvoju nego izolovano i u stanju mira i nepromenljivosti; idealistička filozofija o predmetima nepristupačnim iskustvu.

- metod** (grčki *methodos* - istraživanje, ispitivanje, put i način istraživanja) smišljeno i plansko postupanje pri radu ili mišljenju radi postizanja nekog uspeha, istine, saznanja; određeni put i način istraživanja prirodnih pojava; u istraživačke metode ubrajaju se: analiza, sinteza, indukcija, dedukcija, dijalektika i metafizika.
- nauka** znanje koje je opšte i sistematično, to jest ono u čijim se okvirima sva specifična tvrđenja dedukuju iz malog broja opštih principa; ovaj izraz primenjujemo samo kada je reč o prirodnim naukama, ili o visoko razvijenim granama znanja, a ne u slučaju običnog znanja o stvarima bez obzira koliko je dobro zasnovano.
- objektivan** (latinski *objectum* - predmet) predmetan, stvaran, koji postoji nezavisno od subjekta, njegovih opažanja, mišljenja i vrednovanja; uopšte koji se odnosi na objekt.
- perpetuum mobile** (latinski *perpetuum mobile* - večito pokretno) opšti naziv za sredstvo koje bi trebalo samo od sebe da stvara energiju, bez korišćenja nekog drugog izvora energije, npr. mašina ili sprava koja bi, jednom pokrenuta, obavljala neprekidno mehanički rad bez ikakvog spoljnog uticaja - što je nemoguće prema osnovnim zakonima fizike o održanju energije.
- premisa** (latinski *praemisa* - ranije postavljeno tvrđenje) nešto što je napred istaknuto, pretpostavljeno, jedno od dva tvrđenja u *silogizmu*, posrednom zaključku; *gornja* premisa ili *donja* premisa, zaključak ili zaključno tvrđenje.
- racionalan** (latinski *ratio* - razum) zasnovan na razumu, razuman; razumljiv, obdaren razumom; svrsishodan, dobro organizovan; naučni; suprotno od empirijskog.
- sinteza** (grčki *synthesis* - sastavljanje) metod proučavanja predmeta kao celine sa uzajamno povezanim njenim delovima; sinteza je u procesu naučnog saznavanja uzajamno povezana sa analizom; spajanje; spoj; skup; najviši domet.
- tvrđenje** uopštena veza između materijalnih predmeta koja ima značenje, ali ne fizički ili prostorno-vremenski učesnik u situaciji; može biti istina ili laž.
- teorija** (grčki *theoria* - gledanje, razmatranje; nauka) logičko uopštavanje iskustva; uopšteno iskustvo, čisto saznanje, nauka uopšte; sistem ideja u nekoj grani znanja i njihovo sistematsko izlaganje; učenje stvoreno od pretpostavki i zakona; knjiška učenost, školska mudrost (bez veze sa iskustvom).
- zakon** tvrđenje izvedeno indukcijom, manje ili više razumna pretpostavka koja može da bude podložna promenama koje nalaže buduće iskustvo.

Ovaj tekst čine izabrane rečenice raznih autora.  
Septembar 1985. Poslednja izmena 5. 4. 2009.

Iz:

Einsteinova opća teorija relativnosti (prevod sa engleskog), priredio Gerald E. Tauber, Globus, Zagreb, (1979.); st. 10, 40, 50, 55, 78, 120, 150, 201, 213.

Moris Koen, Ernest Nejšgel, Uvod u logiku i naučni metod (prevod sa engleskog), Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, (1982.); st. 8, 11, 12, 16, 37, 47.

M. I. Kaganov, Electrons Phonons Magnons (prevod sa ruskog), Mir Publishers, Moscow, (1981.); st. 17, 20.

Roy Katsumi Uenishi, Creativity and originality in science, objavljeno u: (UNESCO) Impact of science on society, no. 134/135, 1984.; st. 221.

D. Mitrinović, D. Mihailović, P. Vasić, Linearna algebra polinomi analitička geometrija, Izdavačko preduzeće Građevinska knjiga, Beograd, 1978.; st. 35.

Milan Vujaklija, Leksikon stranih reči i izraza, Prosveta, Beograd, 1980.

Dr Bratoljub Klaić, Rječnik stranih riječi izraza i kratica, Zora, Zagreb, 1958.

Leopold Infeld, Albert Ajnštajn (prevod sa engleskog), Nolit, Beograd, (1983.); st. 89.