

Ivan M. Antić

Fizički Zakon

posmatran kroz prizmu sukoba negativne epistemologije
i imperativa *veritas ultimae*

Beograd, April 2002.

"... da je Bog, budući svemoguć, mogao da započne Vaseljenu na bilo koji način. Možda je stvarno tako, ali u tom slučaju takođe je mogao da njen potonji razvoj učini postpuno proizvoljnim. No, kako izgleda, on se radije opredelio za to da se Vaseljena razvija na veoma pravilan način saglasan određenim zakonima."

Stiven Hoking, "Kratka Povest Vremena"

Možda najveće čudo ovog sveta jeste upravo ova činjenica da se sve ipak dešava (ili bolje: postoji) po nekakvim pravilima.

Nezavisno od toga koliko dobro mi poznajemo ta pravila i koliko smo u njih sigurni, *nesumnjiva* je činjenica da u nekoj aproksimaciji sve ima jedan lep oblik koji je sa istim parametrima uvek takav. Uzmemo li papir sa idealno slučajnim tačkicama, koliko god ga udaljavali ili okretali nećemo videti ništa novo. Sa prirodnim pojavama to nije slučaj i to je čarobno - kao kada bismo otkrili da planinski venci, inače kvrgavi, nepravilni i nepredvidivi, ispisuju neku reč.

Ono što je, međutim, još zanimljivije je to da naizgled nema nekog posebnog razloga da to bude tako! Taj nekakav Tvorac (može to biti i sama Vasiona) nije imao nekog posebnog razloga da izmišlja zakone, već je sve moglo da postoji bez reda, slučajno. Nama ljudima je ovaj izbor Tvorca posebno neshvatljiv: svi znamo koliko smeta svako pravilo i koliko je teže stalno paziti na pravila nego raditi opušteno. Ako slučajnost uopšte postoji, izgleda da smo mi ljudi jedini izvor toga u svemiru. Upravo se na nama lome svi ti zakoni jer fizika ne zna za pojam Života i nigde ga ne predviđa. Sa Životom dalje dolaze i pojmovi kao što su inteligencija ili volja, koje nećete naći nigde u matematici i koji su trenutno najveća čuda Vasiona.

Ipak - zakoni postoje. Oni su najviša kategorija sveta, rame uz rame sa prostorom i vremenom, masom i energijom, i kao takvi zaslužuju i zahtevaju pažnju svakoga ko istinski želi da upozna ili čak razume svet.

Istorija

Prva asocijacija na reč "istorija" jednom prosečnom fizičaru je najverovatnije - "dosadno". Ako bismo tog prosečnog fizičara zamolili da promisli još malo, on bi zaključio da je istorija nauke samo spisak propalih teorija zajedno sa imenima i datumima i ništa više od toga. Najzad, koga boli uvo što se neki Grk pre pet hiljada godina oduševljavao sitnim brojevima, što je ceo svet bio detinjasto tvrdoglav da prizna da je Zemlja okrugla, ili što su najveći umovi gledali elektricitet kao domoroci ogledalo... Istorija nam, međutim, govori mnogo više ako Učiteljicu pažljivo slušamo umesto da samo prepisujemo sa table.

Pružimo joj onda priliku da nas nauči nečemu. Zavalićemo se udobno i pustiti je da nam ispriča zanimljivu priču o našoj Fizici i njoj srodnim naukama: Za početak, pogledajmo prvo celu sliku izdaleka: prvo behu razni divljaci čijim svetom su upravljali duhovi, totemi i poneki bog. Onda su dugobrađi Grci iz dosade počeli da ozbiljnije tumače svet oko sebe, pa je na svaka dva Grka dolazilo tri teorije o ustrojstvu sveta. Potom su došli hrišćani, od Grka uzeli šta im se svidelo i to proglasili za jedinu Istinu te zabranili svaku sumnju, istraživanje i slobodno mišljenje. Onda su došli Galilej, Kepler i Njutn sa drugarima i svet više nikada nije bio isti: krenule su lavine otkrića, teorija, nauka, genija i tehničkog napretka, lavine koje se ni dan-danas ne zaustavljaju. U prošlom (dakle XX) veku mi smo to sve maksimalno zakomplikovali i postali prilično sigurni da smo otkrili većinu bitnih stvari i da su one (više-manje) stvarno takve. Dokaz za to nam je to što objašnjenja nemaju blage veze sa zdravim razumom ali su ipak matematički savršeno dosledna.

Dakle, kada istoriju nauke pogledamo ovako u totalu može se lepo videti da tu postoje određena čvorna mesta koja su najvrednija i najčudnija (Grci, Njutn i drugari, Plank i Ajnštajn). Ono što se nalazi u tim čvorovima (prelomnim mestima, tačkama prekida) jesu upravo novi **fizički zakoni** najvišeg nivoa, oni koji su dovoljno važni da se vide i iz aviona. Dalje, ako periode između ovih čvorova pažljivije ispitamo, videćemo da su i oni puni čvorića koji su takođe mali paklići u kojima su iskovani zakoni kakve danas znamo (ili kakve su nekad znali). Još se jedna stvar može primetiti, a to je da kako se približavamo današnjici, preokreti se mogu sve lakše (vremenski, personalno i sadržinski) odrediti. Upravo ovi preokreti su ono najzanimljivije u istoriji nauke, i upravo iz njih ćemo naučiti nešto o fizici, nauci i nama samima. No, krenimo redom: ista scena, drugi put - lagani švenk:

Prvo smo bili životinje. Nije nas zanimao svet oko nas sem onog dela koji je bio za jelo. Kako je vreme odmicalo, čudom evolucije razvijala se naša inteligencija pa su počele da se javljaju neke od naših najvrednijih osobina: čuđenje i divljenje. To je bilo čarobno vreme, vreme kada Priroda stvara poslednje od tri čuda. Prvo je stvorila sebe, potom život, i najzad inteligenciju. Svaki put nešto što ne samo da ranije nije postojalo, nego se ni na koji način nije moglo predvideti niti objasniti pre nego što je nastalo. Vasiona je dakle dobila novog stanara. Ono što on ume jeste - da pita. Pošto tada nije bilo ni pameti ni vremena da se na sva ta silna pitanja odgovori, odgovori su nalaženi po hitnom postupku - sve to rade duhovi, demoni i ostali nedefinisani stvorovi. Tim stvorovima se, međutim, nije trebalo mnogo baviti jer se o njima znalo sve što treba, a uz to su nas mogli i povrediti ako ih naljutimo.

Iako ovo možda ne liči mnogo na nauku, to je ipak vrlo važno doba kada se javlja pra-klica današnje nauke. Prvo se, naime, stvara sama potreba za objašnjenjem, nešto čega do tada nije bilo. Ubrzo se javlja i prvi odgovor na tu potrebu. Taj odgovor u sebi već sadrži neku ograničenu metafiziku i ideje o definicijama i odnosima: munja nastaje tako što je napravi duh Gromovnik (i to je sve što se o munji može reći), zvezde je na nebo okačio Bog (dakle nebo je svod a zvezde su

kao ugljvlje - to je njihova *priroda*), itd. Cela ova "nauka" je lepo zaokružena i nije bilo neodgovorenih pitanja. Ipak, učinjen je ogroman korak i ti naši preci su mogli biti veoma ponosni na svoje ideje i pre svega čast da se tim stvarima uopšte bave. Iako mehanizmi pojava ili mogućnosti njihove primene nisu bili poznati, to i nije bio problem, jer takvi pojmovi se u tim glavama jednostavno nisu javljali.

Posle nekog vremena naša inteligencija je uznapredovala a ni život više nije bio tako težak. Najlakše je valjda bilo Starim Grcima, pa su oni od silne dosade počeli da se bave umetnošću i razmišljanjem. Upitivanje sada ne samo da prestaje da biva ekspresno završeno ("Otkud munja?" -"Bacio Gromovnik." -"A, dobro."), nego čak postaje stvar prestiža. Ko god može raspravlja o politici, ekonomiji, poreklu i strukturi sveta. Ako već ne možeš da smišliš svoj model sveta, možeš da se prikloniš nečijem i nastaviš da je dokazuješ i ispituješ. A izbor ogroman. Velikom brzinom se otkrivaju mnoštva novih stvari za objašnjavanje (koja će dve hiljade godina kasnije postati nauke). Na sve strane se predlažu objašnjenja pojava i o njima žustro raspravlja dok Sokrat zapomaže da se stvari prvo definišu. Neki ga i poslušaju pa proglašavaju definicije koje, naravno, slede iz njihovih ideja o odnosima i poreklima. Sada, dakle, za razliku od praistorije imamo metafiziku, definicije, objašnjenja odnosa, a u većim školama se javlja i još jedan element - uputstva za rešavanje problema: sve se sastoji od vatre, vazduh je razređena vatra, tela padaju jer je u njihovoj prirodi da teže centru vasiona, a jednakostranični trougao se dobija presekom dva kruga sa centrima u krajevima duži. Sve se očigledno razvija i postaje sve bolje. Da su svi posle Grka bili mislioci, sve bi bilo čudesno, ali nije tako bilo.

Posle Grka dođoše Rimljani. Porobiše pola sveta, izgradiše puteve, koloseume i sve tako. Posle njih eto nama bezazlenih hrišćana koji ubrzo zavladaše svetom i baciše nauku u okove, u mračnu tamnicu. Beše jedna Istina, opet je glavni bio Bog, ali ovaj put niko nije smeo ništa da pita. Veliki umovi zadovoljavali su se razvijanjem postojećih dogmi. Bilo je dovoljno par vekova pa da svet zaboravi da išta drugo može i da postoji. A onda je papa malo zadremao i bi - Njutn.

Ovo je možda najveća prekretnica nauke od prvog praistorijskog "Hm?". Njutn je prekinuo grčku tradiciju velikih ideja iz bačenog pogleda i zamenio je daleko "naučnijim" pristupom. Prvi korak u tome je učinio Kepler koji se odrekao mehanizma "prvo dogma pa posle eventualno detalji" i krenuo od posmatranja. Eksperimentalnim rezultatima je prišao sa strahopoštovanjem i u njih pokušavao da udene neku teoriju. Tek kada je teorija nedvosmisleno *potvrđena*, Kepler se usudio da je nazove zakonom. Njutn je onda iskoristio njegove zakone *verujući u njih* i iz te suve drenovine iscedio nektar kojim će se hraniti buduće generacije.

Ovde se nećemo baviti konkretnim Njutnovim doprinosom fizičkoj nauci, ali ni suvim istorijskim naracijama vezanim za njegova velika otkrića¹. Njegovu ulogu ćemo ovde uzeti pre svega kao začetak modernih mehanizama nauke. Od kada su ih on i njegovi savremenici uveli, ovi mehanizmi se u svom najopštijem obliku nisu menjali. Tada je, naime, rođena prva *normalna nauka*. Ovaj pojam je tri stotine godina kasnije uveo Kun (Thomas S. Kuhn) čijim ću se modelom poslužiti u ovom poglavlju¹. Da bi smo videli šta je to normalna nauka potrebno je da prvo uočimo još neke stvari. Prvo treba videti šta normalna nauka *nije*. Kao što smo videli, pre Njutna (isključujući mračni Srednji Vek) se "nauka" sastojala od više škola koje su sve imale iste šanse da budu ispravne. Veliki deo naučnih aktivnosti je obuhvatao međusobne kritike i ubeđivanja koja su uglavnom bila uzaludna. Čak i sami nosioci škola nisu bili toliko uvereni u svoja učenja, pa nisu mogli da se opuste i svom silinom nastave istraživanja u toj oblasti. Istinitost neke teorije se utvrđivala reputacijom njenog autora, originalnošću ili ko zna kakvim sličnim "metodama". Praktičnost nauke i njena zasnovanost na praksi su smatrane za nedostojne filozofije, i usled toga većina prirodnih istraživanja i teoretisanja su bila prodavanje magle. Zbog nedostatka dogovora oko uslova validacije svako je mogao do besvesti da priča svoje i da njegova vera

¹ Za jedan vrlo zanimljiv opis otkrića zakona gravitacije vidi [1] str 5-16
i Iako neki smatraju da je ovaj model prevaziđen, ja u to nisam uveren

ne bude nimalo poljuljana. Sve ovo kao osnovnu odliku ima neproduktivnost i neefikasnost što je posledica po kojoj sve to što se dešavalo pre Njutna možemo razlikovati od normalne nauke.

Sada pogledajmo strukturu nečega što jeste normalna nauka. U samoj srži normalne nauke leži *paradigma*. Definisanje ovog pojma nije lak zadatak (i sam Kun je imao velikih problema zbog svojih stilskih nesavršenosti), ali je veoma važno da se on dobro razume. Paradigma predstavlja jedan širi skup nečega sličnog matematičkim aksiomima ili Svetom Pismu. To su dakle neke ideje na kojima stoji cela nauka i koje tu nauku usmeravaju, daju joj smisao i lični pečat. Matrica paradigme se retko (ako ikad) jasno definiše, ali to nikako ne utiče na izvesnost njenog postojanja. Većina naučnika proživi svoje plodne živote nesvesni da koriste jednu naučnu dogmu u koju nikad ne bi posumnjali. Neki elementi ove matrice se ipak mogu (najlakše posthumno) izdvojiti. Jedan od osnovnih elemenata svake fizičke paradigme je metafizika - to su one najopštije predstave o svetu oko nas. Mi, na primer na temperaturu danas gledamo kao na statistički oblik kinetičke energije, ali to nije uvek bilo tako (naša intuicija se još uvek tome protivi). Boga nema, nastali smo od majmunolikog pretka, $a=a$, dva tela ne mogu zauzimati isti prostor u isto vreme - sve ovo i još mnogo toga skrivenog leži u samim temeljima naših nauka i razmišljanja, usmerava nas i ograničava. Drugi element čine definicije pojmova i njihovi međusobni odnosi. Tako je u Njutnovoj mehanici sila definisana kao proizvod mase i ubrzanja (pa neka bude i promena impulsa..), što je mnogo više od "običnog" fizičkog zakona. To je nešto što pokazuje prirodu međusobne zavisnosti ovih veličina i pretpostavlja izvesnost njihovog postojanja. Ona govori da pojam sile u sebi "sadrži" pojam ubrzanja (i obratno) i odvikava nas od romansirano pogleda na svet. Naredna velika paradigma, ona Ajnštajnova, izbrisaće silu iz rečnika savremenih fizičara (ili bar pristalica relativizma), a masu staviti pod zavisnost brzine, izbacivši im iz ruku jednu lepu figuricu sa kojom se moglo štošta raditi... Treći element ove matrice predstavljaju vrednosni sistemi pomoću kojih se određuje šta je to 'elementarno' (i samim tim vredno daljeg istraživanja) a šta se može objasniti pomoću osnovnih pojmova (pa smo tako temperaturu zamenili molekulima i kinetikom, pre toga zemlju, vodu i vazduh hemijskim elementima a danas elemente zamenjujemo sistemima kvarkova).

Postoji bar još jedan važan deo svake paradigme, bez kojeg ne bi bilo normalne nauke. To su (više ili manje eksplicitno) određena pravila za postupanje pri rešavanju problema, i uopšte baratanju pojmovima te paradigme. Na primer, svi zadaci Njutnovske mehanike se rešavaju prepoznavanjem f , m i a u komplikovanim jednačinama i daljim rešavanjem po traženoj veličini. Studenti očekuju te tri veličine uvek u istom odnosu i čak znaju neke skrivene oblike tog istog. Nisu sva pravila ovako očigledna. Većinu njih studenti nesvesno pakupe tokom svog školovanja i potom jednako nesvesno primenjuju tako što prepoznaju *sličnosti* nekih problema sa nekim već rešenim. To prepoznavanje se trenira tokom školovanja, tako da naučnik *očekuje* određene poznate forme tokom svog rada. Ove sličnosti, međutim nisu nezavisne od paradigmi koje vladaju onim vremenom u kojem naučnik živi - one su, naprotiv, važan deo tih paradigmi, pa se kao takve mogu ubrzo pokazati kao "pogrešne". Pored ovih, postoji još elemenata paradigme, ali ni oni, baš kao ni ovi nabrojani nisu jasno ograničeni već međusobno isprepletani i tek zajedno predstavljaju relevantan pojam.

Ako smo se pravilno upoznali sa pojmom paradigme, od njega do normalne nauke ima manje od jednog koraka. Ako nekoj paradigmi pridodamo naučnu zajednicu koja u nju veruje, istraživanja koja ona vrši (a koja su u skladu sa paradigmom) i horde studenata-potomaka koji uče tu nauku (sada već zanat) ne sukobljavajući se sa njenim principima (paradigmom), dobićemo klasičan profil jedne zrele i uspešne nauke koja zna šta hoće i čime se bavi. Kada jedna oblast istraživanja prvi put dostigne ovaj nivo (kao što je to bilo sa fizikom u 17. veku) ona postaje nauka i od tada pa nadalje nastavlja da se razvija skokovitim prelascima sa paradigme na paradigmu. Ovaj "uobičajeni obrazac

zrele nauke"² poseduju sve prirodne nauke (ali i durštvene, sa manjim izmenama).

Hronološki gledano, paradigma (u pred-paradigmatičnom periodu) nastaje kada neko otkriće bude dovoljno ozbiljno, dovoljno originalno da privuče potencijalne pristalice, ali i dovoljno otvoreno za razne probleme koji bi se mogli rešavati u okviru nje. Međutim, "da bi bila prihvaćena kao paradigma, teorija mora da izgleda bolja od svojih konkurenata, ali ne mora da objasni, i zapravo nikad to i ne čini, sve činjenice s kojima može da se suoči"³. Moderna paradigma, dakle, nije odgovor na sve, niti pretenduje da bude nešto slično (kao Grčke škole ili religijske dogme). Ipak, postojanje paradigme je svakako bolje od haotične "demokratije" u nauci. Ona donosi mnoge pogodnosti i za same naučnike kao i za tempo razvoja date oblasti. Pogledajmo zato neke od blagodeti koje donosi paradigmatično istraživanje.

Prvo se može primetiti jedno raslojavanje prioriteta. Naime, počnu se nazirati relevantni efekti ili činjenice u posmatranim pojavama, koji se onda uzimaju kao oni koji su vredni pažnje. Za razliku od šume rezultata i duplo više objašnjenja koji postoje u pred-paradigmatičnom periodu⁴, sada se nazire neki red i budućem naučniku se olakšava posao tako što mu se sa leđa skidaju one pojave koje su paradigmom određene kao sekundarne. Sada dakle postoji *univerzalno* uverenje šta su pojave prvog reda (aksiomatski elementi, koje nije moguće ispitivati), šta drugog (odnosi osnovnih veličina i pojava koji su zanimljivi naučnicima) a šta ostalih redova (efemerne pojave koje iskorišćavaju inženjeri). Ovako se značajno povećava neka vrsta kolektivne naučne koncentracije i tako omogućavaju efikasniji prodori na polju date nauke.

Slično tome, novopostavljena paradigma oslobađa naučnika potrebe obraćanja široj publici. Darwin je svoj "The Origin of Species by means of Natural Selection" pisao u skoro naučno-popularnoj formi, jer u to vreme (naravno) nije bilo stručnjaka te vrste. Posle ovog pionirskog poduhvata, budući Darwinisti su mogli da se opuste i nastave rasprave jezikom manje razumljivim za ostatak sveta, bez grize savesti da ih niko neće razumeti i bez potrebe za uprošćavanjem. Sve što se radi u paradigmatičnoj (normalnoj) nauci ima garantovanu publiku koja je uz to i stručna i zainteresovana za temu, što je retko slučaj u predparadigmatičnom periodu.

Još jedna zanimljiva propratna pojava uvođenja paradigme (ne samo prve) jeste nemilosrdno odbacivanje svih pogleda koji ne prate mainstream za koji se opredelila većina. Takvu sudbinu je doživela astrologija koja je sa onoliko zasluga budućoj astronomiji i fizici nepravedno (ali opravdano) proglašena za gatačku disciplinu.

Sve u svemu, pojava ozbiljne paradigme stvara neophodne uslove za uspešno funkcionisanje nauke. Iako strogo (dogmatoidno) usmeravanje možda deluje neispravno, ono je ipak neophodno i ima jednu vrlo važnu ulogu, kao što ćemo videti kasnije.

Pre toga ćemo pogledati šta ta normalna nauka uopšte radi. Ako je paradigma rešila ona osnovna pitanja onda za naučnike više nema pravih izazova, pa zašto onda ne bismo sve to prepustili inženjerima a mi nauku proglasili konačnom i tražili prevremenu penziju? Nešto od ovoga se i dešava, ali ne odmah. Kada se paradigma uspravi na noge i oko sebe okupi prve oduševljene vernike, prvo što će oni raditi biće potvrđivanje te teorije na novim poljima i njena dalja artikulacija. Jedan od najboljih načina "dokazivanja" neke teorije je pokazivanje da se ona može prepoznati i na onim mestima gde se to nije očekivalo. Pošto paradigma obično podrazumeva zakone višeg reda, a do nje inicijalno dolazi iz potrebe objašnjavanja jedne ili nekoliko pojava, razumljivo je da će se ona prepoznati u još nekoliko "pojavnih oblika". Lep primer za to je "najveća generalizacija koju je ljudski um postigao", kako su je tada zvali - Njutnova teorija gravitacije. Nastala iz potrebe za objašnjenjem Keplerovih zaključaka, ona je sa nebeskih tela

2 [2] str 53

3 [2] str 59

4 "U odsustvu paradigme, ili nekog kandidata za paradigmu, sve činjenice koje mogu biti u vezi sa razvojem date nauke izleđaće podjednako relevantne", [2] str 56

proširena na sve što ima masu (što je tada značilo: sve postojeće). Takva jedna ekstrapolacija nikako nije inženjerski posao, i daleko je od nezanimljivog.

Jedno drugo delo istog naučnika - ono što danas zovemo Drugi Njutnov Zakon, postavilo je fiziku na stabilne noge, ali ono u početku nije bilo ni nalik onom današnjem $f=ma$. Mnoge generacije naučnika su se ljudski namučile kako bi **artikulisale** ono što im je Njutt ostavio u amanet. To je zahtevalo stvaranje nove matematike, novih alata i metoda. To je dalje otkrilo ceo jedan novi svet, i izgradilo fiziku u onom obliku u kojem je danas znamo. Ni ovo nije bio nimalo lak ni bezazlen zadatak.

Tu je, najzad i onaj oblik praktikovanja normalne nauke od kojeg bežimo već dva pasusa. Tehnička primena novih saznanja je ipak vrlo važan posao koji pored toga što donosi opšte dobro, konstantno proverava svoju paradigmu i opravdava nauku u očima naroda, kraljeva i crkava.

Pored teorijske razrade neke teorije, moguće je voditi i bogat eksperimentalni život neke normalne nauke. Prvi način bi bio tumačenje i konačno razumevanje nekih problematičnih pojava uz pomoć nove paradigme. Eksperimenti se mogu ponovo izvoditi, ovaj put osvetljeni novom idejom i usmereni na prave detalje. Čak i kada se rezultati očekuju i čak predviđaju, ogromno je zadovoljstvo stotinu i prvi put svojim očima videti kako je vladajuća teorija ispravna. Tu se zadovoljava ona iskonska potreba za poznavanjem i predviđanjem prirode koja goni većinu naučnika. Drugi oblik eksperimentisanja preduzimaju neizbežni skeptici koji sada mogu do mile volje da proveravaju ispravnost nove teorije. Najčešće se ne proveravaju oni najdublji (metafizički) temelji paradigme (jer ih često nismo ni svesni), ali postoji obilje eksplicitnih formi koje se mogu podvrgavati probama svih vrsta kako bi se zadovoljila znatiželja (ili sujeta?) protivnika nove paradigme. Treći oblik eksperimentalne razrade teorije je fino doterivanje paradigme, kao što je na primer određivanje nekih konstanti i sl. Svi ovi eksperimentalni naponi su, međutim, ograničeni preciznošću merenja. A pošto su eksperimentalni rezultati jedan od najvažnijih načina potvrđivanja ili obaranja neke teorije, nauka postaje zatočenik manipulativnih, perceptivnih i ekonomskih ograničenja. Ova ograničenja su se pokazala krucijalnim za nerazvijenost nauke. Nažalost, napisano je pravilo da se na dovoljno precizna merenja (koja bi mogla ugroziti paradigmu) čeka predugo.

Ipak, nauka ima šta da radi bar neko vreme. Posle tog vremena se ionako zatupljuju oni avanturistički porivi pa nauka ostaje zadovoljna onim što ima. Ovo je sasvim normalno jer cilj normalne nauke nisu suštinski novitetiⁱⁱ. Taj način rada u kojem nauke provode najveći deo svog postojanja je sasvim dovoljan većini naučnika i studenata. Sada je prilika da se osvrnemo na jedno vrlo zanimljivo objašnjenje koje nudi Kun.

Potrebno je, naime, nekako objasniti onaj silni entuzijazam koji je jedna od osnovnih odlika svakog naučnika. Šta je to što čini da se jedan naučnik (inače nezadovoljen svakodnevnim problemima i "običnim" poslovima) zadovolji time da maltene slepo veruje u neku tuđu teoriju i da ceo život provede preživavajući već date odgovore, bez potrebe da ih ispita? Kun to objašnjava opisujući normalnu nauku kao brdo *zagonetki*, koje naučnici sa ogromnim zadovoljstvom rešavaju. Naime, kada neki istraživač sedi udobno zavaljen u svoju paradigmatšku matericu i pred sobom ima neki problem, on uz sebe ima sve što mu treba. On već "zna" koji je rezultatⁱⁱⁱ, zna koja pravila postupka rešavanja su dozvoljena (daje ih

ⁱⁱ Treba biti oprezan i ovu konstataciju ne shvatiti pogrešno, kao Staniša Novaković: "Poper zastupa tezu da revolucionarni periodi predstavljaju ono najvrednije u nauci što treba podsticati pošto se u njima ispoljava prava stvaralačka priroda nauke ... naime, dok za popera nauke nema, niti se ona uopšte može zamisliti bez kritičkog mišljenja, za Kuna tek odbacivanje kritičkog mišljenja označava prelazak na nauku." ([2], predgovor). Prvo, Kun ne govori o važnosti okrića već samo opisuje *dešavanja* u životu jedne nauke. Drugo, nauka nije isto što i normalna nauka. Nauka se sastoji iz naizmeničnih perioda normalne nauke i krize i ona (ali ne normalna nauka) stvarno zavisi od broja i kvaliteta revolucionarnih otkrića. Kritičko mišljenje postoji i u normalnoj nauci, ali je ono "nižeg nivoa", pre svega zbog skrivenosti paradigme. Kritičko razmišljanje "višeg nivoa" je retko i ono daje vrednost nauci i formira krize.

ⁱⁱⁱ što je i neophodno, jer samo tako će moći da zna da li je ispravno rešio zagonetku

paradigma) i zna koji je eksplicitni oblik zakona^{iv}. Njemu dakle ostaje da pokaže koliko je inteligentan da iz tog lavirinta izađe. To postaje disciplina ličnog dokazivanja, kao što je to dizanje tegova ili izbor za mis. Fizički problemi postaju obične glavolomke za koje treba, od datih kockica, napraviti najelegantnije rešenje. Čini se da to stvarno jeste sve što radimo i da to jeste sasvim dovoljno da budemo zadovoljni i ponosni.

Ovakvo objašnjenje je verovatno uvreda za većinu naučnika koji veruju da je nauka ipak mnogo više od toga, ali ja nisam uspeo da se ozbiljno suprotstavim ovom pristupu.

I pored toga što se tako masovno (gotovo apsolutno) primenjuju, ova pravila za rešavanje zagonetki nije lako prepoznati ni apstrahovati iz paradigme. Naučnici, i ostali koji ih primenjuju^v, često i sami nisu svesni tih pravila i ne mogu ih definisati. Većina njih ostaje nedefinisana, tačnije implicitna, sakrivena pod velom intuicije. Otkrivanje i savladavanje tih pravila se često tumači kao lični podvig i prelaženje na "viši stupanj" razumevanja, koje zbog svoje mistične neizrecivosti počinje da miriše na neku vrstu prosvetljenja i ulivanjem samopouzdanja usporava naučnika na njegovom razvojnom putu. Ne želeći da ulazim u ispravnost konkretnih (ili svih modernih) pravila, pokušavam da pokažem kako ta pravila kojih nismo svesni, i za koje volimo da verujemo da su naše lične slasti, u stvari reflektuju naše doba i njegovu paradigmu, pa samim tim mogu biti lako zamenjeni novim, baš kao nesavršen model atoma.

Pošto smo se rastužili ovim ogoljavanjem zabluda i počeli da gubimo žar i nadu u nauku, pogledajmo kako to nauka uopšte napreduje ako je njena priroda da bude zatvorena, neradikalna i slepa. Kako uopšte nastaju oni silni preokreti u nauci, one predivne ideje i otkrića? Imali svrhe uopšte takav način funkcionisanja nauke i treba li da se bacimo u masovni protest da tražimo promene na nešto efikasnije i dostojnije naših fantastičnih umnih mogućnosti?

Na našu veliku sreću "priroda ima maštu koja prevazilazi našu"⁵ i uvek je korak ispred nas. Videćemo, naime, da velika otkrića nastaju iz same paradigme i da je paradigma i cela normalna nauka sa svojim pravilima veoma važna za otkrića kao i to da njihov kvalitet direktno zavisi od stepena razvijenosti paradigme koju će zameniti. Evo kako to ide:

Jedna normalna nauka se svom silinom razvija baveći se onim stvarima koje smo pobrojali nekoliko pasusa ranije. Oduševljeni svojom paradigmom, naučnici sa uživanjem pletu sve finije i gušće mreže trošeći tu svoju paradigmu "do filtera". Negde pred kraj životnog veka jedne paradigme (a time i njene normalne nauke) počinju da se masovno javljaju abnormalnosti: rezultati za koje naučnika nije pripremila njegova paradigma. Upravo iz ovih abnormalnosti rodiće se nova paradigma.

Kada se pojavi prva ovakva ozbiljna abnormalnost u naučnoj zajednici se javlja jedno nelagodno osećanje morbidnosti koje, zbog naše psihološke prirode, utiče tako da se ona na jednom duboko intuitivnom nivou ne prihvati. Ovakvo odbacivanje je neprimetno i ispoljava se kao olako prelaženje preko činjenica i ovlaš zatrpavanje nepravilnosti raznim polutumačenjima i nasilnim preoblikovanjima u poznato. Jedna abnormalnost je, međutim, retko kad usamljena. Kako vreme odmiče sve se češće dešava da se "odstupanje ispravljeno na jednom mestu pojavi na drugom"⁶. Ovim pojavama naša paradigma ulazi u *krizu*.

Sada vidimo kako je sama normalna nauka sposobna i sasvim dovoljna da proizvede sopstvenu krizu^{vi}. Pogledajmo nakratko šta je to konkretno doprinelo ovakvom ishodu.

Prvo, dugogodišnje usavršavanje i glačanje paradigme (ma koliko ona "pogrešna"

^{iv} Pa tako u Njutnovoju mehanici moraju figurirati sile, mase, ubrzanja i rastojanja u unapred zadatim odnosima

^v Zanimljivo je da "eksplicitna pravila, kada postoje, obično su zajednička veoma širokoj grupi naučnika, što sa paradigama ne mora biti slučaj" [2] str 96

5 [1] str 171

6 [2] str 118

^{vi} Kriza može biti izazvana i iz druge naučne oblasti, kao što je to bio slučaj sa mikroskopom u biologiji ili Njutnovim zakonima u matematici

bila) se pokazalo kao dobra (čak neophodna) stvar zato što je povećavanjem rezolucije analize (ali i drugim stvarima, kao što su usavršavanja instrumenata) omogućilo da se abnormalnosti uopšte uoče i da se, jednom uočene, kasnije imaju čime posmatrati i secirati⁷.

Drugu važnu ulogu igra neko od koga bismo to možda najmanje očekivali. Naime kao važnog pomagača ovde ćemo imenovati otpor pri prihvatanju kako neobičnih pojava tako i njihovih jeretičkih tumačenja. Taj tvrdoglavi, sujetni otpor normalnonaučne zajednice pomaže nauci da održi nivo ozbiljnosti koji se od nje očekuje. Zadržavanje koje on uzrokuje nateraće naučnike (ali one koji su iskočili iz normalne nauke) da ozbiljnije provere svoje nove ideje i da sa većom kritičnošću posmatraju novootkrivene pojave. Ta inercija, dakle, ne dozvoljava lakrdijaštvo u nauci i zaustavlja one pokušaje koji bi, ako bi uspeali da prevare naučnike, naneli nenadoknadivu štetu nauci.

Na ovom mestu bih zamolio čitaoca da mi se pridruži u nemom divljenju jednoj čarobnoj pojavi koja se može nazreti u prethodnim redovima. Može se, naime, uočiti kako nauka *priprema put za svoju sopstvenu promenu*. Ova situacija neodoljivo podseća na Darwinovu jagodu koja je jarko crvene boje i vrlo slatka da bi je životinje jele pa rasejavale, iako sama jagoda ne zna, niti ikako može da zna šta je to "crveno", "slatko" a šta su životinje, a kamo li da sve to poveže i smisli kako da iskoristi. Slično tome jedna nauka, koja je veštački proizvod, stvoren po meri ljudi, pokazuje da ume da se brine sama o sebi bolje nego što bi joj to osmislio bilo koji čovek. Ovo strmoglavu ide u prilog čestom mišljenju fizičara (kao što su Ajnštajn i Hoking) da nekog "boga" ipak ima. Ovde se takođe može uočiti neshvatljiva lepota jednog prirodnog zakona koji se nepozvan javlja na neočekivanim mestima i čutke se brine da stvari idu nekim tokom. Da nije tih zakona koji se nenametljivo brinu o celoj Vasioni, sigurno ne bi bilo ni nas niti ičega sličnog svemu onome što danas poznajemo.

No, vratimo se mi životnom veku jedne normalne nauke. Kada ona jednom ozbiljno zagazi u krizu, nema joj spasa. Kriza normalne nauke je i njen kraj, jer ona kada je u krizi prestaje da bude normalna. Pošto više nema sumnje da postoje problemi koji se ne mogu rešiti oruđem koje daje postojeća paradigma, ona se postepeno dovodi u pitanje. Prvi korak u tome je proliferacija paradigme, tj. pojava različitih tumačenja. Prvi refleks je, dakle, da se postojeća paradigma prilagodi novootkrivenim pojavama, ali ovo kod ozbiljnih kriza nema direktnog efekta. Ono što je bitnije jeste da otkrivanje toliko mogućnosti tumačenja paradigme od kojih sva u tom trenutku izgledaju jednako moguća dodatno potkrepljuje očiglednost nužnih promena. Ova pojava takođe igra veliku ulogu time što "labavi pravila normalnog rešavanja zagonetke na načine koji na kraju dopuštaju da nastane nova paradigma"⁸.

U nauci se zavodi vanredno stanje i sve postaje dozvoljeno. Na scenu stupaju novi dokazi i polurešenja koja su pre krize bila ignorisana i zanemarivana. Javlja se eksplicitno nezadovoljstvo postojećim idejama. Počinje masovno okretanje filozofiji u potrazi za odgovorima na novootvorena pitanja. Ukratko - naučnici su kao ribe na suvom.

Ako se kriza normalne nauke ovako sagleda, lako je povući paralele sa društvenim krizama koje prethode političkim revolucijama. I one obično počinju skandalima koji se onda lančano umnožavaju da bi konačno prouzrokovali opšte nezadovoljstvo. Političke revolucije se (kao i naučne) po pravilu izvode vaninstitucionalnim metodama, nečim što nije bilo dozvoljeno u "mirnom" periodu i što verovatno neće biti dozvoljeno ni posle revolucije⁹. Ovde, međutim sve sličnosti sa naučnim preokretima prestaju.

"Problem" sa naučnicima je taj što su oni čvrsto vezani za paradigme. Oni se

7 "što je paradigma preciznija i dalekosežnija, to nam daje osetljiviji pokazivač nepravilnosti a time i priliku za promenom paradigme" [2] str 114

8 [2] str 131

9 Ovo je prilika za još jedno divljenje pravilnostima pojava u Vasioni i njihovoj neverovatnoj sličnosti

nikada neće odreći paradigme^{vii} jer jednostavno "oni to ne mogu da učine a da istovremeno i dalje ostanu naučnici"¹⁰. Tako nešto jednostavno ne postoji kao opcija u glavama naučnika (zbog pomenute skrivenosti paradigmatičke matrice), i toga tek treba da se seti neki ekstravagantni mladić. Krizna faza je izuzetno nestabilan oblik postojanja nauke i ona tada, kao što smo rekli, gubi svoje odlike, pre svega zbog toga što joj je produktivnost gotovo ravna nuli. Ipak, kao što znamo, do promene paradigme ipak dolazi, ali isključivo onda kada je na raspolaganju i neka alternativa koja pretenduje da zauzme njeno mesto. Tek onda se šibicarskim manevrom za vrlo kratko vreme paradigma kojoj je istekao rok zamenjuje savremenim pogledom na svet. Samo nepoklapanje sa prirodom nije dovoljno da se odbaci paradigma!^{viii} Ovo, međutim, nikako ne znači da svaka nova teorija mora nužno ići umesto neke postojeće^{ix}, što se jasno može videti iz primera kvantne mehanike i ostalih atomskih teorija, koje su došle da objasne pojave i mehanizme kojima se nauka do tada nije ni bavila. Napredak nauke, ipak, najčešće nije kumulativan proces.

Kada najzad dođe do tog bolnog trenutka^x promene paradigme (kome ne mora prethoditi kriza) njegov ishod je jedna potpuno promenjena nauka. Promenom paradigme menja se daleko više od zvaničnog stava i okvira za rad. Sa novom paradigmatikom dolaze i potpuno novi pojmovi kao i novi pogled na stare pojmove. Kun bi ovde insistirao na tome da ne dolazi do promene interpretacije pojma već do iznenadnog "geštalt" obrta koji je mnogo više od promene interpretacije^{xi}. Naučnik se jednostavno budi u jednom novom svetu, i ponovo uči da govori, da razume i komunicira. Sve mu je novo, sveže kao negaženi sneg i isto tako nevino i bezgrešno. Javlja se osećanje prosvetljenosti ali i velikog olakšanja. Većina naučnika, ipak, ostaje zauvek obogaljena kada im se uzme oruđe, kako nam to Plank tužno objašnjava: "Nova naučna istina ne trijumfuje tako što bi ubedila svoje protivnike i učinila da oni vide to svetlo, već pre zato što njeni protivnici jednog dana umru a izraste nova generacija kojoj ta istina nije tuđa"¹¹. Razlog za ovo možemo tražiti u ljudskoj sujeti ili inatu, ali ćemo svakako videti da od malograđanštine nisu imuni čak ni najveći umovi jedne epohe i zapitati se da li će se to i nama jednom desiti, pa onda zamišljati kako bi to obesmisliilo sve dotadašnje strasti i ostavilo na same ispred ambisa... Nimalo prijatne misli, ali upravo zbog njih je istorija nauke tako važna. Poneko, ipak, uspe da prepliva na drugu stranu. Njihovi razlozi preobraćenja su

^{vii} Važno je napomenuti da se ovde misli na paradigmatiku u opštem smislu, znači bilo kakvu, ma kakvu paradigmatiku

¹⁰ [2] str 130

^{viii} Ovo bi neki iskusan psiholog verovatno objasnio ljudskom potrebom za pravilnošću. Ovakva težnja svakako postoji i verovatno je moguće pomoću nje objasniti mnoge mehanizme čovekove nauke. Čak i u društvenim revolucijama, period anarhije može da traje samo kratko pre nego što ga zamene razni primitivni oblici uređenja i hijerarhije

^{ix} Ova Kunova teza je na neobičan način negirana od strane samog Kuna, na str 150 [2] gde on kaže da "nema drugog efikasnog načina na koji se može doći do otkrića" (sem razaranjem paradigme). Ja, međutim, verujem da je ovo jedan njegov previd koji se može razjasniti podvlačenjem reči "efikasnog" u navedenom citatu

^x Kun je mnogo kritikovan zbog "trenutnog" prelaska na novu paradigmatiku, ali bez ozbiljnog razloga. Mislim da je preoštro kritikovati taj termin zato što je korišten u prilično labavom smislu: naravno da je potrebno vreme za promenu paradigme jedne naučne zajednice, ali ovo menjanje "kolektivne intuicije" se sastoji iz mnogo pojedinačnih trenutnih geštalt prebacivanja. Ceo proces je spontan i nema oblik eksplicitnog planiranog prelaska, pa u tom smislu vreme za koje se on odvija ne pripada vremenu nauke koje možemo da posmatramo

^{xi} Ovo se može bolje razumeti ako primetimo da teorije nisu prosto čovekove interpretacije datih podataka. Ti podaci potiču iz eksperimenata koje čovek osmišljava i odabira na osnovu svoje paradigme, pa tako mi nismo ograničeni samo na posmatranje i tumačenje već imamo aktivnu ulogu u usmeravanju i filtriranju istraživanja

¹¹ Maks Plank, "Naučna Autobiografija", citirano u [2]

veoma raznoliki ali najčešće lični, često praćeni osećanjem da je nova nauka "čistija" od stare. Čak i ti koji prežive potop vrlo teško se priviknu na novi svet. Oni doduše rade sa tim novim idejama, čak postižu i značajne rezultate ali verovatno niko od njih nikada ne oseti novu paradigmu u potpunosti^{xii}. Tako smo napravili jedan krug, ispratili jednu normalnu nauku u jednom njenom životu. Možemo sa velikom sigurnošću pretpostaviti da će se i nova paradigma ponašati vrlo slično svojoj prethodnici i pratiti taj klasični obrazac.

Pre nego što pređemo na zaključke, pogledaćemo još kako jedna nova paradigma uopšte zaslužuje da preuzme tron i kako izgleda mehanizam prirodnog odabiranja u ovom slučaju.

Ono što nam prvo pada na pamet jeste - pustimo suparničke paradigme (staru i sve nove kandidate) na test dokazivanja, pa koja uspe sebe dosledno da dokaže, ta pobeđuje. Nažalost, to tako ne može. Ne može zato što paradigme u sebi sadrže pravila dokazivanja i implicitne zahteve za formom. Tako će svaka paradigma koristiti za dokazivanje svoja pravila i prioritete problema i iz njenog ugla će, naravno, ona sama biti besprekorna. Pristalice različitih škola u stvari gledaju različite stvari, jer različito intuitivno pojme svet, pa je interkomunikacija isključena zbog velikog stepena inkompatibilnosti^{xiii}.

Jedini način uterivanja teorije je ubeđivanje dok se ne izazove "dizanje mre" kod ciljne grupe. Ovo ubeđivanje očigledno zavisi od umešnosti pojedinaca na koje je pala ta dužnost. Za ozbiljno ubeđivanje neophodno je savladati vrlo težak problem *prevođenja* pojmova jedne paradigme na pojmove paradigme onoga ko se ubeđuje. Problem prevođenja je pitanje za sebe, ali ovde ćemo samo konstatovati da je najčešće, i pored velike umešnosti prevodioca, nemoguće prevesti one najbitnije stvari i da se sve svodi na odabir najboljih kompromisa.

Ovo se, naravno, odnosi na najzrelije kandidate za paradigmu. Ostali bivaju eliminisani od strane veštih skeptika koji pronalaze nedoslednosti u njima samima ili ih demantuju eksperimentalni nalazi. Ono što prođe kroz ovo sito stoji potpuno ravnopravno pred naučnom publikom i nudi se na usvajanje. Tu na scenu stupa ljudski faktor koji u svakom konkretnom slučaju daje drugačije rezultate. Ipak, do sada smo imali sreće da onaj div koji pobeđi u finalu nikada kasnije ne bude oboren od strane onog drugog, već od nekog novog ili eventualno nekog ko se u prvom takmičenju nije ni video (to su oni likovi koje je moderno pronalaziti ovih dana: Nije Kolumbo prvi bio u Americi, nego Vikinzi, Još je Eratosten tvrdio da je Zemlja okrugla, a Leukip i Demokrit da se sve sastoji od atoma...).

Sve ovo što smo videli pokazalo nam je važnost i zanimljivost istorije nauke, kao i nužnost relativiziranja stanovišta našeg posmatranja tih događaja. Klasična istorija nauke, ona koju možemo naći u udžbenicima, predgovorima i enciklopedijama daje samo *ishod* naučnih revolucija što je, kako sam (nadam se) pokazao, njen najmanje zanimljiv element. U tim udžbenicima su naučni heroji predstavljeni kao deo iste tradicije, što je pogrešno. Naučnici u prošlosti nisu radili istim metodama kao ovi danas, niti su na umu imali slične stvari. Ne samo da se Njutn nije bavio fizikom nego matematičkim principima filozofije prirode,

^{xii} Ako ovo sve zvuči nekako poznato iz svakodnevnog života, to će mi samo pomoći da pokažem postojanje neodoljivo sličnih pravila u ovom svetu

^{xiii} Evo jednog zgodnog primera iz istorije: Kada je Kopernikov heliocentrični sistem počeo da se nameće kao najbolje rešenje, otpor prema njegovom prihvatanju nije bio tako neshvatljiv ni prouzrokovan crkvenom dogmom, već u njegovom korenu leži upravo različitost svetova. Pre Kopernika, *kretanje* je bilo shvatano kao promena položaja tela u odnosu na *Zemlju* ili, u najboljem slučaju, u odnosu na najveće telo u blizini (a Sunce i zvezde su tada bili daleko manji od Zemlje), pa je samim tim kretanje same Zemlje bilo nemoguće! Kretanje možda nije nigde definisano ovako eksplicitno ali su ga ljudi bez dvoumljenja shvatali upravo ovako. U tom nerelativističkom svetu vezanom za Zemlju (u kojem svi mi i dalje živimo sem kad rešavamo zadatke iz fizike) kretanje Zemlje je zaista paradoksalno i apsurdno i ako nam se ne ponude neki baš senzacionalni dokazi, mi ćemo se (najviše zbog stepena nesvesnosti takvih predstava) čvrsto držati geocentričnog sistema.

nego čak ni Maksvel, Gaus ili Faradej nisu istraživali ono što mi danas nazivamo fizikom, već nešto mnogo grublje i manje od čega ni oni sami nisu videli dalje. Svaka se generacija bavila svojim problemima i to nisu samo formalne razlike. Alhemija je u svoje vreme bila vrhunska nauka, baš kao što su danas elektronika ili fizika visohih energija i mi nemamo prava da tadašnje naučnike zamišljamo kao glupe ili manje vredne od današnjih. Takvo "pisanje istorije unazad" je veoma opasna greška i kada je čine ljudi na odgovornim mestima kao što su profesori ona za rezultat ima stvaranje sebičnih malograđanskih predrasuda kod studenata i budućih naučnika koje će ih držati na distanci od ozbiljnosti. Jedan naučnik mora biti svestan relativne nesigurnosti svega u šta veruje, a student činjenice da svaka teorija ima samo *verovatnoću* u svetlu dostupnih evidencija.

Zanimljivo je zapitati se da li bi se stari heroji ljutili kada bismo im rekli da nisu bili u pravu. Da li bi se Njutn uvredio kada bi mu bilo pokazano kako najfundamentalniji delovi njegove teorije nisu tačni, ili Kopernik, kada bi saznao da ni Sunce nije centar Vasiona? Ako su im karakteri bili razvijeni makar upola koliko i inteligencija, sigurno bi sa oduševljenjem prihvatili današnje istine. Verovatno bi im se divili kao i svi mi danas (ako ne i više) i osećali se ponosnim što imaju čast da to znaju. Sigurno se ne bi osećali inferiornim jer bi bili svesni da oni u svoje vreme nisu imali povoda ni načina da dođu do takvih ideja. Ne samo da instrumenti nisu bili tako precizni, nego je i intelektualna klima bila tako loša da su njihova dostignuća stvarno sam maksimum ljudskih mogućnosti. Sintetisati takve ideje iz blata dogmatskog zatupljivanja, potpuno samostalno, i verovati u svoje rezultate, podvig je kakav ne bi od sebe očekivali današnji naučnici. Lako je danas znati da postoje neutrini, kad imate pedeset država iza sebe i stotinu kolega da vas ohrabre ili isprave. Lako je izvesti jednu formulu iz petnaest tomova drugih ili napraviti superkolajder koji funkcioniše po zakonima koje su okrile desetine drugih naučnika.

Ako bi znali sve ovo, ipak mislim da se Njutn i Kopernik ne bi naljutili i da ih ne treba zamišljati kao namrštene namćore prevaziđenih civilizacija, i mešati ih sa političkim idealistima ili sektašima.

Takođe se mogla primetiti i jedna neobična osobina prirodnih nauka da uvek idu "napred", za razliku od umetnosti, filozofije ili politike kojima nisu strani padovi, vraćanja unazad ili periodična ponašanja. Linearnost razvoja prirodnih nauka stvarno jeste neobična pojava i nužno vodi do pitanja kao što su: Kuda ide nauka? Ima li cilj? kojima ću se pozabaviti u narednim poglavljima.

Mogla se takođe prepoznati i jedna važna stvar vezana za fizičke zakone, a to je činjenica da uz njih nerazdvojno ide i ljudski faktor. Videli smo da se pri ocenjivanju tačnosti nekog zakona moraju razumeti i okolnosti pod kojima je "otkriven" i da se svi oni koji su se pokazali netačnim mogu opravdati ograničenjima njegove matične paradigme a da je postojanje paradigmi (pa i njihova nesigurna tačnost) neizbežno. Sada ćemo pogledati na koje još načine mi sami sebi smetamo u dolaženju do spoznaje sveta oko nas.

Čovek i fizički zakoni

Sva naučna otkrića ukazuju na to da Vasiona može sasvim lepo da postoji i bez nas. Najzad, 99.99995% svog dosadašnjeg postojanja izdržala je bez ljudi. Ni jedan fizički zakon ne zahteva da bude posmatran od strane razumnog bića da bi važio. Priroda je, dakle, onako lepa i elegantna, potpuno nezavisna od nas.

Mi smo se nedavno pojavili, puni sujete i samoživosti, i odlučili da nam cilj bude da razumemo Vaseljenu. Ovdje ne mogu da ulazim u raspravu oko samog pojma razumevanja, koji je za mene jedan od najfantastičnijih izuma, pa ću ga uzeti kao intuitivno jasnog. Postavili smo, dakle, sebi za cilj^{xiv}, svrhu i poslanje - razumevanje Sveta. To je izgleda najbolje što možemo da smislimo, jer bi se svaki drugi imperativ brzo pokazao kao nedovoljan i efemeran, a bez makar orijentacionog osmišljenja života, svaki pametan čovek bi poludeo u stravičnim mentalnim mukama. Razumevanje Sveta, kao ideal, ma koliko bio samo formalan, daje nam veliku utehu i čak osećanje svetosti, čistote i sigurnosti. Iako ovaj motiv izgleda realan i opravdan, na samom početku pokušaću da ga zasenim jednom sumnjom.

U poslednjih sto godina, od kako su progovorili Frojd i Jung, psiholozi nam neprestano izmiču tle pod nogama. Primenjujući iste principe koji su u fizici i hemiji otkriveni pre 300 godina, oni nas sada peru od mističnih predstava o nama samima. Duša, ta svetinja nad svetinjama, sada se secira i katalogizira. Većina onoga za šta smo bili ponosni da je naše, ispada genetsko, naučeno ili životinjsko. Naša individualnost je samo korak od pukog ukrštanja poznatih osobina koje postoje i kod drugih, samo u drugim odnosima. Svaki dan neka osobina ili želja pronalazi svoje mesto u slagalici životinjske evolucije. Jezivo me je uplašilo kada sam takve mogućnosti prepoznao i u naučnim idealima.

Krenimo od onog iritirajućeg "zašto" koje progoni naučnike iz usta radoznalih. Lako je videti da kada je broj zašto-a dovoljno veliki svakom naučniku ponestane odgovora. Svaki dalji odgovor zahteva ili metafizički stav ili ekstrapolaciju poznatih zakonitosti. Odmah ćemo od nepregledne gomile zašto-a izdvojiti one koji su u stvari sinonimi za kako-e i skloniti ih na stranu. Nepostojanje odgovora za njih se može lako opravdati eksperimentalnim ograničenjima ili nadom da će se oni jednog dana ipak znati. Ono što ostane su zašto-i koji traže *smisao* tj *svrhu* postojanja ili oblika. Nekako nema izgleda da se odgovori na takva pitanja ikada jedinstveno odrede. Iz nekog nepoznatog razloga nam se čini da će uvek biti moguće tumačiti ih po slobodnoj volji, i da ni izdaleka ne možemo biti sigurni oko tačnosti ponuđenih odgovora. Slično tome, ni smisao života kao da se ne može odrediti pre nego što se susretnemo sa Nečastivim, Svetim Petrom, Šejtanom ili Šivom, a tada je već kasno. Nije potrebno puno razmišljati pa doći do ovog zaključka i onda se nužno - predati. Ipak, meni se čini da postoji jedno razrešenje ove muke.

Ono što se ponekad nameće kao rešenje jeste činjenica da je smisao ljudski pojam. Iz svega što znamo, izgleda da Vasiona ne zna za smisao i svrhu. Taj pojam postoji samo u našim glavama i uzalud ga tražimo u Prirodi. Njemu jednostavno nije mesto u prirodnim naukama, ali, čini mi se - ni u filozofiji. Moglo bi se, naime, pokazati da smisao uopšte nije metafizički pojam, nego da je, gle užasa - životinjski. To bi se lakše moglo videti iz pojma za koji uzimam da je

^{xiv} Ovdje bi me Ričard Fajnman sa prezirom poklopio: "U stvari, za samo postojanje nauke neophodno je da postoje umovi koji ne dopuštaju da nauka mora ispunjavati neke prethodno zamišljene uslove, kao što su oni koje postavlja naš filozof." ([1], str 156) Moram da priznam nadmoć pametnijeg od sebe, ali evo moje odstupnice: Nerado govorim o tome šta *jeste* cilj fizike, i to uvek u najopštijim pojmovima, ali smatram opravdanim isticanje šta *nije* njen cilj. Baš kao što smo tokom evolucije odbacivali nepotrebne, štetne i nedovoljno efikasne karakteristike, tako i fizika mora da se distancira od onoga za šta je očigledno da je niže vrednosti. Cilj kome ona teži naravno nije poznat (jer da jeste, to bi značilo da smo već na cilju), pa ga možemo nazivati kojim god hoćemo maglovitim pojmom kao što su Istina, Razumevanje, Svrha, Prosvetljenje i slični.

njegov sinonim: svrha. Svrha nije ništa drugo do *namena* nečega. Razlog iz kojeg mi želimo da saznamo namenu nečega tesno je vezan za potrebu da se nešto predvidi. Sada je već lakše povezati potrebu za poznavanjem svrhe sa životinjskim instinktom. Ako zamislimo jednu vevericu u šumi, možemo sa sigurnošću pretpostaviti da bi ona bila najsrećnija kada bi mogla da u svakom trenutku bude sigurna šta će se desiti u sledećem: da li će i odakle naići grabljivica, gde će biti i kada najviše hrane, itd. Ova težnja služi direktno jednoj od dve osnovne funkcije života - preživljavanju (druga je razmnožavanje). Dakle moj utisak koji pokušavam ovde da prenesem jeste taj da je pitanje smisla postojanja nečega u nekom obliku ništa drugo do životinjska potreba za preživljavanjem koju smo mi svojom sujetom naduvali i zamaglili.

Samim tim, onaj naš smisao života koji smo opravdali potragom za razumevanjem Vaseljene, ispada (kakva ironija) efemeran koliko i svaki drugi. Sveta misija na koju smo tako ponosni u stvari nema onu namenu koju svi zamišljamo. Vasiona nema razloge pa dakle ni mi nemamo šta da saznajemo. Razumevanje Sveta je veštačka ideja, baš kao temperatura ili boje.

Sada smo ponudili objašnjenje za jedan od motiva čovekovog bavljenja naukom. Ono što sam propustio da kažem jeste da verovatno mali broj naučnika pokreće ova ideja. Iako će se svi listom izjasniti da su oni upravo krstaški vitezovi u borbi sa neznanjem, tragaoci za Svetom Istinom, ili jednostavno radoznalci, verujem da većinom njih rukovode "ljudskiji" nagoni od ovih.

Verovatno je najčešće da se naučnici ili budući naučnici uopšte ne bave pitanjem sopstvenih motiva. Oni se jednostavno bave svojom naukom i najartikulisanije objašnjenje do kojeg dođu je: "zanimljivo je". Ono što ću sada pokušati da pokažem jeste da se bavljenje naukom po pitanju morala i etičnosti vrlo malo razlikuje od "jeftinijih" zanimanja.

Ono što opredeljuje jednu osobu za neku naučnu disciplinu nije nekakva "čista duša" ili aristokratski um, nego isto ono što presuđuje i kod odabira drugih zanimanja - talenat. Jedina razlika je što je za bavljenje naukom potrebna i malo veća inteligencija^{xv}. Iz nekog razloga, talenat za nauku nije društveno prihvaćen kao neki drugi, na primer sportski ili muzički. Zbog toga su naučno talentovana deca obično društveno izolovana što ih još snažnije usmerava na jedino što im ostaje - njihovu nauku. Društveni stereotip - geek - dakle nije *uzrok* naučnog usmerenja nego njegova *posledica*.

Bavljenje naukom se malo razlikuje od kakvog drugog zanimanja. I pored nadprosečne inteligencije naučnici i studenti nisu ništa posebno. Uspeh na naučnom polju ne povlači nužno ni jednu pozitivnu ljudsku osobinu, čak naprotiv - naučno opredeljeni ljudi su neretko moralno-karakterne nakaze. Ovo je veoma važno razumeti, kako bi smo u ovom poglavlju mogli da se bavimo ljudskim ograničenjima u nauci.

Nastavimo dalje da se bavimo razvojem prosečnog naučnika. Pri prvim društvenim udruživanjima stvara se prostor za cvetanje nenaučnih osobina koje će nažalost postati nesvesni motivi našeg prosečnog naučnog uma. Klasične ljudske slabosti izbijaju na površinu i ono detinje zanimanje naukom se pretvara u takmičenje. Nauka ubrzo postaje lična stvar svakog od nas. Bavljenje naukom se pretvara u rešavanje onih zagonetki iz prvog poglavlja. Cilj istraživanja i učenja više nije znanje nego dobra ocena (koju je legitimno dobiti i varanjem) ili jednostavno ne biti obrukan. Kod naprednijih studenata i naučnika to je potreba za dokazivanjem. Treba nešto (u stvari sebe) dokazati nekom profesoru ili kolegama. Naravno da je nauka i zanimljiva, otkrivaju se i zanimljivosti višeg nivoa, ali najveći deo motiva nije tako nevin.

Razlozi bavljenja naukom dakle bivaju sve jeftiniji i običniji. Kroz njih se stalno prožima i ona prisilna usmerenost: moram ovo jer ne znam ništa drugo. Kako se karijera razvija motivi dodatno mutiraju pa tako vodeću poziciju preuzimaju sujeta i gramzivost. Biti (najzad) cenjen i poštovan, zaraditi veliki novac, biti tituliran: Dr, prof, akademik... Nauka postaje samo *sredstvo* za dolaženje do

^{xv} Danas se i inteligencija tumači kao talenat, uvođenjem raznih inteligencija: muzičke, matematičke, likovne, verbalne...

mного ljudskih ciljeva.

Sva ova naivna socio-psihološka analiza naravno ima svoju svrhu. Ona je tu da ukaže na to da nečisti ciljevi mogu dovesti do nezdravih usmeravanja zaključaka. Ako je bavljenje naukom uprljano ovim ljudskim faktorima, oni nužno ograničavaju slobodu zaključivanja. Ako je naučnik (nesvesno) okupiran sekundarnim posledicama otkrivanja novog zakona, on će biti sklon da i sam zakon prilagodi svojim potrebama. Može nešto prevideti ili čak podvaliti, može biti nestrpljiv ili previše povreljiv. Ove "površinske" smetnje mogu voditi mnogo dubljim greškama. Čovek koji je podlegao društvenim imperativima je verovatno podložan i predrasudama drugih vrsta. Ovakve predrasude (metafizika paradigme) mogu imati poguban uticaj na razvoj nauke.

Zakoni fizike kakve danas znamo oblikovani su od strane ljudi. Ne od strane savršene Vaseljene nego od strane grešnih ljudi kakve sam opisao gore. Pošto se mi ne susrećemo sa originalnim prirodnim zakonima, niti ima nade da ćemo se ikada sa njima susresti, nema smisla o njima raspravljati. Ono sa čime smo mi u dodiru su prirodni zakoni uprljani našim zabludama. Neizbežan korak na putu ka zakonima Prirode jeste upoznavanje nas samih i maksimalno uklanjanje ljudskog iz njih.

Intuicija

Kada se pomene odnos pojedinca i način saznanja najčešći pozitivni pojam koji se javlja jeste pojam intuicije. U stvari, čini se da je intuicija verovatno jedina pozitivna stvar koju nesavršeni čovek može uneti u nauku; sve ostalo su samo prepreke na našem putu ka saznanju.

Intuicija je ona neobična pojava kada znanje dođe "s one strane"; nepozvana ali nepogrešiva. To su one ideje nad kojima nemamo kontrolu i čije poreklo ne možemo objasniti. Intuicija se javlja ili kao neki osećaj u dnu duše ili kao gotovo rešenje; kao iznenadni uvid ili kao nemi putokaz. Racionalni um se trudi da ne misli o poreklu ovakvih ideja, dok osećajni ili religiozni um u tome traži dokaz postojanja Više Sile, Krajnje Harmonije ili jednostavno uverenje da je onaj koji primi tu ideju Odabran.

Kroz istoriju filozofije, od Aristotela na ovamo, vodile su se mnoge rasprave o intuiciji, stvorile su se mnoge škole, ukrstila mnoga koplja. Napraviti kritički pregled svih tih tumačenja je zadatak koji zahteva godine istraživanja i njegov obim svakako prevazilazi okvire ovog teksta. Kako bih izbegao ozbiljne greške, ograničiću se samo na svoje lično mišljenje.

Prvo treba razlikovati (bar) tri značenja ove reči. Prvo, ovde neću govoriti o intuiciji u smislu "apriornog" znanja, dakle onih ideja i predstava koje nosimo u sebi iz "ranog detinjstva". Drugo, hteo bih da osporim znak jednakosti koji se često stavlja između "jake intuicije" i "talenta". Iako jaka intuicija značajno doprinosi brzini i kvalitetu procesa istraživanja ili otkrivanja, talenat se može ispoljiti i u drugim oblicima, kao što je na primer tehnička (matematička) spretnost, kapacitet pamćenja ili sposobnost organizacije rada. Najzad, ono što nas ovde zanima jeste značenje reči 'intuicija' u smislu iznenadnih ideja ili rešenja do kojih se ne dolazi "namerno", ali koja su, gotovo po pravilu, ispravna.

Smatram da je opravdano i čak neophodno da kada naiđemo na nepoznat teren, pitamo nekoga ko se u to razume. Pitanje intuicije se (sem filozofima, koji imaju odgovor na sve) može postaviti ili teozolozima ili psiholozima, a pošto sam ateista, opredelio sam se za ovo drugo. Ako pitamo jednog od njih, čuvenog Karla Gustava Junga, on će nam reći:

"To je ona psihološka funkcija koja nesvesnim putem udešava opažanja"¹²

Intuicija, dakle, nije ništa drugo do nesvesno razmišljanje^{xvi}. To je proces koji se

¹² Psihološki Tipovi, K. G. Jung, Matica Srpska, 1984, str 481

^{xvi} Pošto je mišljenje "ona psihološka funkcija koja ... dovodi date predstavne sadržaje u (pojmovni)

realno odvija u našim glavama, koji nezavisno od svesnog krčka i povezuje informacije do kojih dolazimo i onda u neočekivanim trenucima (npr. u snu) izbacuje rezultat.

Kada se ovako pogleda, iščezava sva misterija oko "intuitivnog uvida" u stvarnost. Intuicija je jedan intelektualni proces, veoma sličan onom svesnom, samo što poseduje tu prednost što je "nesvesno uvek u pravu", tj nesvesno nije opterećeno svakodnevnim problemima ni karakternim manama i može nesmetano (mada sporo) da, savršeno deduktivno, izvodi zaključke. Ovaj proces se odvija u vremenu kada se aktivni mozak odmara, pa je onda razumljivo zašto su naučnici "velike ideje" imali baš u ne-aktivnim trenucima kao što je prelaženje ulice ili san. Važan preduslov da "intuicioni deo mozga" počne da radi jeste da postoji izobilje podataka i velika volja da se rešenje pronade. Kada je jedan naučnik potpuno okupiran nekim problemom, ta preokupacija počinje da curi i u nesvesno, tako da je na kraju naučnik gotovo celim bićem predan svom problemu, što za posledicu ima i poslovičnu rasejanost, nezainteresovanost za dnevne potrebe i probleme, asocijalnost i slično.

Intuicija, jednostavno, nije nikakvo čudo niti izvor znanja koji je nezavisan od našeg iskustva. To je jedan proces komplementaran mišljenju kao što je celo nesvesno komplementarno svesnom, i njihovo potpuno iskorišćenje zavisi isključivo od nas.

Nasuprot ovom intimnom, introspektivnom elementu ondosa čovek-znanje-priroda se nalaze ostali, spoljni faktori, kao što je na primer čulno iskustvo.

Eksperiment

Celokupna fizika je čvrsto vezana za pojam eksperimenta i bez njega svakako ne bi bila ono što jeste. Upravo posmatranja i eksperimenti razlikuju fiziku od filozofije i daju joj prizeman karakter. Upotreba i uloga eksperimenta se u stvari svodi na ono iskonsko "verujem samo svojim očima", koje je u neznatno izmenjenom obliku ostalo osnovni element kritike. Kako je eksperiment tako važan za održivost fizičkog zakona, mora mu se posvetiti velika pažnja, pre svega u obliku kritike.

Uloga eksperimenta i nauci je raznovrsna. On prvo može imati nezavisan život, odvojen od svake teorije. Istorija beleži mnoge primere poigravanja sa prirodnim pojavama, samo zato što su zanimljive. Ovo je možda najslabiji oblik praktikovanja nauke, ali on nikako ne znači da su ti eksperimentatori praznoglavi i infantilni; nekakve ideje o tome šta se tu dešava su uvek prisutne, ali težište nije na njihovom jasnom formulisanju nego više na fascinaciji samim efektima. Ovi efekti, ipak, docnije sve glasnije zahtevaju objašnjenje i tako uzrokuju nastajanje nove teorije.

Dalje, on svakako najviše igra svoju najbitniju ulogu: potvrđivanje ili obaranje teorija. To je najčešći oblik iskorišćavanja eksperimenta, i danas daleko najrasprostranjeniji. Eksperiment može biti ključni faktor u odlučivanju između dve suparničke teorije. Ovo je najelegantnije rešenje koje brzo i jasno daje rezultate, kao što je to na primer bilo u slučaju pitanja održanja parnosti u slabim interakcijama. Eksperiment jednostavno isključuje jednu ili više ponuđenih teorija, kao neki krunski dokaz u jeftinim krimi-filmovima. Eksperimentalni rezultat može biti jednako spektakularan i bez konkurentskih teorija, kao što je to bio slučaj sa Boze-Ajnštajnovim kondenzatom, koji je eksperimentalno potvrđen posle 70 godina i tako prošle godine doneo Nobelovu nagradu svojim autorima.

Primena eksperimenta, nažalost, najčešće nije tako jednostavna. Nekada se, na primer, eksperimentalni rezultati uzimaju za potrebe Šerlokovske eliminacije mogućih objašnjenja, pa šta ostane neeliminirano, usvaja se za istinu (koja se ne može direktno potvrditi nekim pozitivnim eksperimentom). Može se se takođe desiti da se više eksperimentalnih rezultata ne poklapaju, tako da opravdavaju više teza odjednom. U tom slučaju se mora sačekati otklanjanje nesklada među

spoj" (ibid. str 492) jasno je da jedina razlika u odnosu na intuiciju jeste što je mišljenje (tačnije "intelekt") svesna funkcija.

eksperimentalnim rezultatima, pre nego što se oni uzmu u obzir. Može se desiti da eksperiment ujede ruku koja ga hrani, pa da, iako obara jednu od dve ponuđene teorije, postane posle nekog vremena ključni svedok protiv one druge, kao što je to bio slučaj sa Štern-Gerlahovim ogledom. Eksperiment može jednostavno biti nedorastao teoriji koju treba da ispita: nedovoljna rezolucija ogleda može sakriti traženi efekat i dati lažni sud o njegovom odsustvu. Mnogo je načina na koje se eksperiment i njegova legitimnost može zakomplikovati, i u tome leži jedan veliki problem sa kojim se nauka svakodnevno suočava.

Druge primene eksperimenta obuhvataju dokaze o novim, nepredviđenim (ali nekad uklopivim) entitetima, matematičku artikulaciju postojećih teorija, itd. Svi ovi oblici primene eksperimenta se uveliko koriste i koristili su se u razvoju naučne misli, ali treba se, bar ponekad, zapitati koliko poverenja smemo imati u njih. Na stranu ograničena tačnost svakog konkretnog rezultata i mogućnost ljudske greške (previda), pitanje je uopšte stepena značaja i oslanjanja kojeg sebi smemo da dozvolimo pri zadovoljavanju eksperimentalnim potvrdama ili pobijanjima.

Pitanje se može svesti na to da li je ono što mi gledamo na instrumentu stvarno^{xvi-a} ono što se dešava u posmatranom sistemu. Naravno, ako je instrument pravljen po važećim teorijama, a *te teorije su tačne*, onda je sve u redu. Međutim mi ne možemo nikad biti apsolutno sigurni u tačnost postojećih teorija, a takva tačnost nam je neophodna bar za to parče vasiona koje zovemo instrument, kako bismo mogli da idemo dalje. Stvari se komplikuju vrlo lako, čim uzmemo neki ozbiljniji instrument u ruke: sve je u redu kada mi golim okom vidimo da jedno telo ima veću zapreminu od drugog (mada uvek možemo sumnjati i u rođene oči), ali čim uzmemo u ruke običan durbin, možemo se zapitati da li se u njemu krije neki gremlniski zakončić koji nam krivi sliku. Problem vrlo sličan ovom stvarno se pojavio sa otkrićem važnosti difrakcije u mikroskopu. Ova paranoja može da ide u nedogled sve do agnosticizma ili fantazije a la Matrix, ali da bi mogli išta da radimo potrebno je malo pozitivizma. Bez dubljeg ulaženja u pitanja ovde ću se poslužiti odličnim pregledom strategija za potvrdu posmatranja koji je dao Alan Frenklin (Allan Franklin)¹³.

Jedan od načina koji je korišćen u prošlosti a koristi se i danas je metod "prčkanja po uzorku". Kada se eksperimentator aktivno uključi u eksperiment i vidi sebe (ili svoju iglu, elektron i sl.), i očekivani efekat to se smatra dovoljnim dokazom da je sa instrumentom sve u redu. Ovo je takođe jedan iskonski instinkt koji mi koristimo i u svakodnevnom životu, na primer kad se sretnemo sa kamerom i televizorom. Drugi način je putem nezavisne potvrde. Kada se jedna vizuelna šema pojavi pri posmatranju nekog predmeta na više različitih mikroskopa (običnom, polarizujućem, akustičnom, elektronskom, itd.) to svakako ide u prilog validnosti rezultata. Mada u konkretnom primeru (a verovatno i većini drugih) teorijsku osnovu uglavnom čini jedna teorija (naša teorija svetlosti), ipak je verovatnoća da slike budu slučajno identične veoma mala.

Ove metode su relativno opravdane, ali nedovoljne. Šta je činiti ako nam je za dato merenje dostupan samo jedan aparat i ako nismo u mogućnosti da utičemo na posmatrani sistem? Franklin daje sledeće mogućnosti:

- Eksperimentalne provere i kalibracija, u kojima aparat ispituje sisteme sa poznatim osobinama, kada se od njega očekuje da te osobine reprodukuje
- Reprodukovanje pojava koje se očekuju u sistemu
- Eliminacija mogućih izvora greške. Ovde se postojeće teorije iscrpljuju u potrazi za mogućim poznatim faktorima koji bi mogli da proizvedu novootkriveni efekat.
- Korišćenje samih rezultata da se potvrde ili isključe. Kada je Galilej teleskopom ugledao Jupiterove mesece, bilo je gotovo nemoguće da njegov teleskop proizvede tačkice svetlosti koje kruže oko Jupitera kao male planete i to baš po Keplerovom trećem zakonu.

^{xvi-a} Oko toga da li uopšte postoji tako nešto kao "stvarno" dešavanje postoje mnoge nesuglasice, pogotovo u interpretacijama kvantne mehanike. [*]

13 Vidi [3]

- Korišćenje alternativne, dobro potkrepljene teorije. Ako neka još neprihvaćena teorija očekuje baš takve rezultate, to se uzima kao zadovoljavajuća potvrda validnosti merenja. Mala je verovatnoća da se neki slučajni efekti poklapaju sa nekom (iako neprihvaćenom) teorijom
- Korišćenje aparata konstruisanog na osnovu neke dobro zasnovane teorije. U ovom slučaju teret validnosti se prenosi na tu teoriju
- Korišćenje statističkih argumenata

Pored pitanja objektivnosti rezultata, postoji još problema koji mogu uticati na validnost eksperimentalnog uticaja. Naime, štetne posledice se mogu javiti iz neželjene interakcije sa teorijom. Jedan način je da se eksperiment vrši usmereno na jednu pojavu tako da neke druge (možda važnije) pojave ostaju neprimećene. Ovaj problem je posebno prisutan u današnje vreme preskupih mašinerija koje se nikako ne bi mogle načiniti univerzalnijim a da se ne uvede neki planetarni porez za nauku od 30%. Druga opasnost leži u situaciji kada se eksperimenti izvode sve dok ne zadovolje neki zamišljeni teorijski okvir. Kada se traženi rezultat postigne (ali pošteno), eksperimentisanje se prekida iako bi dalje usavršavanje merenja možda dovelo do drugačijih rezultata.

Sve ove strategije zajeno sa svim pozitivnim odredbama oko validnosti eksperimenta se mogu lako odbaciti. Ni jedna od njih nije previše stabilna niti nezavisna od slučajnosti. Jedan uporan kritičar će lako oboriti svaki eksperiment opravdan gorenavedenim metodama, ali nije dovoljno samo negirati već je poželjno i pružiti nešto u zamenu.

Moguće je i kritikovati korisnost ekeperimenta sa čisto ljudske strane, kao što su to činili Kolins, Pikerin i drugi (Collins H., Pickering A.). Ako se pogleda dosadašnja upotreba eksperimentalnih rezultata može se zameriti da su se rezultati "prilagođavali" zahtevima naučne zajednice. Rezultati se mogu usmeravati kako bi se uklopili u planove karijere ili druge društvene (ili čak naučne) interese naučnika. Oni se takođe mogu odabirati tako da daju najveću mogućnost primene u budućnosti (bilo u okviru postojeće teorije, bilo stvaranjem nove). Ova prilagođavanja se ogledaju u prvobitnom usmerenju eksperimenta, razlikovanju primarnih od sekundarnih efekata, preranom završetku projekta i sl. Ipak, oko svakog eksperimenta se kad-tad postigne konsenzus bilo ovakvim ili onakvim metodama. Nauka ne može da čeka pa se svi ovi epistemološki i sociološki problemi priznaju ali se ipak ide dalje.

Hteo bih, međutim, da iznesem jednu slutnju koja me progona od mojih prvih susreta sa naukom. Ako krenemo od elementarnih, direktnih eksperimenata videćemo da su oni prilično pouzdani i oko njih nema mnogo spora: ako uopređujemo lubenicu i orah možemo biti sigurni da je prva veća i teža od drugog. Vidimo kad se nešto kreće u odnosu na nas, a kada ne. Međutim, ako želimo da učinimo već sledeći korak - na primer da vidimo da li neko telo ubrzava, često ne možemo da se oslonimo direktno na svoja čula i neposredne utiske. Moramo se uzdati u posredne metode, na primer merenje vremena i pređenog puta na dva intervala, na naš sluh (kao što je to radio Galilej) ili kakave druge. Ako nastavimo dalje, na primer u ispitivanju ćelija, moramo koristiti instrumente kao što je mikroskop. Gledamo u okular i verujemo da ono što vidimo stvarno jeste ona mrlja na pločici. Pritom imamo daleko manju slobodu da manipuliramo uzorkom, a verovatno smo morali i da ga izvojimo iz njegovog prirodnog sistema i tako ga posmatramo u veštačkom okruženju. Informacije dobijamo, ali to ipak nije to. Nije kao ono kad vidimo kravu kako pase travu.

Nastavimo li dalje, moraćemo sve više da pribegavamo raznim trikovima i da se dovijamo kako znamo i umemo ne bi li nazreli šta se tamo negde dešava. Cela elektronika je izgrađena na teoriji elektrona iako ih niko nikad nije video. Njihovo postojanje se pretpostavlja na osnovu sekundarnih efekata a teorija se razvija uglavnom matematički. Situacija unutar atoma ili jezgra je pogotovo skrivena od naših čula a ipak imamo nekakve teorije koje je opisuju. Utisak koji sam stekao je taj da deluje prirodno i očekivano da ne možemo doveka empirijski saznavati

stvarnost oko sebe. Ne samo da svaka nova posrednost umanjuje sigurnost našeg znanja nego su i teoretske tehničke mogućnosti ograničene. Jednostavno ne možemo sve videti.

Dva najveća dostignuća fizike to jasno pokazuju. Prvo je kvantna mehanika. Ja interpretaciju kvantne mehanike ne vidim kao poseban problem. Jednostavno: jedini način da vidimo elektron je da ga gađamo nečim. Gađanje "velikim" gama kvantima nije moguće jer ga oni jednostavno zaobiđu, a oni koji su dovoljno mali imaju uvek toliku energiju da ga izbace iz putanje i učine ga neupotrebljivim za sledeće merenje. Kraj priče^{xvi-b}.

Pošto se merenje pokazalo nemogućim, ali ne zbog inherentnih osobina materije, već jednostavno apsolutnih tehničkih ograničenja (priroda nije dužna da nama omogućava merenja) fizičari su prinuđeni da, pod pretnjom zatvaranja nauke, barataju statistikom. Kako bi imali šta da rade, oni se trude da naprave što bolji matematički model pomoću kojeg će dobiti kakve-takve informacije o onome što se dešava unutar atoma^{oo}.

Drugo dostignuće je Ajnštajnova opšta teorija relativnosti. Jedna od stvari koju ona predviđa jeste nepromenljiva brzina svetlosti u vakumu iznad koje ne može ništa da putuje. Kao posledica toga astronomi su osuđeni da uvek gledaju u daleku prošlost. Sve što vidimo na noćnom nebu staro je desetine, stotine ili milione godina. To na prvi pogled izgleda zanimljivo, kao neko putovanje kroz vreme, ali u stvari je vrlo depresivno. To je naime jedino što možemo da vidimo. Ne postoji način da saznamo šta se u ovom trenutku dešava sa vasionom, da li ona uopšte postoji, da li postoje druge civilizacije, da li se skuplja ili širi itd. Taj ostatak vasiona izvan, recimo Sunčevog sistema je praktično izvan našeg horizonta događaja - nema načina da mu pristupimo niti da znamo šta se tamo dešava. Tako gledano, taj (veći) deo vasiona nam nije ni od kakve koristi za eksperimente. Ne možemo ga iskoristiti za ozbiljno empirijsko dobijanje podataka.

Oba ova primera pokazuju da smo potrošili sve podatke koji se mogu dobiti klasičnim naučnim pristupom: teorija - eksperimentalna provera (-teorija...). Tim pristupom, koji je bio jedna od glavnih odrednica prave nauke izgleda da smo saznali najviše što je moguće saznati na taj način. Sva dalja istraživanja su izgleda osuđena na presipanje iz šupljeg u prazno, brčkanje u mlakim vodama verovatnoće ili sanjalačkim vizijama prošlih vremena.

To nikako ne znači da je put koji uključuje empirijske podatke pogrešan, već samo govori da fizika možda ulazi u najdublju krizu od kada postoji i da će za izlazak iz nje nužno biti da ona prestane da postoji kao nauka kakvu je danas znamo.

Moderno Društvo

Postoji još mnogo društvenih aspekata koji se odnose na problem dolaženja do fizičkih zakona, ali ovde ću pomenuti još tri. Prvi je vrlo opšte prirode i odnosi se na kompletnu moralno-političku klimu u kojoj zakon nastaje. Već smo videli kako je u srednjem veku nauka bila tlačena od strane katoličke crkve i kako je to ostavilo velike posledice na buduće vekove razvoja nauke. Nedovoljna cenjenost nauke bila je vrlo uticajan faktor koji je učinio da se u to vreme i posle naukom bave samo hrabri ljudi, koji su spremni da se odreknu većine drugih zadovoljstava u životu ("Kada imam nešto novca, kupujem knjige. Ako nešto preostane, kupujem hranu i odeću" - Erazmo Roterdamski). Srećom inat tih junaka je bio dovoljno jak da pronese zastavu istraživanja kroz te nesrećne vekove i tako su poslednji od njih dočekali da se ona vijori na počasnom mestu u društvu. To se desilo u vreme Renesanse, industrijske revolucije i opšteg preporoda zapadne civilizacije. Praktična primena (ali i fascinantnost samih okrića) postali su opravdanje za naučno-istraživački rad. Ispitivanje tereta koji su nosili istraživači prošlih vekova ostavićemo istoriji, a mi ćemo se pozabaviti savremenim oblicima

^{xvi-b} Ovo je svakako, samo moj pogled na problem. Veliki broj interpretacija kvantne mehanike ukazuje na to da odgovore na ova pitanja nije moguće lako pronaći. [*]

^{oo}

društvenih pritisaka koji koče razvoj nauke do konačnih zakona prirode.

"Politika je klatno čije zamahe između anarhije i tiranije napajaju neprestano podmađivane iluzije." reče jednom veliki Albert Ajnštajn. Još jednom štedljiva Vasiona primenjuje ista pravila na naizgled različite pojave i mi možemo primetiti kako se ovaj princip može prepoznati i u odnosu društva prema naukama. Pošto je nekad bilo veoma negostoljubivo prema svakom ne-religijskom istraživanju pa onda potkupljeno praktičnim đinđuvama, društvo je nastavilo u tom smeru i došlo do današnjeg infantilno-imperativnog ponašanja. Ono danas od naučne zajednice ucenjivački zahteva dinamiku rezultata kakvu je nauka imala u svom procvatu, početkom prošlog veka. Svaki iole ozbiljan projekat se mora opravdati pred organima operisanim od radoznalosti, mora se ispostaviti završni račun i proceniti profit. Žalosno je čitati izveštaje o novim otkrićima koji se po pravilu završavaju na silu smišljenim primenama datog otkrića, na primer u izradi još manjih slušnih aparata ili računara koji mogu razbiti postojeće enkripcije, iako ono ima značaj koji prevazilazi sve moguće i nemoguće primene koje iz njega proističu. Čovek bi pomislio da ćemo se posle toliko vekova dogmatskog tamnovanja, sirotovanja i gladi svi na planeti uzdići zahvaljujući svoj toj tehici koja nam olakšava život. Pomislio bi da će ceo svet postati svestan pravih vrednosti i da će usmeriti svu snagu (pa i novac) i poštovanje ka nečemu vrednijem i manje prolaznom od svakodnevnih potreba ili ratničkih pohoda. Zar nije najzad vreme da se vrati prosveteni duh starih Grka, da najzad prebolimo dečije bolesti čovečanstva? Kanda još nije...

Tom društvenom pritisku, nažalost, podleglo je i premnogo naučnika. Možda najpogubniji oblik toga se jasno vidi iz glavnog modernog merila naučnog uspeha koje iskazuje krilatica *publish or perish*. Naučni ugled je spao na kvantitativno poređenje objavljenih radova! Ugled naučnika, njegove šanse za tutule, mogućnost poveravanja projekta, a time i njegova profesionalna budućnost određuju se na osnovu golih brojki kao što su RCI (odnos broja citata i broja objavljenih radova) ili sam broj objavljenih radova. Izgleda da se više nema vremena za individualnu procenu, nadu u perspektivnost ljudskih potencijala, talenat.

Sami naučnici kao da su prihvatili tu igru i stvarno poverovali da su neko i nešto samo ako im se negde odštampaju njihova pisanija. Kao da je nemoguće da jedna budala trideset godina piše tekstove sa krupnim rečima, mnogo citata i nabranja, da čak postane doktor nauka ili profesor. Kao da je dovoljno pročitati i prepričati gomilu knjiga, većito tumačiti druge i skupljati svoje odštampane tekstove, ma kakvi da su, kao građu za sopstveni nekrolog. Mudri Boalo (Nicholas Boileau) lepo reče: "Svaka budala uvek nađe još veću budalu koja će joj se diviti". Kod nas u zemlji to možemo posebno dobro da vidimo. Naš katastrofalni sistem dodele zvanja proizveo je onoliku sramotu i ruganje sa mr-vima i dr-ovima. Hajde što oni misle da su naučnici samo zato što su recimo izdali 83 knjige, ali nesreća je što gotovo svi ostali, pa čak i pravi naučnici misle da oni to stvarno i jesu.

Na zapadu je jedan (daleko manje katastrofalan) oblik ovoga uveliko institucionalizovan u obliku tzv evaluativne države. Ona glumi Velikog Brata neiskusnim naučnicima, pa je sebi za cilj postavila "otklanjanje dve najvažnije slabosti savremene nauke: narušen (etički) integritet i nedovoljnu društvenu korisnost"¹⁴.

Mora se, naravno, razumeti i nevoljnost političkih glava kada se ima u vidu da eksperimenti u, recimo, fizici visokih energija koštaju kao prosečni afrički budžeti. Kada se radi o tako konkretnim problemima treba da se ozbiljno zamisle i političari ali i naučnici: da li je to stvarno toliko potrebno i da li je to jedini način.

Demokratija

Postoji još jedan način na koji čovek sputava sam sebe na svom putu saznanja a to je pojava demokratije gde joj mesto nije. Aristotel je ukorio mladog

14 [4]

Aleksandra da u matematici nema kraljevskih puteva, a mi dve hiljade godina kasnije razvezujemo naučnu misao dajući joj ogromnu slobodu po uzoru na svetu Demokratiju.

Nije mi lako da pokažem šta mislim a da pritom ne budem pogrešno shvaćen. Pokušaću to da izvedem na primeru jedne pomodarije koja je cvetala u XX veku. Svakako su i osnovci primetili da se mnoge nauke, pre svega društvene, prosto utrkuju u broju raznovrsnih -izama. Ovaj sufiks je postao kao kakva titula koju veliki mislioci mogu dodati svom imenu i tako sebi po kratkom postupku obezbediti besmrtnost. Salonski filozofi, opet, jedva su dočekali ovaj nepresušan izvor velikih reči koje mogu ponosno da žvaću i glume pamet. Narod je pogotovo bio zadovoljan jer je u njegovim očima izgledalo da nauke galopiraju i postaju sve moćnije i misterioznije. Svi su dakle srećni i zadovoljni, svi - sem istine.

Onaj primarni motiv zbog kojeg postoje i naučnici i profesori, i đaci i nauka, jednostavno je sklonjen sa scene. Danas, kada neko u "ozbiljnim" naučnim krugovima iznese svoje mišljenje, on biva jednostavno katalogiziran i ostavljen po strani. Pošto je malo toga novog pod kapom nebeskom, nije teško kod nekoga prepoznati ničeovski pogled na boga, platonsko shvatanje države, ili poperovsko shvatanje nauke. Naučna zajednica novog člana neće čak udostojiti ni prekorom, već će samo konstatovati slobodu mišljenja i relevantnu verovatnoću ispravnosti njegovih ideja. Ljudi kao da su prestali da se bave odlučivanjem i utonuli u beskrajnu depresivnu dosadu deskripcije. Kao da više nije važno raspravljati o svim idejama i truditi se da se broj alternativa svede na minimum, nego se čak teži suprotnom. Kao da je bitnije reći "čitao sam ja o tome, to se zove xxxx-izam" nego razmisliti ima li uopšte smisla u tome.

Ovakvim postupanjem se nanosi velika uvreda većini pokušaja odgonetanja Sveta, ponižavanjem i degradiranjem njegovog autora. Kada nekog umnog čoveka nazovete -istom, uvredili ste ga više nego bilo kojom psovkom. On tada i sam sebi liči na prevaziđenog sektaša a la Don Kihot. Mnogo je poštenije jasno reći nekome da lupa gluposti nego se kriti iza paravana tolerancije. Kako Dučić napisa:

"Da mog boga mrziš jednom mržnjom holom,
Da se gnušaš moje mudrosti: i blažen,
Da moju oštricu hvataš rukom golom,
Da znaš da ću biti ismejan i zgažen.

...

Da te vidim strašni! Gluhe su mi noći
bez tvojih koraka: večno, neprekidno,
Bez tebe ću biti bedan i bez moći,
Mali, i unižen, i pobeđen stidno."¹⁵

Daleko je bitnije, međutim, to da se tako nanosi ogromna šteta produktivnosti jedne nauke. Po mom dubokom uverenju, postoji samo jedna istina za svako pitanje. Samim tim, nedopustivo je insistiranje na raznolikosti mišljenja u nauci. Ne može se svakome dozvoliti da čim formira svoje prvo mišljenje, njega slobodno zadrži do kraja života, živeći u svom malom svetu zabluda. Moramo uložiti daleko više energije pri susretu sa novim vrlim umovima (kojih je danas više nego ikad) i razvrstavati ih pre svega po tome da li su ispravna ili ne.

Svestan sam, svakako, da bi bila velika glupost zvesti dogmatsko-makijavelistički mehanizam u savremenu nauku. Tačno je da napredak nauke zavisi upravo od drugačijih mišljenja, ali se njihov *kvalitet* mora kontrolisati. Kao što je pokazano u prvom poglavlju, sumnja i nepoverljivost igraju važnu ulogu u prirodnoj selekciji ponuđenih paradigmi. Jedina stvar koju pokušavam da pokažem jeste da se princip slobodnog izbora protera iz nauke kao *naučno nemoralan*.

U naukama kao što su matematika i fizika, problem nepozvane demokratije u većini oblasti nije toliko prisutan. Oblast u kojoj se on najviše ispoljava jeste

15 Jovan Dučić: "Neprijatelj", serijal "Pesme Ljubavi i Smrti"

aksiomatizacija tj problem definisanja. Tu je možda ravnopravnost opcija neizbežna, ali ipak treba imati na umu kočničarsku ulogu takve metodologije.

Definisanje

Već smo pominjali kako svaki fizičar može da podnese samo konačan broj zašto-a. Posle tog broja oni za sledeće pitanje moraju priznati da nemaju odgovor, opravdavajući to bilo uvaljivanjem problema filozofima, bilo tvrdnjom da se neke stvari jednostavno ne mogu znati. Fizičar pri tome zaboravlja da se time odrekao osnovnog zadatka njegove nauke. Ako je fizika aristokratija u odnosu na tehničke nauke, tj ako ima nešto ozbiljnije od njih, nešto što je za odabrane, onda se na ovako visokim granama ne sme stati. Ako od toga odustane, onda fizika nije ništa drugo do tehnika sutrašnjice, a fizičari tek nešto više od Kroke iz "Majstorske Radionice".

Problem definisanja pojmova je veoma važan za kvalitetno postavljen fizički zakon. Kako on leži u samom temelju od njega zavisi pravost cele konstrukcije, ali se u isto vreme teško vidi i nemoguće ga je izmeniti bez rušenja konstrukcije. Mi ćemo se ovde baviti trima stranama ovog problema u smislu uticaja na stvaranje i održavanje fizičkog zakona. Prva strana (ili projekcija) problema definisanja je nešto što smo već upoznali u Kunovom modelu naučnih revolucija. To je problem "preteranog intimiziranja" sa definicijama, odnosno metafizičkim elementima paradigmatičke matrice. Problem nastaje kada dozvolimo da nam se intuitivna shvatanja zavuku pod kožu toliko da ih "osetimo". Problem se ispoljava kada naučni tokovi počnu da ukazuju na potrebu izmene ovih definicija. Ovo se desilo geocentricima sa Kopernikom a skoro celom svetu se to još uvek dešava sa zamišljanjem mase kao tvrde i teške ili prolaskom elektrona kroz "dve rupe". Za početak je jasno da ovakva inercija predstavlja negativnu heuristiku i da je vrlo opasna za razvoj nauke (tj dolaženje do novih zakona). Ono što se takođe sa pravom može reći jeste da je veliko pitanje da li bi i kakav razvoj nauke uopšte bio moguć bez intimiziranja sa pojmovima. Upravo u pojmovima leži najveća draž bavljenja naukom, ali u onim koji su najmanje svakodnevnici. Najzanimljivije stvari u fizici su one koje se graniče sa naučnom fantastikom. Na svojoj zanimljivosti oni mogu da zahvale pre svega tome što se bave menjanjem intuitivno poznatih pojmova. Putovanje kroz vreme je fascinantno upravo zbog toga što je teško isterati jednosmernost vremena iz naših glava. Masu gotovo da nije moguće zamisliti kao energiju, prostor kao ulubljen, beskonačnu gustinu singulariteta itd. Slično tome pre nekoliko vekova su neverovatne bile pojave "delovanja na daljinu" naelektrisanih čestica, prenosa glasa kroz parče žice ili vazduh, let nečega teškog jednu tonu samo pomoću okretanja dva kraka, itd. Osećanje pojmova nam, dakle, sa jedne strane smeta da prihvatimo drugačije (istinitije) teorije, ali ono u isto vreme jedino što bojadiše fiziku veselim bojama. Kvalitetan napredak nauke kao da zahteva jedno veliko sazrevanje koje će stvoriti generaciju super-prosvetljenih naučnika koji bi imali motive čiste kao izvorska voda a koji bi sami u odnosu na romansijerske tendencije bili hladni kao led, spremni da se iskušenički odreknu od efemernih zadovoljstava s nadom da će biti nagrađeni neizmerno vrednijim Kamenom Mudrosti

Dok čekamo da se to dogodi, pogledajmo drugu stranu naše muke sa definicijama. Ona je u neku ruku slična ovoj prvoj. Radi se o jednom gotovo obrnutom procesu, o potrebi da se shvate prava značenja i hijerarhija pojmova koji nas okružuju.

U fizici se koristi određeni broj pojmova koji se ne definišu (ili se definišu ciklično), ali čije značenje studenti i naučnici sve bolje razumeju kako se njima više bave. To razumevanje je na intuitivnom i "osećajnom" nivou i ne može se pretvoriti u strog iskaz. Ostaje međutim želja da se njihova priroda i eksplicitno razume, da se zna *šta su*. Takvi pojmovi su na primer energija, masa, prostor-vreme, naelektrisanje... Njima se mogu pridružiti i neke osobine kao što je na primer inercija. Zašto tela nastavljaju da se ravnomerno kreću kad ih ne diramo? Veliki deo ovih problema leži u tome što nemamo nikakvu ideju o tome kako bi

odgovori na ova pitanja mogli da izgledaju. Jednostavno, koji god odgovor da zamislimo deluje nedovoljno i neuverljivo. U sistemu znanja kojim se služimo nije moguće dati zadovoljavajuće odgovore na ova pitanja. Jedno rešenje bi moglo biti i "pa to su osnovni pojmovi. Njih nema šta da razumeš ili ne, njih moraš da prihvatiš jer su oni u vasioni najosnovniji i tu je kraj priče". Da li mi to možemo i da li je to stvarno tako je jedna d(r)uga priča...

Treća strana problema je formalne prirode i njen opis je vrlo kratak. Radi se o čisto logičkom ograničenju da se ni jedan pojam ne može definisati bez korišćenja nekog drugog koji je već definisan. A kako mi ne živimo beskonačno dugo i kako ciklične definicije nisu dozvoljene izlazi da nije moguće napraviti zatvoren sistem definicija. Ovim se vraćamo na početak poglavlja i priču o premnogo zašto-a. Ovo može biti još jedan ekser u kovčegu nade za saznanjem^{xvii}, ali ja više volim da mislim kako je to samo ograničenje konkretne metodologije nauke. Ta metodologija je nažalost najbolje što imamo i ako se nje odrekne zajedno sa njom moraćemo da zakopamo i kompletnu nauku današnjice. Ono što odeduje nauku je upravo taj modus operandi zasnovan na jeziku, strukturnim dokazivanjima i formalnoj logici. Sve van toga bi nužno (u današnjoj sistematizaciji) bilo neki oblik religije ili čega sličnog. Da li će nauka odlučiti da ostane u tom ukusnom živom blatu, detinjasto tvrdoglava da prihvati realnost, ili ćemo doživeti kataklizmičnu katarzu kakvu svet još nije video, ostaje da se vidi.

Ekstremni stavovi

Kao što je nebrojeno puta pokazano, naučni metodi koje koristimo zajedno sa odsustvom univerzalnih merila istinitosti dozvoljava razne ekstremne poglede na naše znanje i njegovu perspektivu. Nije potrebno mnogo pameti ni vremena da se dođe do pitanja kao što su: "Kako možemo biti sigurni da bilo šta postoji?", "Šta to uopšte znači da nešto postoji?", "Ako je jedini izvor informacija za naš mozak naš nervni sistem, dakle nešto na šta se može uticati simuliranjem nadražaja, kako možemo znati da to što doživljavamo nije samo nekakav softver?", "Ako nas mozak može prevariti u snu, i ako su deja vu scene samo hemijski kratki spojevi u našim glavama, šta je to što nas ubeđuje da je stvarnost baš ovo što mi smatramo da jeste a ne neko drugo stanje uma?"^{xviii} i slična. Ni jedno od ovih pitanja se ne može ozbiljno odbaciti, ali se ipak ona najčešće ne razmatraju u nauci. Zašto? Jednostavno zato što danas nije moguće pronaći zadovoljavajuće odgovore na njih i zato što ona ne ostavljaju prostora nikakvim daljim istraživanjima. Problemi koje one pokreću se završavaju samim postavljanjem pitanja, pa bi tako svaka nauka ili oblast nauke zasnovana na njima bila zaključena pre nego što je otvorena. Takva pitanja, ipak, ne treba gubiti iz vida, i zdravo je podsećati ih se s vremena na vreme. Ko zna, možda jednog dana...

Neki ljudi su opet, iskoristili poslednje novotarije u fizici kako bi otišli u jednu drugačiju krajnost. Naime, poslednjih dvadesetak godina popularna su razna mistička tumačenja kvantnomehaničkih principa. Princip neodređenosti i nužnost uticaja merenja na posmatrani sistem su oduševljeno prihvaćeni od strane nekih istočnjačkih mistika kao naučni dokaz da je fizički svet proizvod kosmičkog Uma sa kojim je ljudski um vezan kroz prostor i vreme. Kvantnomehaničke pojave su navodno dokaz da mi svojim mislima i prisustvom uopšte menjamo i određujemo fizički svet oko nas^{xix}. Ovakve ideje proizvele su bujicu zloupotreba prideva "kvantni" u razne nadri-svrhe; tako smo dobili kvantno lečenje, kvantno

^{xvii} "(pojmovi) nisu strogo određeni u pogledu njihovog načenja; to znači da mi ne znamo tačno koliko oni mogu da nam pomognu u određivanju našeg puta u svetu" [13], str 50)

^{xviii} Setimo se samo priče o lovcima na snove i vezanim životima u Pavićevom "Hazarskom Rečniku"

^{xix} Ovu krajnost treba razlikovati od legitimne sumnje u nezavisnost rezultata od našeg delovanja. To je rezonovanje da su prirodna pravila, kao što kaže Hajzenberg: "...deo uzajamnog dejstva između nas i prirode ... opisuje prirodu onako kako se ona pokazuje izložena našem načinu ispitivanja". ([4], str 43) Ovakve primedbe, zbog svoje same prirode, verovatno nikada neće moći biti eliminisane.

podmlađivanje itd. "Kvantno" je postalo "buzzword koja se koristi da podupre pomodarsku, pseudonaučnu duhovnost koja karakteriše ovaj pokret"¹⁶. I posle sto godina istraživanja, nije pronađen ni jedan naučni dokaz koji bi išao u prilog ovakvim tvrdnjama. Um, svesnost i čovek se ne pojavljuju nigde u kvantno-mehaničkim zakonima i za sada nema razloga da ih inkorporiramo u postojeći fundus fizičkog znanja.

Jedan drugi antropocentrični biser se čak uzima kao legitimni naučni pogled. Radi se o tzv antropičkom principu, razmišljanju koje se zaniva na ideji da je cela Vasiona napravljena tako da bismo je mi ljudi mogli registrovati. Po ovoj ideji sve veličine i mehanizmi u prirodi su baš ovakvi da bi mi mogli da ih osetimo i o njima razvijamo nauke. Ovakva tumačenja ne samo da zanemaruju empiristički apokaliptične posledice današnjih teorija, nego bezobzirno poturaju sofizme skrivenih tautologija, dve hiljade godina pošto su slične nadri-nauke proterane iz filozofije.

Pre nego što krenemo u istraživanje prirode i njenih zakona, moramo da istražimo i upoznamo sebe. Moramo identifikovati i naša eventualna intelektualna ograničenja i naše duboko usađene predrasude. Ove predrasude su ugrađene u zakone koje mi smatramo opisima prirode i stoje između nas i istinitog opisa mehanizama Vasiona.

Svako vreme je u svoje zakone prirode unelo svoje nesavršenosti: praktične, karakterne, društvene, filozofske. Logično je pretpostaviti da i ovo naše vreme verovatno u svoja dostignuća unosi i neke pogrešne predstave. Možda je prevelik zahtev očekivati da se ove greške sve (ili neke) identifikuju i odstrane, ali jedno kvalitetno naučno obrazovanje i profesionalnost zahtevaju svest o ovom problemu.

Postoji nažalost jedan problem koji je gotovo nezavisan od našeg poznavanja ovog problema. Naime, iako poznajemo sve dosadašnje "trikove" iskakanja iz vrzinih kola, kao što je Plankov, Ajnštajnov ili Kopernikov, ipak je svako od ovih preokreta načinjen novim idejama koje se teško mogu izvesti iz prethodnih. Sve pobrojano o ljudskim ograničenjima je samo opis dosadašnjih grešaka, a greške koje sada činimo najverovatnije će otkriti tek buduće generacije.

16 [5]

Matematika

"Rat je isuviše ozbiljna stvar da bismo je prepustili vojsci." reče Klemenso (Georges Clemenceau). Videli smo da su, slično tome, fizički zakoni nešto čemu ljudi još uvek nisu dorasli. Ljudi kao društvena bića, po prirodi sujetni, karakterno, perceptivno i inelektualno nesavršeni, kada bi fizičke zakone tražili "ručno" nauka verovatno ne bi ni ličila na ono što je danas. Veoma je teško, ako ne i nemoguće, istraživati prirodu ako istraživači govore svako svojim jezikom, ako različite pojmove uzimaju za osnovne, uopšte - kada ne bi mogli da komuniciraju.

Na našu sreću (mada nekad i nezadovoljstvo), fizika je tokom evolucije izrodila jedan univerzalni jezik koji fizičare oslobađa briga o nepreciznosti, pogrešnim shvatanjima, potrebama banalizovanja itd. Taj jezik je, naravno - matematika. Ona nam, dakle, sa jedne strane pruža jedan jezik, savršeniji od bilo kojeg "ljudskog", pomoću kojeg se misli mogu egzaktno izraziti. Sa druge strane on nam olakšava posao intelektualnog obuhvatanja kompleksnih sistema i omogućava baratanje "nezamislivim" elementima, kao što su četvorodimenzionalni prostori ili beskonačnost, koji bi bez matematike bili jednostavno neupotrebljivi.

Primetićemo, takođe, da su (gotovo) svi fizički zakoni izraženi upravo preko njihovih matematičkih modela i da je veliku većinu njih nemoguće izreći "običnim" rečima. Od osnovaca do nobelovaca prva asocijacija na pojam fizičkog zakona je svakako nekakav matematički obrazac, što ukazuje na možda dublju vezu između matematike i fizike.

Istorijski gledano, matematika nije stvorena kao alat za fizičare već kao zasebna filozofska, a kasnije naučna disciplina. Čak šta više, ozbiljna matematika je nekoliko vekova starija od ozbiljne fizike. Veza između matematike i zakona Vasiona, dakle, zaslužuje posebnu pažnju.

Uloga

Pogledajmo, na početku, kakvu tačno ulogu igra matematika u zakonima fizike. Da li je ona baš neophodna? Postoji li neodbaciva potreba za njom? Da li fizički zakoni mogu biti formulisani na neki drugi način? Najzad, da li Vasiona poznaje nešto takvo i da li ona zna matematiku kada sebe organizuje? Čini mi se da se odgovori na ova pitanja mogu podeliti u dve osnovne grupe, u dva mišljenja. Jedno naravno govori da matematika ima neki dublji smisao i da je ona utkana u samu stvarnost, dok druga matematiku vidi samo kao alatku, kao još jednu od izmišljotina ljudskog roda.

Ova prva misao, o inherentnoj matematičnosti prirode, stara je gotovo koliko i zapadna filozofska misao. Pitagorejci su prvi uzdigli matematiku na božanski pijedestal i počeli da fascinirano matematizuju svet oko sebe. Pitagora je u svemu video svoje monade, dijade i ostale brojke, zamišljao je savršene brojeve, prijateljske brojeve, trougaone i kvadratne. Povezao je i muziku sa odnosima brojeva, užasavao se od mističnih iracionalnih brojeva i uopšte, otkrio je neverovatnu moć matematike. Kao i svaki (uslovno rečeno) primitivac, i on je toj neverovatnoj moći pripisivao univerzalni božanski karakter i težio je da apsolutizuje matematičke pojmove i odnose. Takav pristup je, naravno bio primeren tom vremenu, ali za njega verovatno nema mesta u savremenoj nauci. Međutim, Pitagora je svojim oduševljavanjem učinio jedan neverovatno važan korak u razvoju fizike. Ono što je on počeo da otkriva bila je ona magična *zakonitost* prirode koju fizičari istražuju već pet stotina godina. Sa stanovišta današnje nauke možemo potpuno razumeti njegovo oduševljenje i čak mu zavideti na počasnom mestu koje je zauzeo u istoriji čovečanstva. On je bio taj koji je prvi izašao iz Platonove pećine i zatekao se u šumi predivnih plodova

čarobnog ukusa. Znanje o svetu je srećom bilo koncentrisano u te slatke plodove i oni su - gle čuda - bili dostupni smrtnim ljudima! Saznanje da se svet može razumeti pomoću konačnog broja opštih pravila koja ostaju nepromenjena u vremenu i prostoru je upravo glavni izvor istraživačke energije i istovremeno njegova inicijalna kapisla. Sa Pitagorinom matematikom počinje prva naučna revolucija i na toj tesnoj vezi matematike i prirode se zasniva celokupno naučno znanje danas.

Ipak, deizacija matematike se mora uzeti sa velikom rezervom. Izjednačavanje matematike sa pripadajućom fizikom, ili čak uzdizanje matematike iznad fizike je potez koji se mora izvesti veoma obazrivo. Sama kompleksnost određenih grana apstraktne matematike ne može biti dovoljan dokaz za vrednosno distanciranje od fizike. Isto tako, nezavisnost razvoja matematike nikako nije potvrda da ona ima viši smisao od fizičkih zakona.

Postoji, međutim, jedan momenat koji je teško prenebegnuti. To je ono što, govoreći o matematičarima, kaže Fajnman: "Ako hoćete da učite o Prirodi, da se divite Prirodi, neophodno je da razumete jezik kojim ona govori"¹⁷. On objašnjava kako je nemoguće intelektualnim argumentima doneti razumevanje prirode onima koji ne znaju matematiku baš kao što je nemoguće opisati muziku gluvome. Veoma je teško odupreti se ovakvom utisku. Zaista, to "osećanje" fizičkih zakona putem matematike može se uprediti sa meditativnim uvidima istočnjačkih mudraca. To je još čudnije kada se uzme u obzir klasično razmišljanje da je matematika ipak veštački proizvod ljudskog uma. Objašnjenje ovog fenomena se verovatno ne može dati olako, već bi za tako nešto bila potrebna ozbiljna studija koja bi uključivala odnose između uma i prirode, psihološke tendencije, metafizičke pretpostavke i dr. Ipak, mislim da je važno pomenuti taj efekat i uzeti ga u obzir pri svakom sudu o vezi između matematike i prirode.

Fajnman međutim ide i dalje u povezivanju ljudi, matematike i fizike, i pri tome čini jednu grubu grešku. On "kritikuje" matematičare zbog apstraktnosti njihovih pojmova i naglašava kako oni svojim pojmovima barataju čisto formalno, ne mareći za njihovo značenje. Nasuprot ovome on postavlja fiziku, govoreći da "fizičar ima značenje za svoje fraze"^{xx}. Prepisujem: "Kada znate šta je to o čemu govorite, da neki simboli predstavljaju sile, drugi mase, inerciju i tako dalje, onda možete koristiti mnogo zdravorazumskog, intuitivnog osećanja sveta."¹⁸ Teško je poverovati da je jedan tako cenjen i priznat fizičar napisao ovakvu amatersku rečenicu. Potrebno je pogledati samo malo unazad i videti da su upravo "intuitivna" shvatanja mase, energije, prostora ili sile kočile razvoj fizike pre Ajnštajna. Tek kada je u razmatranju ovih veličina matematička strogost nadvladala zdrav razum, stvoreni su uslovi za ozbiljnija otkrića. Romansiranje fizike je opasna avantura i obično se suprotstavlja njenom razvoju. Kada bi fizičari svet oko sebe posmatrali narodskim očima verovatno bi većina njih mislila da je Zemlja ravna.

Ipak, ako matematiku ne povežemo sa nečim iz prirode onda nema ništa od fizike. Ovaj nedostatak čvrstog metafizičkog tla je verovatno jedan od najkrupnijih problema današnje fizike. To je ujedno i veliki izazov, i potrebno je ozbiljno istraživanje kako bi se napravio zdrav kompromis, ravnoteža ovih dvaju nauka, ili možda nešto sasvim drugo.

U svakom slučaju, čini se da teza o samodovoljnoj matematičarima ne drži vodu. Lično sam više naklonjen ideji da je matematika jedno moćno oružje namenjeno istraživačima prirode.

Dakle, drugi pravac razmišljanja nas vodi ka ideji o matematičarima kao aparatusu, kao sredstvu čija vrednost zavisi od primenljivosti u realnom svetu. Na početku se, znači, opredeljujemo za to da je matematika rob fizike i njoj srodnih nauka. Njena svrha jeste da izrađuje i unapređuje alatke koje će fizičari koristiti, ili da

17 [1] str 56

^{xx} Ovo je, kao što smo videli, u najmanju ruku sumnjivo. Značenje za svoje fraze su možda imali u Njutnovo mehanici, ali danas niko ne može dati apsolutne definicije npr mase, čestice ili prostora. Za savremene fizičare skoro svi pojmovi su tek nešto više od matematičkih pojava.

18 [1] str 54

nudi kompletne modele o čijoj će istinitosti konačni sud dati, opet, fizičari. Kako kaže Stefan Barker: "Teško je videti kako proučavanje geometrije ima bilo kakav smisao ako ne pretpostavlja traganje za istinom o prostoru"¹⁹. Ostavimo ovu misao za trenutak po strani i pogledajmo jedno srodno pitanje.

Naime, korisno je zapitati se koje je poreklo svih tih matematičkih istina i metoda na kojima se zasniva ova kolosalna nauka. Svi smo mi *sigurni* da ako je A veće od B a B veće od C, da A mora biti veće od C čak i ako ih nikada ne uporedimo; ili da kroz dve tačke može proći samo jedna prava. Čini se da su ovakva znanja nezavisna od našeg matematičkog iskustva i da su nekako usađena u nas. Ovo pitanje je gotovo identično onome o intuiciji: odgovor zavisi od toga da li smo religiozni ili ne. Kao i oko intuicije, tokom istorije je postojao sukob između ideja da je matematičko znanje apriorno ili empirijsko. Pretpostavka o apriornom poreklu matematičkih znanja podrazumeva pretpostavku da smo mi nekakvim uvidom stekli to znanje. Uz takav stav se, dakle, mora ponuditi i nekakav neempirijski izvor znanja, na primer onako kako je to uradio Platon^{xxi}.

Kada bismo odabrali apriorni pristup i složili se oko neempirijskog načina spoznaje rešili bismo usput i jedno možda još važnije pitanje vezano za odnos matematike i stvarnosti.

Vratimo se sada Barkerovom zahtevu da geometrija opisuje prostor. Bilo bi sjajno kada bismo mogli da onako usavršene sisteme iz matematike, sa sve neoborivim dokazima, direktno primenimo na svet oko nas. Nesreća je, međutim, u tome što su matematičari plodniji nego što se od njih očekuje. Kako da uzmemo geometriju kao opis prostora kada postoji ceo vašar geometrija koje su za matematičare *potpuno ravopravne*! Kao što svaka majka jednako voli svu svoju decu, tako i matematičari odbijaju da se opredele za jednu, apsolutnu geometriju. Ako uporedimo, na primer, Euklidovu i geometriju Lobačevskog, videćemo da su one *nespojive*, da jedna drugu isključuju. Ipak, sa matematičarske tačke gledišta i jedna i druga imaju jednako dobre razloge za postojanje. Šta se onda desilo sa pojmom istine? Da li su matematičari prestali da se bave istinom?

Ova situacija ukazuje pomalo na elemente šizofrenije, ili tek fanatizma^{xxii}, ali njeno razrešenje je vrlo jednostavno²⁰. Prosto, matematički sistemi (aksomi plus pripadajuće teoreme) su istiniti ili lažni tek kada se interpretiraju! Kako logika (koja leži u temeljima svih matematičkih sistema) nije vezana za stvarni svet, "čisti neinterpretirani skup postulata nije ni istinit ni lažan"²¹. Pojam istine zavisi od istinitosti inputa koji stavljamo pred matematički aparat, baš kako nas uči elementarna logika. Ukoliko su premise tačne (pravilno odabrane interpretacije postulata) i proces rezonovanja ne sadrži greške (za ovo verujemo matematičarima na reč) onda će i zaključak biti tačan (u našem slučaju: istinit). Tako na primer istinitost Rimanove geometrije zavisi od toga da li se prava linija definiše kao putanja svetlosti ili kao "ona linija koja čini trougao čiji je zbir uglova jednak punom uglu". Ako se opredelimo za prvu interpretaciju onda Rimanova geometrija nije geometrija nijednog dela prostora, dok druga interpretacija to ne isključuje.

Ovim potezom smo ujedno pokazali i da matematika ne može biti apriorna i da je istovremeno njena svrha jasna tek kroz povezivanje sa realnim svetom. Kada bi matematičko znanje bilo apriorno, ono verovatno ne bi moglo biti tako šizofreno. Valjda bi svako znanje, ma odakle ono dolazilo, moralo biti jedno i jednoznačno, ali, kao što smo videli, *unutar matematike ne postoji način* da se presudi između, recimo Euklida i Rimana. Iz toga sledi da je matematika skup mogućih stvarnosti, baš kao što je krug skup mogućih tačaka; tek kada mi koristeći ugao "zakucamo" mogućnost u stvarnost ona postaje korisna. Tek kada mi matematički sistem

19 [7] str 14

^{xxi} U dijalogu "Menon" Platon preko Sokrata pokazuje svoju teoriju o preegzistenciji duše u nekakvom nematerijalnom svetu u kojem se geometrija može posmatrati neposredno.

^{xxii} "Fanatizam se satoji u udvostručavanju vašeg napora kada ste već zaboravili cilj" - George Santayana

20 Prinuđen sam da ovu temu ovde maksimalno skratim, ali temeljniji i zanimljiviji pristup se može pronaći u [7] poglavlja 1-3

21 [7], str 100

kompletiramo empirijskim podacima on nam može nešto reći.

Pogrešno je, dakle, smatrati matematičke svete ravnopravne ovom našem. Matematičari mogu da razviju silnu nauku pod pretpostavkom da prostor ima dve dimenzije, ali mi znamo da on *nema* dve nego tri i samim tim sve priče o ravnima i pravama postaju beskorisne i besmislene, sem kada predstavljaju aproksimacije ili apstraktne prostore kao što su na primer grafici funkcija.

Moje mišljenje je da u hijerarhiji nauka matematika ima pomoćnu ulogu. U fizici se matematika koristi za iole komplikovanije sisteme, kada je nemoguće zakone otkrivati ili izražavati običnim, intuitivnim jezikom. Matematika jeste skraćeno pisanje plus logika^{xxiii}.

Što se tiče porekla matematičkih znanja, smatram da su ona čisto empirijski zasnovana; to su proizvodi hiljada godina posmatranja prirode i predstavljaju njihovu apstrakciju. Neke nedvosmislene istine tako postanu deo našeg razmišljanja i delovanja pa se onda od njih može plodno graditi jedna takva nauka kao što je matematika. Matematičari u stvari kažu: "Okej, $a=a$. Ajde da vidimo šta sve možemo da dobijemo od toga..." i onda pletu svoju nauku do neprepoznatljivosti. Pazeći da poštuju pravila (takođe apstrahovana iz prirode) oni onda naprave neku oblast sa komplikovanim formulama i zanimljivim posledicama, pa je onda daju fizičarima. Fizičari potom to primene na dešavanja u stvarnosti i tako one početne principe vrata tamo odakle su ih matematičari uzeli. Ako su principi pravilno apstrahovani i dosledno primenjivani rezultat je, naravno, potpuno poklapanje sa primećenim pojavama u prirodi. Baš kao što su matematičari gradili svoje sisteme, tako i priroda od svojeg malog kompleta principa gradi komplikovane pojave. Sve te pojave se moraju povinovati osnovnim principima te su one jedini mogući rezultat kombinovanja tih osnovnih principa. Do tog rezultata moramo doći i mi ako sebe ukrotimo matematičkim pravilima (izvedenim iz prirode) i to je u stvari ono "čudo" - kako to da priroda funkcioniše baš kao naša matematika.

Matematika predstavlja jednu zbirku mnogo puta proverenih opaženih rezultata i služi nam da o njima ne bismo mislili i da bismo ih lakše koristili; baš kao što množenje nije ništa drugo do sabiranje, pa samim tim ni korenovanje, logaritmovanje ili deljenje nisu suštinski različiti od običnog spajanja dva skupa i prebrojavanja njihove unije.

Tako smo pomirili naizgled disjunktna gledišta o tome da li smo matematiku izmislili ili ona postoji u prirodi: ona sama kao i pojmovi višeg reda od postulata ne postoje kao entiteti - njih smo mi izmislili, ali sami temelji matematike se nalaze duboko u principima Vasiona.

Što se tiče praktične potrebe za matematikom, ona je van svake sumnje. Nauka svojim metodama postavlja imperativ po pitanju korišćenja eksplicitnih, reproducibilnih i analitičkih oblika znanja i istraživanja. Kada bismo mi kompleksne pojave opisivali na ne-matematički način to ne bi bila nauka.

Često se, i sve češće, dešava da je jedini mogući način da se učini sledeći korak upravo koristeći isključivo slepu matematiku. Držimo se nje sve dok neko drugi nekako ne dođe do tumačenja tih pojava. Ovaj slučaj je bio na primer sa otkrićem crne rupe ili nekih elementarnih čestica.

Nekada od stepena apstraktnosti direktno zavisi naš uspeh, kao što sam nekoliko puta do sada pomenuo^{xxiv}.

Ipak, to nikako ne znači da je matematika jedini način za otkrivanje novih stvari - to što su crne rupe prvo otkrivene na papiru nikako ne znači da se do njih ne

^{xxiii} "Matematika je jezik plus rezonvanje, to je kao jezik plus logika." ([1], str 37) Međutim, pri praktikovanju matematike sama logika često ostaje skrivena nauštrb naučenih pravila koja se bez razmišljanja primenjuju.

^{xxiv} Zanimljivo je da, pored toga što matematika često pomaže fizici, često se dešava i obrnut proces. Ako imate, na primer, jedan logički sistem i želite da dokažete da je on neprotivurečan neće vam biti lako. Nije jednostavno (možda i nemoguće) da se pokaže kako u jednom sistemu ne postoje dva kontradiktorna stava. Međutim, ako pronađete jednu interpretaciju sistema za koju su sve teoreme istinite, vi ste obavili posao!

može doći drugačije: eksperimentalno ili neposrednijim izvođenjem iz poznatih principa.

Matematika, dakle, opravdava svoje postojanje. Ne treba je, ipak, brkati sa mehanizmima Vasiona i odvajati je od ljudskog roda. Ona je nužno zlo, još jedna posledica naše ograničenosti.

Značenje

Pri neposrednom kontaktu sa fizičkim zakonima u matematičkom obliku često se srećemo sa problemom interpretacije matematičkih pojmova. Ako želimo da "osetimo" zakon kako treba potrebno je zavući se ispod matematičkog formalizma i potražiti čemu u prirodi odgovaraju matematički izrazi koje koristimo. U najvećem broju slučajeva kada ovo pokušamo doći ćemo do neprijatnih i naizgled beznačajnih situacija koje nas upućuju na sumnju u opravdanost korišćenja matematike. Izgleda da se veliki deo matematike sastoji od idealizacija ili prisilnih apstrakcija. Osnovni problem u fizičko-filozofskom tumačenju matematike jeste odvajanje "prirodnih" od veštačkih pojmova.

Jedna od najfascinantnijih stvari u matematici jeste činjenica da se veliki sistemi grade na, u stvari, nepostojećim elementima. Pogledajmo, na primer (euklidsku) geometriju. Njeni osnovni elementi su tačke (ono što nema veličinu), prave (ono što nema ni širinu ni kraj), duži (konačna dužina gomile nečega što nema veličinu) i druga bajkovita stvorenja. Ipak, zahvaljujući toj geometriji stoje onolike zgradurine, lete avioni, funkcioniše saobraćaj! Niko nikada nije video tačku niti pravu^{xxv} a ipak se zakoni fizike prave kao da one postoje, i što je najčudnije - ti zakoni rade. I ostatak matematike nastanjuju razna mitska stvorenja kao što su izvodi, integrali, kompleksni brojevi, verovatnoće...

Ovde ću se poslužiti jednim karakterističnim predstavnikom tih "neprirodnih" činilaca fizičkog zakona - kompleksnim brojem. Ne zanima nas, naravno, ceo kompleksan broj već onaj njegov interesantniji deo: imaginarni.

Moglo bi se, naravno, krenuti od filozofije prirodnog broja ali mi ćemo ga ovde uzeti kao intuitivno poznat pojam (ma šta to značilo). Od prirodnih brojeva smo dobili racionalne a od njih dalje negativne^{xxv-a}. Racionalni brojevi se mogu relativno lako pojmiti kao broj delova nečega, a negativni kao mera nedostatka, dug. Metodama sličnim onima kojima su dobijeni ovi brojevi matematičari su došli do imaginarnih brojeva. Imaginarni brojevi su fascinantna posledica negativnih brojeva; jednostavno se desi da nas formalizam dovede do toga da nam u nekoj jednačini pod koren zapadne negativan broj. Međutim, elementarna aritmetika nam govori da je kvadrat svakog broja: pozitivnog, nule, pa čak i negativnog *uvek* pozitivan broj. Dakle ako mi imamo negativan broj a neko nas ubeđuje da je on nečiji kvadrat mi mu možemo odgovoriti da tako nešto ne postoji. Matematičar bi ovde rekao da ne postoji takav realan broj, ali postoji imaginaran. Ovo nas samo udaljava od problema, jer ovim trikom mi smo sve manje sigurni da znamo šta je to uopšte broj.

Matematičaru to uopšte nije bitno. Kako kaže Isak Asimov: "Sve dok neka definisana veličina može da se potčini pravilima manipulacije koji nisu u kontradikciji ni sa čim drugim u matematičkom sistemu, matematičar je srećan. Njega u stvari ne zanima šta to 'znači' "²². E pa ako matematičara ne zanima, nas zanima. U prirodi nema imaginarnih brojeva. Ne možete imati *i* planeta niti možete znati da li je *i* veće ili manje od nule. Baš kao što ne možete imati -1 ili 2/3 elektrona (ili elementarne mase, naelektrisanja, itd). Mislim da je Kroneker bio u pravu: postoje samo prirodni brojevi, sve ostalo je stvorio čovek.

Ali imaginarnim brojevima se ne zanimaju samo matematičari nego i fizičari. Da li

^{xxv} Platon je koristio argument zasnovan na ovome kako bi dokazao da geometrijska znanja nisu empirijska. Ističući da se matematika bavi isključivo takvim apstraktnim pojmovima on je zaključio da to znanje nikako nije moglo doći iz opažajnog iskustva.

^{xxv-a} Ovaj redosled je pre svega istorijski i ljudski, pa se razlikuje od uobičajenog redosleda u teoriji brojeva

22 Isaac Asimov, "The Imaginary That Isn't", citirano u [8]

to znači da oni možda ipak postoje u nekim hiper-mističnim kucima Vasiona? Ili su možda svi brojevi kompleksni samo mi to ne možemo da razumemo? Na svu sreću, ne...

Kompleksni brojevi se stvarno koriste u fizici i imaju veoma važnu ulogu. Oni se pojavljuju i u Opštoj teoriji i u kvantnim formulama. Međutim to nikako ne znači da oni *postoje*! Oni imaju značenje i ulogu, ali ne postoje; evo kako. Kada mi uzmemo jedan imaginaran broj i kvadriramo ga dobićemo - realan broj. Ovo je veoma važna osobina imaginarnih (kompleksnih) brojeva koja nam omogućava da iz nečeg što ne postoji dobijemo nešto što postoji. I zaista, u fizici se imaginarni brojevi nigde ne koriste neposredno, već isključivo onda kada se od njih kvadriranjem dobiju realni brojevi. Tako imaginarni rezultat u separacionoj formuli Opšte teorije nam govori: "ne možeš stići tamo odavde u prostor-vremenu"; Talasna funkcija je korisna (smislena) jedino kada se kvadrira i tako se eliminišu imaginarni elementi.

Imaginarni brojevi nam, dakle, omogućavaju da "vidimo" šta se dešava kada neka pojava uroni u nepostojanje i da predvidimo kako će izgledati kada izroni u stvarnost. Oni nam pružaju priliku da zaronimo ruke u to nepostojanje i da u njemu računamo čak i ako ne vidimo prste! Kada nešto napravimo možemo ga preneti nazad u stvarnost i dalje koristiti.

Slična je priča i sa mnogim drugim stanovnicima matematičke džungle. Većina njih ne postoji, već su to veštački stvoreni entiteti krojeni po meri ljudskog uma. Oni su tu da bismo mi lakše prihvatili svet oko nas i ne treba ih brkati sa stvarnošću. Ono što je važno jeste da, iako su izmišljeni, oni su savršeno validni i nisu netačni jer su, kao što smo videli, izgrađeni od i pomoću elemenata koji zaista jesu deo stvarnosti. Zahvaljujući tome oni i daju ispravne rezultate i pomažu nam da bolje upoznamo svet oko sebe.

Beskonačnost

Među svim tim matematičkim pojmovima jedan se posebno izdvaja po svojoj zanimljivosti i filozofskoj istoriji a to je pojam beskonačnosti.

Ovaj pojam se u matematici stalno koristi i to bez ikakvih osvrta ili sumnji. Dobro, može im se... Problem nastaje kada neko hoće da taj pojam pronađe u prirodi. Ovakvo jedno čudo, međutim, još nije otkriveno, a verovatno nije ni moguće empirijski dokazati jedan takav pojam. Ipak, zahvaljujući matematici, beskonačnost se uvukla u gotovo sve fizičke zakone: ako ne eksplicitno onda implicitno, ako ne formalno ono bar putem primenjenog matematičkog modela koji je podrazumeva (npr analiza^{xxvi}). Beskonačnost je važan deo fizičkih zakona koji podrazumeva neograničenost njihove primene i svojim prisustvom omogućava opisivanje svih zamislivih situacija.

Beskonačnost se može ispoljiti u prostoru, vremenu, kvantitativnim veličinama (na primer masa, frekvencija EM zračenja itd). U nekim od ovih slučajeva beskonačnost ima dva smera: beskonačno veliko i beskonačno malo. Beskonačno malo nije ništa lakše za zamišljanje od svog velikog brata: kako to da je nešto manje od bilo čega drugog a da ipak nije neko ništa?

Kažu da je beskonačnost pojam koji je jednostavno izvan domašaja ljudskog uma. Baš kao što ne možemo da zamislimo više od tri dimenzije ili zakrivljen 3D prostor (a kamo li 4D prostor-vreme), tako smo strukturom svoje psihe onemogućeni da razmišljamo o beskonačnim stvarima. Matematičari, kao što smo videli, ne moraju da zamišljaju stvari, oni su jednostavno "popili pilulu beskonačnosti"²³ i nesmetano barataju čak i tim pojmom. Izazov za nematematičare (i za matematičare ne-formaliste) je upravo kako ili razumeti taj pojam ili ga odbaciti kao fizički nepostojeći.

^{xxvi} Poslednjih godina se matematičari bave izbegavanjem beskonačnosti u nekim oblastima. Pokazalo se, naime, da je moguće zadržati veliki deo matematičke građe (uključujući analizu) ako se izostavi pretpostavka o postojanju beskonačnosti. Ovo se radi pomoću tzv Kenigove leme (König) koja govori o postojanju bar jednog "puta" kroz binarno drvo.

Mene je ovo pitanje zanimalo još od kad sam bio predškolac, i tada sam dobio objašnjenje kojem još nisam našao dostojnu zamenu. Ono glasi: "...pa lepo: ako ideš svemirom ti nećeš da naiđeš na neki znak na kojem piše 'kraj svemira'. I ono što je sa druge strane tog znaka bilo bi nešto, a mi i za to nešto nemamo bolji naziv nego 'svemir'..."

Razmišljanje o beskonačnosti ima jedan izluđujući efekat sličan vertigu, nešto što nas tera da zaurliamo "Pa kako to može!?" Jednostavno nije moguće pojmiti da se nešto nastavlja u nedogled i to još da je stalno različito. Nešto je lakše "zamišljati" predvidivo, jednostavno ponašanje, na primer neke funkcije^{xxvii}.

Ostaje, ipak, ta neprijatna slutnja da mi ne možemo da svarimo jedan pojam tako čest u matematici i fizičkim zakonima. Za Dekarta bi to verovatno bilo dovoljno da zaključi kako takav pojam onda ne može ni da postoji. Ovo, naravno, ostaje kao (srećna) mogućnost ali bi se moralo pokazati na neki strožiji način. Ukoliko se pak pokaže da beskonačnost jeste odlika sveta oko nas i da istovremeno mi nismo sposobni da je pojмимо, onda bismo svi morali da se ozbiljno zabrinemo nad opravdanošću naših želja da razumemo Vasionu, i možda krenamo da (posle lobotomije) tražimo novi posao.

Jedno rešenje za slučaj beskonačnosti prostora bila bi njegova zakrivljenost sfernog tipa, pa bi tako ako odemo predaleko u jednom smeru dolazili do mesta odakle smo krenuli. Time bi spasili naš Ego, ali bi nam ostale beskonačnosti u drugim veličinama. Mogli bismo onda nekako da po analogiji prostora taj princip prenesemo i na sve ostale veličine, tako da kad se ode predaleko na realnoj pravoj odjednom u daljini ugledamo nulu i shvatimo da smo negativni. Tako bi smo došli do jednog principa za koji Kinezi "znaju" već pet hiljada godina.

Sve u svemu, smatram da beskonačnost predstavlja jednu veoma važnu stavku u izučavanju interpretacije matematike, fizičkih zakona i prirode uopšte. Ne mislim da je odgovor moguće lako pronaći, ali sam ubeđen da bi ispravnim tumačenjem ovog pojma bio načinjen ogroman korak ka sveukupnom Znanju.

Konstante

Da bismo malo odmorili mozak pogledajmo sada jednu drugu, svarljiviju priču. Posmatraćemo, naime, jednu savim drugačiju pojavu u fizičkim zakonima - univerzalne fizičke konstante.

Tokom istorije se matematika pokazala kao izuzetno koristan saputnik fizici što se najbolje vidi u ulozi koju je ona imala u otkriću mnogih teorija. One teorije koje nisu stvorene matematičkim izvođenjem iz drugih kasnije su uklopljene u sve ostale teorije tako da one zajedno čine jedan gusto isprepletan sistem. Danas je svaki zakon moguće izvesti iz minimalnog broja drugih što fundus fizičkog znanja čini sličnim nekom neinterpretiranom formalno-logičkom sistemu matematike. Za izvođenje tih zakona nije potrebno poznavati šta predstavljaju koja slova već samo pratiti zakone logike. Ovo sve lepo funkcioniše ali samo donekle. Ono "ali" koje sreću kviri su upravo - fizičke konstante. To su one veličine koje nije moguće izvesti iz samih zakona već se moraju empirijski utvrditi (ili izvesti iz srodnih, empirijski određenih konstanti). Takve su na primer masa elektrona ili magnetna permeabilnost vakuuma. Pored toga što one razaraju ideal o suvišnosti eksperimenta one nam takođe pokazuju da u prirodi stvarno postoje neki "specijalni brojevi" koji određuju stvarnost nezavisno od sistema jedinica ili ostalih veličina u zakonu. Da ima živih pitagorejaca mogli bismo da ih usrećimo ovom neobičnom posledicom fizičkih zakona.

Ne mislim da se ovome krije neka velika tajna postojanja, ali čini mi se da je vredno pomena u jednoj raspravi o fizičkim zakonima.

^{xxvii} Neki filozofi su skloni tome da razlikuju dve vrste beskonačnosti: tzv potencijalnu i aktuelnu. Naš primer sa funkcijom bi bio primer potencijalne beskonačnosti jer "kad god nam zatreba još elemenata, možemo da uzmemo". Ovo je, međutim, samo jezička varka jer ta (najčešća) definicija potencijalne beskonačnosti u sebi sadrži sintagmu "kad god" = "uvek" = "u svakom od beskonačno mnogo trenutaka (slučajeva)" koja potrazumeva tzv "kvantifikaciju po beskonačnim skupovima" i, dakle, zahteva postojanje aktuelne ("prave") beskonačnosti.

Matematičnost je neizbežna odlika fizičkih zakona formulisanih u obliku dostupnom ljudskom umu. U ontološkom smislu ona nema svoj život van naših papira i svi "alternativni" svetovi su samo posledica nepotpunosti aksiomatskih ograničenja.

Život matematike je tesno vezan za fiziku. Fizika udiše matematiku kao kiseonik i artikuliše njen potencijal za svrhe istraživanja sveta oko nas. Matematika iz fizike crpi nove ideje i ohrabrenja ali nekada i zavisi od fizike.

Fascinantna je pojava da matematika često dočeka fizičare sa gotovim rešenjima. Ova "avetinjska sposobnost matematičara da se pripreme za pojavu struktura koje stvarno postoje negde na svetu, ali još nisu otkrivene"²⁴ oduševljava i oduševljavaće mnoge.

Savremena fizika je zašla u vode u kojima se empirijski izvori znanja ozbiljno dovode u pitanje. Sve što se može opaziti izgleda da je odavno već iscrpno opisano i buduća istraživanja su osuđena na gotovo apstraktnu matematiku kao jedini način. Ostaje nada da ćemo iz te apstraktnosti jednog dana izroniti u konkretnost i to na nekom čarobnom mestu.

Za sada nas ohrabruju otkrića do kojih nije bilo moguće doći gledajući šumu iz šume, već je za to bila potrebna matematička apstrakcija. Fajnmanovo "divljenje samo sa matematikom" se sastoji upravo iz niza ovakvih pojava višeg reda koje se pokazuju tek kada se dovoljno udaljimo od intuitivnog (ili bolje: primitivnog) shvatanja sveta koji nas okružuje. Jedna od ovakvih pojava jeste i simetrija kojom ćemo se baviti u narednom poglavlju.

²⁴ [11] str 63

Princip Simetrije

Još od kada su ljudi sišli sa grana pa sve do dana današnjeg njihove umove je fascinirala jedna ideja. Davno pre filozofije postojao je jedan osećaj za određeni način, za specifičnu pravilnost koja je radovala i umirivala ljude različitih civilizacija. Svi mi u sebi nesvesno nosimo jednu potrebu za simetrijom. Simetrija je jedan ne-osetni (da ne kažem duhovni) ljudski koncept: ne možemo je videti očima niti čuti ušima već je možemo prepoznati samo zahvaljujući neobičnom daru inteligencije. Osećanje lepog je tesno vezano za pojam simetrije, baš kao i osećanje skladnosti. Ovo je jedan od retkih pojmova koji dele dva najuzvišenija dostignuća ljudskog roda, umetnost i nauka. Simetrija je jedna od osnovnih odlika najvećih umetničkih dela - muzike ili likovne umetnosti, ali i mi sami kao i ostali živi svet takođe nosimo u sebi ovu čarobnu osobinu²⁵. Grci su krug smatrali savršenim upravo zato što je veoma simetričan, arhitektae su gradile hramove, grobnice i crkve upravo imajući u vidu ovaj koncept.

Gde god da se osvrnemo oko sebe otkrićemo simetriju na sve strane, u svim oblicima - od zgrada do nameštaja, od slika do olovaka, od slonova do mrava. Možda ju je najlakše primetiti ako pokušamo da zamislimo svakodnevnne predmete u asimetričnoj varijaciji: mogli smo imati i asimetrične listove papira, knjige, saksije, ulice ili automobile. Za to nema drugih prepreka sem našeg osećaja za lepo, koji, kada ga se dohvate matematičari, ispada da je najvećim delom određen upravo stepenom simetričnosti.

Kada se pomene simetrija, obično se pomišlja na običnu slika-u-ogledalu simetriju, koju matematičari zovu bilateralna simetrija ili refleksija. Postoje, međutim, i mnoge druge simetrije koje mi ne možemo lako svesno prepoznati, ali ih naš "osećaj za lepo" bez problema uočava. To je na primer situacija kad po ćupu ide neka šara koja se nastavlja u samu sebe tako da nema ni kraj ni početak (ciklična simetrija), to su one neobične šare na haljinama i ogradama koje međuprostorom ponavljaju oblik pune šare (tesalacije) i mnoge druge lepote ovoga sveta.

Očigledno je da ako mislimo da pravilno uopštavamo simetriju moramo upotrebiti i nekakvu matematiku. Matematičari su se toga dohvatili odavno i evo do čega su došli:

"Ako je data prostorna konfiguracija F , oni automorfizmi prostora koji ostavljaju F nepromenjenim čine grupu T i ova grupa opisuje tačno simetriju koju poseduje F "²⁶

srećom, ovo se može bez mnogo štetnih posledica pojednostaviti u sledeći oblik:

"Simetrija je invarijantnost objekta ili sistema u odnosu na skup transformacija"²⁷

Što će reći da ako nešto uzmemo pa ga mučimo nečim a ono i posle toga ostane isto kao što je bilo, to znači da to nešto poseduje nekakvu simetriju. Na prvi pogled ovo nema baš mnogo veze sa onom našom "kućnom" simetrijom, jer fotelja je simetrična mučili je mi ili ne. Ipak, ova definicija obuhvata sve "obične" simetrije i proširuje značenje ove reči^{xxviii} dovoljno da u njoj možemo prepoznati čak i fizičke zakone.

Pa je tako ona obična simetrija, kao što smo videli, refleksija: kada od jedne geometrijske slike napravi druga tako što se njenim koordinatama obrne znak a pritom su obe slike identične, onda ta slika poseduje simetriju refleksije.

Traka sa cik-cak ornamentom poseduje jednu vrstu translacione simetrije jer ako

25 Za prelepe ilustracije simetrija u umetnosti i živim bićima vidi [10]

26 [10], str 45

27 [9]

^{xxviii} Inače, simetrija (συμμετρία) u originalu znači "samo" samerljivost.

sve ornamente pomerimo za određenu dužinu, na primer udesno, dobićemo istu šaru.

Krug poseduje jednu vrstu rotacione simetrije: ako krug rotiramo oko njegovog centra za bilo koji ugao, dobićemo ponovo isti takav krug.

U ovim primerima se može videti razlika između dva osnovna tipa simetrija: kontinualnih i diskretnih. Kontinualne simetrije su one nad kojima se transformacija može izvršiti u bilo kojem broju jedinica (a da objekat ostane nepromenjen). To je na primer slučaj sa krugom kojeg možemo rotirati za infinitezimalno mali ili proizvoljno veliki ugao. Diskretne simetrije karakterišu određene najmanje veličine, "koraci" u kojima je jedino moguće vršiti transformacije a da se zadrži identičnost objekta. Takve su na primer bilateralne simetrije ili cik-cak šare.

Ono što nas ovde zanima, međutim, nisu geometrijske simetrije. Definicija simetrije može se uzeti i u nešto opštijem, logičkom smislu. Objekat ne mora biti samo fizičko telo ili slika, već to može biti bilo koji entitet ili sistem. Znači ako imate nešto pa pokušate da to nešto izmenite i posle toga se njegova forma ne promeni kao posle veštog šibicarskog pokreta - imate simetriju. U fizici je ovaj efekat promešaš-pa-isto dobro poznat. Sa njim se prvi susreo Lavoazije i od tada je prepoznat u nekoliko oblika. Radi se, naravno o principima održanja.

Principi Održanja

Sva tela, polja, talasi i slični moraju se povinovati fizičkim zakonima. To su neumoljiva pravila koja ne trpe izuzetke i kojima fizičari mogu da zahvale za svoja radna mesta, narod za tehniku a svi zajedno za svoje postojanje. Međutim, i nad ovim popom ima pop; postoji nešto čemu se čak i fizički zakoni moraju povinovati a to su svemogućí principi održanja. Jedan mladi zakon, pre nego što izađe pred Sud Istorije mora da prođe strogu internu kontrolu, da vidi da li zadovoljava Svete Principe, pa tek onda može da razmišlja o eventualnoj eksperimentalnoj i filozofskoj proverbi i najzad, ulaženju u udžbenike.

Principi održanja, dakle, predstavljaju jednu strukturu višeg reda od fizičkih zakona. Ti "nadzakoni" su zajednički za različite fizičke zakone koji pored njih izgledaju kao sitne, efemerne pojave. Međutim, moguće je i obrnuti gledišta pa tako principe održanja videti kao "veštačke" posledice, one koje ne čine "suštinu" prirode već su, eto, samo jedna od posledica postulata Vasiona.

Jedan od njih bi mogao biti princip održanja mase (energije): ako kao "zdravorazumsku" pretpostavku uzmemo da nešto što postoji ne može jednostavno da nestane i isto tako, da ne može nešto da se svori ni iz čega nije nikakvo čudo opisati to matematički ili primetiti u eksperimentu. Filozofi, naravno, vole da sumnjaju i u ovakve ideje, ali nama ostalima je sasvim dovoljno to što takva neka čarolija nije zabeležena u istoriji nauke - od Galilijevih kotrljanja do superkolajdera. Šta više, svi principi održanja su izvedeni isključivo iz eksperimentalnih činjenica. Oni se ne mogu izvesti iz ne-srodnih zakona već se samo mogu uvesti kao gotovi zaključci ili pretpostaviti kao aksiomi.

Principi održanja se mogu posmatrati kao sledeći korak u istraživanju prirode - posle zakona a pre Jedinstvene Teorije o Svemu. Mogu se takođe posmatrati i kao sekundarni efekti - na kraju krajeva ne možemo govoriti o čudesnom održanju energije kad ne znamo ni šta je tačno energija.

U svakom slučaju oni su treuntno važan deo fizike i zaslužuju posebnu pažnju.

Simetrija fizičkih zakona

U savremenoj fizici pitanje simetrije preuzima centralno mesto: "Umesto materije, središnju ulogu u našem pogledu na svet zauzela su načela simetrije"²⁸. Ona se mogu otkriti ili formalističkom matematičkom analizom ili eksperimentalno. Pod simetrijom i ovde podrazumevamo onu opštu matematičku definiciju da je to

²⁸ [11], str 9

osobina sistema (zakona) da ne menja svoj oblik posle određene transformacije. U matematici ovo možemo videti, na primer, kod razlomaka: ako i izložilac i imenilac pomnožimo nekim brojem, broj određen razlomkom ostaje isti. Simetrije u fizičkim zakonima su veoma slične ovoj.

Prvu grupu simetrija čine tzv. prostorno-vremenske simetrije i sastoje se iz tri obilika simetrije fizičkih zakona.

Prva je translacija u prostoru: fizički sistem se može premeštati u prostoru. Drugim rečima, zakoni fizike su isti bez obzira na to gde se u prostoru oni "primenjuju". Pod uslovom da zajedno sa posmatranim sistemom premestimo i sve ostale izvore uticaja na njega, možemo identičan eksperiment sa identičnim rezultatima izvesti ovde ili deset svetlosnih godina odavde. Matematički opis ove simetrije je trivijalan: ako u nekom zakonu promenljive (a,b,c) koje određuju položaj u prostoru zamenimo sa (a+10,b+10,c+10) oblik zakona se neće promeniti jer ono što je bilo broj (a) ostaje isto broj i na istom mestu (recimo a+10=A).

Druga je rotacija u prostoru: fizički sistem se može obrtati oko proizvoljne ose. Slično prethodnom, zakoni fizike se neće promeniti ako posmatrani sistem zarotiramo za neki ugao ili se mi "iskrivimo" dok ga posmatramo. Za matematičku ilustraciju ćemo uzeti neki štap koji učestvuje u eksperimentu i pokazati da se njegova dužina ne menja ako ga zarotiramo:

$$r^2 = x^2 + y^2$$

$$\begin{aligned} x' &= x \cos \varphi + y \sin \varphi \\ y' &= -x \sin \varphi + y \cos \varphi \end{aligned}$$

$$r^2 = x^2 + y^2 = (x \cos \varphi + y \sin \varphi)^2 - (x \sin \varphi + y \cos \varphi)^2 = x^2 + y^2 = r^2$$

Treća simetrija iz ove grupe je vremenska translacija. Jednostavno, nije bitno da li se nešto događa sada, juče ili za sto godina - zakoni fizike će biti potpuno isti. Nije teško videti da je matematička interpretacija (u 4D prostoru) analogna prostornoj translaciji.

Uopšte, ove simetrije su prilično trivijalne. Tačnije, trivijalne su te pojave, ali nije trivijalno njihovo povezivanje sa pojmom simetrije. Međutim, ako u igru uključimo na primer astrofiziku ili kosmologiju možemo čak početi i da sumnjamo u njihovu istinitost, pogotovo u vremensku translaciju. Negiranje ovih simetrija može imati vrlo ozbiljne posledice po celokupnu fiziku, kao što ćemo videti kasnije.

Sledeći tip simetrije u fizičkim zakonima nije tako očigledan. On je deo Specijalne teorije relativiteta i naziva se Lorencova invarijantnost. Lorencova invarijantnost govori da je sopstveno vreme jednako za sve inercijalne posmatrača. Sopstveno vreme je nešto slično rastojanju u klasičnoj fizici ali u sebi sadrži i vremensko i prostorno rastojanje; u slučaju kada je prostorno rastojanje (između posmatrača i posmatranog) nula, sopstveno vreme je jednako "običnom" vremenu koje meri sat koji je nepokretan u odnosu na posmatranog.

Iako na prvi pogled ne liči mnogo na prethodni tip simetrija, ovaj tip je u stvari proširenje prethodnog zato što uključuje *kretanje* (ravnomerno) u odnosu na posmatrani fizički sistem, a ne samo *položaj*. Matematički, sopstveno vreme (τ) se definiše kao:

$$c^2 \tau^2 = c^2 (t_2 - t_1)^2 - (x_2 - x_1)^2 - (y_2 - y_1)^2 - (z_2 - z_1)^2$$

Ovde je c brzina svetlosti u vakuumu a x,y,z,t prostorno-vremenske koordinate. Ova formula ostavlja τ (ali i c) istim u svim neinercijalnim posmatračkim sistemima. Može se primetiti da poslednja tri člana formule predstavljaju negativno prostorno rastojanje, -r, pa se može videti da Lorencova invarijantnost u sebi sadrži i obe prostorne invarijantnosti: translaciju i rotaciju.

Ona ima i brojne posledice kao što je konstantna brzina svetlosti, oblik lorencovih transformacija itd. ali se mi ovde nećemo njima baviti.

Pored specijalne teorije relativiteta, simetrije se mogu naći i u kvantnoj teoriji. Ovde je, opet, još teže neposredno uočiti ovu osobinu.

Poznato je da se u kvantnoj mehanici čestica opisuje kompleksnom talasnom funkcijom $\Psi(x,t)$ čiji apsolutni kvadrat^{xxix} daje raspodelu verovatnoće nalaženja čestice u datoj tački prostora u datom vremenu. Ovaj model nam omogućava da talasnu funkciju pomnožimo ukupnim kompleksnim faznim faktorom:

$$\Psi'(x) = e^{i\phi} \Psi(x)$$

a da pritom raspodela verovatnoće ostane nepromenjena^{xxx}:

$$|\Psi'(x)|^2 = |\Psi(x)|^2$$

Iz ove simetrije (tačnije jednog njenog opštijeg oblika) se dalje izvode sve sile koje poznaje fizika! Svi ostali zakoni izgleda da su posledica ovog matematičkog "trika".

Sve do sada predstavljene simetrije fizičkih zakona su bile simetrije kontinualnog tipa. Pored njih postoji i nekoliko diskretnih simetrija.

Jedna od njih je teorijska pretpostavka da ako u nekom sistemu istovremeno obrnemo naelektrisanja svih čestica (svako + postane - i obrnuto) zakoni se neće promeniti. Na ovoj, takozvanoj "C" simetriji se zasnivaju teorije o antimateriji.

Druga pretpostavlja nezavisnost fizičkih zakona od smera toka vremena; tzv. time-reversal ili "T" simetrija. Ona se zasniva na tome da ako, na (čuvani) primer, film o bilijarskim kuglama koje se sudaraju pustimo unatraske neće izgledati da se krši bilo koji zakon. Kao što iz života znamo, ovo lepo funkcioniše za bilijarske kugle ali se nikad neće desiti da razbijena vaza skupi svoje deliće i skoči nazad na sto^{xxxi}. Smer toka vremena ipak *jest*e određen i to tako da povećava stepen neuređenosti izolovanog sistema, tačnije njegovu entropiju^{xxxii}. Ova simetrija je dakle, samo prividna i ne postoji sem u specijalnim slučajevima.

Na kraju dolazimo do one "obične" simetrije koja diktira naš osećaj za lepo. Ova bilateralna simetrija ili releksija u prostoru je u fizici poznata kao simetrija parnosti ili samo "parnost". I ovde se za ilustraciju koristi film; ovaj put je to snimak laboratorije u ogledalu poređen sa snimkom "prave" laboratorije. Ispostavlja se da nije moguće napraviti razliku između ova dva snimka i reći koji je pravi. Fizički zakoni izgledaju potpuno identično u oba slučaja. Sve do 1957. godine fizičari su verovali da Alisin svet izgleda isto kao naš. Te godine su T.D. Li i C.N. Jang eksperimentalno dokazali svoju ideju da se parnost ne održava reakcijama sa slabim silama. Ostale tri sile ne prave pitanje šta je levo a šta desno, ali slaba sila ipak pravi razliku, na primer kod raspada piona i miona. Nakon ovog otkrića došlo se na ideju da možda ako se zajedno sa obrtanjem levo-desno izvrši i zamena materije za antimateriju, može da se potvrdi postojanje bar nekakve vrste parnosti. Neki eksperimentalni rezultati su isprva čak ovo i

^{xxix} Apsolutni kvadrat kompleksnog broja je zz^* , kompleksni broj pomnožen svojim konjugovanim kompleksnim brojem

^{xxx} Kompletna računica ide ovako:

$$\varphi = |e^{i\varphi}|^2 = |\cos\varphi + i\sin\varphi|^2 = (\cos\varphi + i\sin\varphi)(\cos\varphi - i\sin\varphi) = \cos^2\varphi - i^2\sin^2\varphi = \cos^2\varphi + \sin^2\varphi = 1$$

^{xxxi} U našoj svesti je razlika između prošlog i sadašnjeg još drastičnija: mi se sećamo prošlosti ali se ne sećamo budućnosti. Intuitivni (primitivni) osećaj vremena se ipak razlikuje i od fizičkog usmerenja toka vremena i taj pojam postavlja kao nešto apsolutno dato, kao nešto što se ne može poništiti, obrnuti pa čak ni posmatrati "izvan" njega. Neki filozofi su predlagali da su prostor i vreme samo naše ideje koje nam pomažu da organizujemo utiske, a današnja fizika ih tretira zajedno i kao posledicu i uslov postojanja materije. Stvarna priroda ovih pojmova je verovatno bliža ovim neintuitivnim stavovima.

^{xxxii} Ovo ima zanimljive posledice. Na primer, iz toga se može zaključiti da je Vasiona nekada bila uređena, dakle u stanju koje je prema fizičkim zakonima "neprirodno"

potvrđivali ali je i nepostojanje ove hibridne simetrije (tzv. CP violation) eksperimentalno potvrđeno 1964. godine.

Teorema Neterove

Godine 1905 matematičarka Emi Neter (Amalie, Emmy, N-ther) dokazala je sledeću teoremu:

Za svaku kontinualnu simetriju fizičkih zakona mora postojati zakon održanja.

Za svaki zakon održanja, mora postojati kontinualna simetrija.

Ovim^{xxxii-a} je otkrivena tesna veza između dva pojma koji čak i na prvi pogled otkrivaju neke sličnosti. Posledice su, međutim mnogo neobičnije; pomoću ove teoreme možemo povezati naizgled nepovezane pojave ali i otkriti nove.

Jedna od posledica ove teoreme je i sledeća veza:

Zakon održanja koji odgovara simetriji prostorne translacije je zakon održanja impulsa.

Veoma hrabra izjava da je prostor homogen dovodi se u direktnu vezu sa odavno uočenim i bezbroj puta potvrđenim principom održanja impulsa u zatvorenom sistemu. Samim tim što je ovaj princip empiriski veoma stabilan, može se izvesti i homogenost prostora koju inače nije moguće tako lako eksperimentalno potvrditi. Sem toga, iz teoreme Neterove sledi i da u svakom translaciono invarijantnom sistemu postoji nešto što se može nazvati "impuls" i što se održava; u Njutnovoju mehanici to je mv , za relativističke čestice to je $mv/(1-v^2/c^2)^{1/2}$, a za elektromagnetni talas $ExB/4\pi c$, itd.

Iz ove teoreme sledi još nekoliko neočekivanih rezultata, kao što je to da

Zakon održanja koji odgovara simetriji prostorne rotacije je zakon održanja momenta impulsa.

Dakle klizači na ledu mogu da zahvale ovom čudnom mada očiglednom matematičkom principu. Možda je ovo donekle i predvidivo ali verovatno ne i to da

Zakon održanja koji odgovara simetriji vremenske translacije je zakon održanja energije.

Homogenost vremena za posledicu ima drugi zakon termodinamike, zakon o održanju mase i uopšte ideju da se materija ne može stvoriti niti uništiti! Idemo dalje:

Zakon održanja koji odgovara simetriji u kvantnoj mehanici je zakon održanja naelektrisanja

Verovali ili ne, onaj matematički trik je uzrok (ili objašnjenje) ovog unekoliko apstraktnog ali eksperimentalno bezbroj puta dokazanog principa. Ne samo to, nego onaj opštiji oblik simetrije koji ovde ne pominjemo za posledicu ima kompletnu maksvelovu teoriju elektromagnetizma (nedostaju samo **konstante** naboja i mase elektrona)! Kao da ni to nije dovoljno, nego izgleda da se iz ovog principa (tačnije simetrije) mogu izvesti sve poznate sile u prirodi! Ako je i od simetrije, mnogo je...

^{xxxii-a} Uslov za teoremu neterove je da matematički opis fizičkog sistema ima varijacionu strukturu. Tada su jednačine kretanja tog sistema jednačine Lagranž-Ojlera za neki varijacioni zadatak i zakoni održanja se pojavljuju kao posledice invarijantnosti delovanja u odnosu na neprekidne grupe transformacija, zadate nekim principom simetrije. [*]

A šta je sa simetrijom u Specijalnoj teoriji? Ništa posebno. Ono što se u njoj održava je nula. Tehnički, teorema ispravno funkcioniše, samo što je predmet održanja jedno ništa. Ipak, ova veza za posledicu ima neke neobične efekte, kao što je ekvivalentnost mase i energije, $E=mc^2$.

Istražujući šta je to fizički zakon došli smo do nečega što je još bolje od zakona. Iako nismo otkrili šta je to zakon, otkud on tu i zašto je baš takav, otkrili smo drugu mnogo jaču od fascinacije "običnom" zakonitošću Vasiona. Principi održanja ili simetrije (što mu dođe na isto, zahvaljujući teoremi Neterove) predstavljaju jedan dublji princip funkcionisanja i postojanja našeg sveta. Oni imaju ulogu sličnu DNK u živim organizmima: da određuju opšta pravila igre. Ovo poređenje je, međutim, samo površno zato što fizičke simetrije određuju sam princip postojanja uopšte. One će u konačnoj verziji verovatno pokazati jedan logički zatvoren sistem u kojem će ovaj svet biti jedini moguć; prihvatanje i razumevanje tih principa će onda zauvek ukloniti sva pitanja o tome zašto i kako i cela Vasiona će nam biti kao na dlanu, svi odgovori će biti tu odjednom i neće zahtevati pitanja za sebe.

Ovakva tendencija savremene nauke je očigledno približava pitanjima religije. Nauka se sa religijama vekovima bori za monopol nad objašnjenjima; do sada je uspešno pobeđivala na poljima svakodnevnog života, astronomije i evolucije a sada hrabro ulazi u sam finiš borbe za konačnim Znanjem. Pogledajmo, na kraju, koliko nauka postaje religija i može li od nje računati na nekakvu pomoć.

Fizika i religija

U drugom poglavlju smo se susreli sa problemom ili pitanjem *doživljavanja* fizičkih zakona i uopšte pojmova fizike i matematike. Potreba da se zakoni koji očigledno "funkcionišu" tumače stara je koliko i filozofija. Bilo da želja za razumevanjem Vasiona prethodi istraživanju ili da takva potreba dolazi tek nakon postizanja velikih rezultata, ovaj element "osmišljavanja" fizičkih zakona i načela je ne samo prisutan kod svih velikih umova i pri svim značajnim otkrićima, nego je i po svojoj prirodi neophodan komplement formalnom iskazu neke zakonitosti. Ima se utisak da fizika bez ovog elementa ostaje prazna, kao neki žalosni grad duhova.

Međutim, pri svakom ozbiljnom pokušaju metafizičkog tumačenja fizike nužno se mora preći granica naučnog. Pošto se tumačenja ne mogu empirijski proveriti niti teorijski dokazati, svaki zaključak mora ostati na nivou ličnog uverenja i, prema tome, nužno podrazumevati neku vrstu religije. Kada ove religije prebole dečije bolesti kao što su mitovi, čovekoliki bogovi, ili interveccionističko-sudijolike sile, postaje nemoguće naučnim metodima praviti izbor između njih. Svaka od njih može biti u pravu i izbor se nužno svodi na ličnu odluku.

Iako je situacija nezavidna, nemamo izbora. Zato pogledajmo šta nam se od religijskih opcija nudi. Kompletan analiza svih metafizičkih modela svakako izlazi izvan okvira ovog teksta, pa se moramo zadovoljiti jednim kratkim pregledom (polu-)naivnog pogleda na najzastupljenije poglede. Danas na Zemlji postoji pet velikih religija: Hrišćanstvo, Judaizam, Islam, Hinduizam i Budizam. Neka mi se oprostite ako činim veliku grešku deleći sve ove religije, kao i mnoge manje u samo dve velike grupe. Sličnost istočnjačkih religija je prilično očigledna (bar nama zapadnjacima), ali mislim da se zapadne religije međusobno još manje razlikuju kada se uporede sa bilo kojom od onih sa istoka. Njihova sličnost leži pre svega u monoteizmu, postojanju moralnih kodova, preciznosti metafizičkih pojmova, razdvajanju dobra i zla kao i mnogim drugim sitnijim podudaranjima. Kako je jedina religija koju iole dobro poznajem Hrišćanstvo, jedino ću o njoj govoriti, ali pritom podrazumevajući da se bilo koja druga zapadna religija može ravnopravno staviti na njeno mesto.

Zapad

Bog iz Biblije je mrtav, samo popove to još niko nije obavestio. Ubio ga je Niče, a naučnici mu već dvesta godina skaču po lobanji.

Nekada davno, pre hiljadu godina, rađala se i razvijala nova vera. U početku je to bila vera mučenika koji su gmizali po smrdljivim katakombama, jedva se razlikujući od leševa sa kojima su delili boravište. Ta vera je davala novu nadu, nudila odgovore i snagu da se odupre snažnoj rimskoj imperiji. Došla je kao već zaokružena, kompletno izneta u dva Zaveta. Izgledalo je da se u njima mogu naći ne samo nada i pravda, nego i odgovori na mnoga filozofska pitanja.

Ta vera je vremenom iz ruku i usta mučenika prešla u vlasništvo posebnih slojeva koji su preoteli monopol za tumačenja i kontrolu primene. Nepotrebno je govoriti o pogubnom i paradoksalnom uticaju srednjevekovne crkve na kulturu, nauku i filozofiju. Ono što bih želeo da naglasim jeste konstantno čerupanje hrišćanskih dogmi tokom vekova naučnog napretka. U početku je verovatno kompletna Biblija uzimana kao nedvosmisleno i nesumnjivo istinita povest vremena, uzroka i objašnjenja. Danas svaki razuman čovek može najveći deo toga da odbaci kao mitove bez ikakve naučne ili istorijske vrednosti. Ako to uradi, šta ostaje od hrišćanstva?

Crkva je nekada verovala da je Zemlja centar Vasiona i to je bio ravnopravni deo celokupnog dogmatskog sistema. Kada je nauka, tačnije zdrav razum, nedvosmisleno dokazala da to nije tako, crkva je morala da popusti. Bog i anđeli su proterani sa neba u daleka pronstranstva Vasiona. Iako je oboren jedan od

temelja hrišćanske Vere, crkva je ipak uspela da nekim čudom preživi.

Iako je bog proteran sa neba ipak je neko vreme On ostao jedino objašnjenje našeg postojanja. To je bilo sve dok genijalni Darwin nije posekao još jednu glavu hrišćanske ale. Naučni argumenti su bili fantastično jaki i crkva je još jednom morala da podvije rep. Ovaj put je napadnuta direktno biblija i jedna njena priča koja je tumačena doslovno. Apsurdno je danas zamišljati belobradog Boga koji stvara Evu iz Adamovog rebra i potom gleda kako ostatak čovečanstva nastaje iz nepreglednog niza incesta. Čovek, dakle, nije direktna božija tvorevina, već samo trenutno najsavršenije biće na jednom kamenu u zapećku svemira.

Kako se ozbiljno rezonovanje razvijalo, postajalo je sve jasnije da ogroman deo koji je činio zvaničnu hrišćansku dogmu nije ništa drugo do izmišljotine. Niko ozbiljan ne može verovati da su pre pet hiljada godina neki metuzalemi živeli po 900 godina, da je Noje pokupio sav živi svet i spasao ga u svojoj barci pa onda sa ženom izrodio celo čovečanstvo, da u centru Zemlje rogati đavo prži duše nevernika i slične priče. Kao trijumf nauke nad hrišćanstvom stoji činjenica da ni sam Hrist nije postojao. Za razliku od Mohameda ili Bude, Isus Nazarećanin nije istorijska ličnost. Sve i da jeste postojao i da se iskrao iz istorijskih dokumenata, njegovo vaskrsnuće koje toliko oduševljava vernike danas nije ništa posebno. Klinička smrt je dobro poznata pojava^{xxxiii}, i komično je u XXI veku održavati religiju zasnovanu na nečemu takvom.

Ako je, dakle, očigledno da je veliki deo biblijskog sadržaja neistinit i infantilno-primitivan, kako možemo verovati makar i u ostatak? Ako je od jedne kompaktne celine odrubljen tako krupan deo, može li ona gurati taj sakati ostatak i zadržati obraz? Setimo se da su sve ove bajke bile potpuno ravnopravne sa, npr deset božijih zapovesti i da ih se crkva nikada ne bi odrekla da je nauka na to nije naterala. Sada se protura priča da to nije suština hrišćanske vere, već nešto drugo, do čega nauka još nije stigla. Ovakvo mrcvarenje u naučno-religijskim raspravama ponižava i hrišćanstvo i nauku. Mislim da je hrišćanstvo izgubilo pravo na davanje odgovora. Veliko je čudo što je ono još uvek u životu i čak raste i razvija se. Ono što je od njegove filozofije ostalo je potpuno benigna i amorfna masa koja se može uklopiti u bilo šta. Ljubav, mir, saosećanje i vera su opšta mesta svih svetskih religija. Ako je to sve što hrišćanstvo ima da ponudi, onda ne postoji potreba za njegovim diskontinuiranim i organizovanim postojanjem van univerzalnih moralnih načela.

Kao takvo, ono ne može ponuditi pomoć fizičarskoj žeđi za metafizičkom dopunom. Ono jednostavno ne poseduje dovoljan autoritet da se uzima kao ozbiljan sagovornik.

Istok

Dok smo se mi na zapadu pitali da li se sve sastoji od vode ili od vazduha, da li su najmanje čestice atomi ili nukleoni, da li se svemir širi ili ne, na istoku su sa smeškom uživali u potpuno drugačijem pogledu na svet. Velika je i opasna greška posmatrati filozofiju istoka kao tek još jedno mišljenje ili religiju. Razlike u kompletnoj duhovnoj strukturi dvaju polulopti su različite u samim temeljima svesti, načela, ciljeva i, uopšte doživljavanja stvarnosti. Razlika je tolika da je veliko pitanje iole vernog prevođenja sa istočnog jezika na zapadni i obratno. Osnovni problem je u tome što nam se pored leksičkih termina duboko razlikuju i pojmovi kojima baratamo. Kako pojmovi nastaju svesnom ili nesvesnom apstrakcijom odabranih karakteristika u procesu njihovog definisanja, nije neobično što su tako udaljeni narodi razvili potpuno inkompatibilne sisteme komuniciranja i, što je još važnije, poimanja. Baš kao što su životinje na australskom kontinentu u odvojenom evolutivnom procesu razvile nama neobične osobitosti poput torbi, tako su i istočni narodi razvili jezike koji ne liče ni na jedan zapadni, pisma drastično različitih sistema i najzad, religije okrenute ka

^{xxxiii} Klinička smrt, kako se danas zove, poznata je bila i u primitivnim narodima davno pre nego što su primili hrišćanstvo. Dokaz za ovo je običaj bdenja u mnogim narodima (kod Engleza "wake", kod Tibetanaca je to poseban religijski obred, a slični običaji postoje od Jamajke do plemena Čukči na severu Sibira) čija je svrha da se izbegne sahranjivanje živog čoveka.

potpuno različitim ciljevima i sa potpuno drugačijim poimanjem stvarnosti. Kako se na istoku religija ne može odvojiti od filozofije, a ona od svakodnevnih razmišljanja i jezika, jasno je da to predstavlja ogromnu prepreku zapadnom umu u njihovom tumačenju. Problem komunikacije između istoka i zapada je jedan veliki problem sasvim druge prirode od onoga što nas ovde zanima, i jedina svrha njegovog pominjanja je ograđivanje od potpune sigurnosti kada govorim o onome šta se misli sa one strane Urala. Velika je verovatnoća da sam pogrešno razumeo njihove misli i zato moram oprezno da komentarišem moguću ulogu istočnjačkih religija u osmišljavanju fizičkih zakona.

Paralele između savremene fizike i istočnjačkog misticizma se mogu naširoko i plodno istraživati, kao što je to maestralno izveo Fritjof Kapra²⁹, ali na moju veliku sreću pojam fizičkog zakona ne zauzima veliki deo takvih istraživanja. On se jednostavno ne može uzimati u razmatranje u ovakvim raspravama iz bar dva velika razloga:

Prvi razlog leži u tome što fizičari, koristeći matematički formalizam, najčešće čine grubu grešku poistovećujući taj formalizam sa samom fizičkom stvarnošću. Naše zapadnjačko vaspitanje, koje potiče još od starih Grka, dovelo je do toga da pošto nam je "naša predstava stvarnosti toliko shvatljivija od stvarnosti same, mi ih često brkamo smatrajući naše pojmove i simbole stvarnošću"³⁰. Kao što smo videli u prethodnim poglavljima, svaki interpretirani pojam unosi značajnu dozu nepreciznosti i nestabilnosti u teorijski sistem. Kako bismo to избегli, mi smo pribegli matematičarima. Na istoku su od davnina bili svesni ovog problema a rešavali su ga raznim posrednim načinima prenošenja znanja: mitovima, paradoksima, poezijom i sličnim. Ono što je bitno jeste da pomoću reči (a ni simbola) nije moguć direktan opis stvarnosti. Istočnjaci su toga svesniji od nas i oni upravo to uzimaju kao jedan od osnovnih principa. Rasprava o zakonima onda gubi smisao pošto oni ne govore o stvarnosti, a istočnjaci to znaju i jednostavno ne žele da o njima misle.

Drugi razlog je mnogo važniji i dubljeg je smisla. On počiva na jednom fundamentalnom istočnjačkom principu da je sve u stvari jedno. Sve istočne religije dele taj pogled na svet u kojem su sve različitosti i izdvojenosti uopšte, samo obmane uma. Baš kao što morski talas nije zaseban entitet koji se kreće morem već samo sukcesivno vertikalno osciliranje čestica vode, tako za istočnjačke mudrace nijedan entitet koji opažamo ili zamišljamo nema ontološku podlogu. Kako fizički zakon nije ništa drugo do odnos entiteta, bilo kakvo povlačenje paralela ili osmišljavanje fizike uz pomoć istočnjačkih religija jednostavno nema smisla.

Vidimo, dakle, da nam u tumačenju fizičkih zakona ni bog ne može pomoći. Verujem da je većini naučnika jasno da su "klasične" religije odavno zaslužile penziju (ako ne i kaznu za svo zlo koje su nauči nanele) ali i to da nije moguće tako lako iskoristiti istočnjačku filozofiju kao ispomoć u savremenim metafizičkim nevoljama.

Savremenoj fizici, međutim, izgleda da najviše odgovaraju upravo istočnjački pogledi na svet. To je primetio još Ajnštajn: "Ako postoji religija koja bi se nosila sa naučnim potrebama, biće to Budizam". Objašnjenje pa čak i opisivanje eksperimentalnih i teorijskih rezultata danas zahteva odricanje od pojmova kao što su čestica, sila ili deo u klasičnom shvatanju tih pojmova. Pokazuje se da svi entiteti nastaju tek u interakcijama velikih sistema i da masa jeste upravo jedno snažno događanje. Postoje pokušaji da se od ovoga napravi nešto "naučno smisljeno", kao što je na primer bootstrap hipoteza³¹, ali stiće se ipak utisak da je nauka došla do same ivice bezdana i da bi mogla da načini sledeći korak ona mora odbaciti skoro sve što ima i poverovati da može da leti.

29 Vidi [6]

30 [6], str. 35

31 Vidi [6], str 339-364

Ono što nas ovde zanima, međutim, ipak uspeva da preživi. I pored istočnjačkog insistiranja na tome da izdvojenosti ne postoje i da su sve to samo varke, čak i pored nečega što je gotovo potvrda ovome od strane savremene fizike, opstaje čudesnost postojanja zakona. Sve i da ne postoji masa, ipak se dva toga uvek u prostoru i vremenu ponašaju na tačno određen način. Sve i da je kompletna stvarnost samo jedna gomila procesa, ipak se oni u nekoj aproksimaciji ponašaju tačno onako kako smo mi predvideli i može se ukrotiti. Ako mističko tumačenje stvarnosti i bude prihvaćeno, moraće da objasni kako to da sama stvarnost nema slobodu da bude kakva hoće, nego je upregnuta kao konj u mlinu.

Zaključci

"Zakon" je praslovenska i opšte slovenska reč. Slovenski praglagol je *g'niti* od kojeg je nastao glagol načeti, početi, začeti, kao i imenice načelo i počelo i sama reč zakon. Zakon je, dakle nešto što stoji na početku, vrhunski princip, načelo. U početku je ova reč korišćena za označavanje ljudskih zakona^{xxxiv}, nepisanih ili pisanih pravila ponašanja koji su kasnije izrasli u pravo. Međutim, za razliku od ljudskih zakona, kada nešto prekrši prirodni zakon kažnjava se zakon a ne prekršilac. Nekada su zakoni osuđivani na smrtnu kaznu, ali već dugo ova kaznena mera se ne primenjuje već je zamenjena merom prevaspitavanja.

Svaki zakon koji možemo da zamislimo je posledica i ogledalo vremena u kojem je nastao. On je istovremeno i najbolje (ali i jedino moguće) rešenje u datim društvenim okolnostima. Svaki vek je bio siguran da su tada savremeni zakoni ne samo ispravni nego i poslednja reč nauke. Tako je i danas. Nauka, naravno ne bi imala mnogo smisla kada ne bismo verovali u ono što radimo, ali ne smemo dopustiti da tako lako ponavljamo greške prošlosti. Svaka se nauka mora uzimati sa rezervom ali istovremeno težiti ka kriterijumima koji su kvalitetniji i univerzalniji od onih koje koristimo poslednjih pet stotina godina.

Fizički zakoni do kojih možemo danas da dođemo su svi, bez izuzetka, proizvod ljudi. Ljudi su nesavršeni, puni ličnih i grupnih nedostataka kao što su sujeta, pohlepa, lakovernost ili jednostavno glupost. Kao da nije dovoljno što su sami naučnici ograničeni i opterećeni nego su još prinuđeni da žive u, i od milostinje prostog naroda i nerazumne vlasti. Organizacija i demokratičnost zagadile su nauku buljucima isfrustriranih samozvanih presuditelja, nepismenih kritičara, nervoznih sveznalica i ostalih lešinara koji svojom masovnošću nažalost uspevaju da ukradu energiju i fokusiranost nauci i naučnicima. Ljubomorni nesposobnjakovići klanjaju se Sumnji Svemogućoj koja će im pomoći da ugrabe svoje mesto na pozornici, odmah pored mutivoda sa religioznim zadahom.

Put do onog pravog fizičkog zakona, dakle, podrazumeva i prvo stvaranje spoljnih uslova za maksimalnu dinamiku otkrivanja i potom čišćenje samih zakona i koncepata od nečistoća kao što su naše predrasude. Bog nauke se pobrinuo za to tako što je stvorio jednu zasebnu disciplinu koja će se baviti isključivo apstraktnim, ne-ljudskim pojmovima i njihovim odnosima. Ova pozadinska armija će pripremati gotova jela za borce na frontu Nepoznatog, praviće im nova oružja i starati se da im, sa tehničke strane, ništa ne zafali. Ishod bitke, ipak, zavisice od junaštva i spretnosti samih boraca.

Matematika je, posle mnogo godina usavršavanja, razvila i neka oružja za masovno uništenje. Fizičari su jedno ovakvo oružje, zvano Simetrija, sa oduševljenjem prihvatili. Okusivši Zmajevu Krv, fizičari su mogli da razumeju jezik ptica i tako čuju šta ih u daljini čeka.

Ovo znanje ih je približilo rodu čarobnjaka koji su u direktnom dosluhu sa Bogom. Ojednom su se našli suviše blizu Onoj Strani i bilo je potrebno stati i preispitati pojam Boga ali i sve pojmove koji leže u temeljima načina na koji razumemo svet. Malo toga može ostati isto kao ranije ako mislimo da pravedno i dosledno koristimo oružje Simetrije. Ono se sada okreće protiv naših dubokih uverenja i pojmljenja. Kada se i ovaj udarac preživi, još uvek ostaje mnogo posla dok se ne stigne do kraja puta.

I posle ovih četrdeset strana i dalje nismo odgovorili na osnovna pitanja: šta je to fizički zakon? zašto imaju baš ovaj oblik koji imaju? kako možemo biti sigurni da oni jesu baš takvi a ne nešto drugačiji? Filozofi su se, naravno i time bavili i sve više se bave.

Izgleda da se oni danas slažu oko nekih minimalnih uslova koje nešto treba da

^{xxxiv} Ni kod starih Grka ni u Bibliji se zakon nigde ne pominje u naučnom smislu.

posедуje da bi bilo fizički zakon^{xxxv}:

1. Da bude činjenična istina, a ne logička
2. Da bude istinito za svako mesto i svako vreme u svemiru^{xxxvi}
3. Da ne sadrži lična imena
4. Da je univerzalna ili statistička istina
5. Da bude uslovna (kondiciona) tvrdnja a ne kategorička

Na ovome se međutim, završavaju zajednički zahtevi filozofa i oni se dele u dve škole. Prva škola je **nesesitarijanizam** (ružne li reči!) i ona tvrdi da su zakoni u stvari principi koji upravljaju prirodnim fenomenima. Druga škola je **regularizam**^{xxxvii} i onda tvrdi da su zakoni samo opisi pravilnosti koje postoje u svetu.

Prva škola tvrdi da onih pet uslova nisu dovoljni da bi nešto bilo fizički zakon i zahteva da im se doda i prirodna (nomička, nomološka) obaveznost. Na primer, tvrdnja da planete kruže oko zvezde mase Sunca po Keplerovim zakonima i uvek istom smeru bi zadovoljila sve uslove, ali ne bi mogla biti zakon zato što u sebi sadrži i jednu istorijsku slučajnost. Nesesitarijanisti takođe prigovaraju i da nešto ne može biti proglašeno zakonom samo zato što nije primećeno da se nešto dešava uvek tako, već zahteva da tvrdnja bude učvršćena imperativnom logičke obaveznosti; tako su, na primer, ljudi u osamnaestom veku mogli da proglase za zakon ideju da ni jedno telo teže od jedne tone ne može leteti na sopstveni pogon.

Drugoj školi su pet uslova sasvim dovoljni da njihova tvrdnja da su zakoni samo opisi postojećeg stanja. Oni zameraju onoj prvoj školi svojom optužbom da uvođenjem prinudnog postupanja po zakonu samo zamenjuju boga nečim sličnim, ali bezimenim.

Ovakve dileme verovatno svakom fizičaru izgledaju kao presipanje iz šupljeg u prazno, ali to je šta se dobije kada se pokuša doći do jasne, nedvosmislene i postojane definicije fizičkog zakona.

Namera ovog teksta, međutim, nije da se strogo odredi pojam fizičkog zakona, u smislu njegove logičke kategorizacije. Čak i kada se fizički zakon "definiše" kao što to pokušavaju filozofi, on ostaje nekako leden i bezdušan. Svako ko se obreo bar jedan sloj izpod površine fizike osetio je da fizički zakon predstavlja mnogo više od toga. Iako ovakvo romansiranje fizike nije naučno opravdani postupak, ipak ono se može pronaći u tekstovima svih velikih fizičara. Postoji jedan osećaj vezan za pojam fizičkog zakona koji izmiče svakoj definiciji. Zbog toga sam se opredelio za posredno opisivanje ovog pojma, tako što sam opisao one elemente koji ga okružuju. Reč "definicija" u bukvalnom prevodu znači "omeđavanje", određivanje kraja, tj. razlikovanje onoga što pripada od onoga što ne pripada datom pojmu. U poglavljima ovog teksta su opisana samo neka od pitanja koja se postavljaju pri razmišljanju o fizičkim zakonima. Takvih pitanja ima još.

Postoji, na primer, pomenuti metodološki problem razlikovanja istorije od zakona. Isaku Njutnu su zamerali što njegova teorija gravitacije ne objašnjava činjenicu da postoji više od jedne planete i da se sve kreću u istom, baš ovom smeru oko

^{xxxv} Filozofi ih radije zovu "zakoni prirode" i razlikuju ih od "prirodnih zakona" (iz etičkih i pravnih rasprava) i "naučnih zakona" kojima barata, recimo fizika. Ono što ja podrazumevam pod fizičkim zakonom jeste upravo ovaj ideal, limes naučnih zakona.

^{xxxvi} Očigledno nisu čuli za simetrije i uopštenja ovog zahteva kojeg sama fizika sebi postavlja

^{xxxvii} Njih obično zovu Hjumovci ili Neohjumovci, ali se ispostavilo da je Hjum (David Hume) zastupao upravo suprotno stanovište od njihovog, pa zato koristim Svarcov ([12]) termin.

Sunca. Danas znamo da je to samo istorijska "slučajnost" što se prvobitni disk koji je okruživao Sunce počeo okretati baš u tom smeru i što je raspored masa u njemu omogućio stvaranje baš ovoliko i baš ovakvih planeta. Problemi ovog tipa još uvek prete da budu skriveni kao nekakve velike misterije ili tempirane bombe.

Druga stvar vezana za fizičke zakone je misterija života. Iz onako jednostavnih principa i zakona fizike, teško se može izvesti postojanje kompleksnih stabilnih "objekata" kao što su amebe ili gliste. Još je teže objasniti ponašanje takvih sistema koje je jasno upravljeno dvema potrebama: za preživljavanjem i razmnožavanjem. Iako se ljudski rod nije mnogo distancirao od ovih potreba, on je doneo jednu pojavu koja se čini da je izvan svake fizike: svest. Svesnost, kombinovana sa inteligencijom, daje tu gotovo morbidnu mogućnost da nešto *posmatra* zakone fizike, da ih čak drsko iskorišćava i (pokušava) da ih *razume*. Ovakvo naglo uvođenje ovih pojmova u ledeni svet matematike sa sobom donosi neku vrstu avetinjske paranoje. Svi ti zakoni fizike odjednom postaju manje vredni kada se uporede sa nama samima, ponovo vraćajući čoveka u centar Vasiona. Ne moramo to biti mi, neka bude jedna breza ili vinska mušica - opet je to izvan domašaja zakona fizike. Možda, ipak jeste moguće sve to obuhvatiti jednom zajedničkom idejom, ali za sada to ostaje kao jedna velika misterija. Možda je bolje da završnu reč po ovom pitanju prepustim pametnijem od sebe:

"Imamo, na primer, na jednom kraju, osnovne zakone fizike. Zatim izmislimo druge termine za pojmove koji su probližni, koji imaju, mi verujemo, svoje konačno ojašnjenje u osnovnim zakonima. Na primer - "toplota". Za toplotu se pretpostavlja da treperi, a reč za toplu stvar samo je reč za masu atoma koji trepere.

...

Hajdemo sada na više hijerarhijske nivoe. Sa vodom, imamo talase, imamo i nešto što se zove "oluja", predstavlja ogromnu masu pojava ... i ne isplati se uvek razmišljati o tome idući unazad.

...

Penjući se kroz ovu hijerarhiju složenosti stižemo do takvih stvari kao što je kontrakcija mišića ili nervni impuls, što je užasno komplikovana stvar u fizičkom svetu... i onda dolaze stvari kao "žaba"

Idući dalje stižemo do reči i pojmova kao što su "čovek", "istorija", ili "politička celishodnost" i tako dalje...

Idući dalje dolazimo do stvari kao što su zlo, lepota i nada.

...

Koji kraj je bliži Bogu ... lepota i nada ili osnovni zakoni? ³²

Jedan drugi problem je tesno vezan sa pojmom života i inteligencije ali je sukobljavanje sa njim još strahotnije. To je pojam, tzv. slobodne volje, dakle ideja da mi kao inteligentna svesna bića imamo tu mogućnost da gotovo isključivo po svom nahođenju upravljamo prostorom. Iako niko ne tvrdi da mi slobodnom voljom možemo kršiti fizičke zakone, ipak pojam slobodne volje nije kompatibilan sa principom kauzaliteta na kojem se zasniva celokupna nauka. Ako su, naime, fizički zakoni ono što mislimo da jesu, onda je svako naše delanje, uključujući i vaše čitanje ovih slova, njegovo razumevanje, razmišljanje, buduća otkrića.. unapred određeno. Osnovna osobina fizičkih zakona jeste da ako ih nahranite tačnim početnim uslovima oni daju jednoznačno uputstvo po kojem će se stvari u buduću odvijati. Ako su tačne interpretacije kvantne mehanike koje tvrde da je slučajnost inherentna osobina prirode, onda se slobodna volja može lako umetnuti u slobodan prostor između mogućeg i aktuelnog. To bi, šta više, bilo jedino mesto gde bi se ona mogla smestiti, ali bi to povlačilo unošenje cele klase novih pojmova u fiziku i ponovnu antropocentralizaciju nauke. Sa druge strane, dosledni mehanicizam ubija depresivnim posledicama koje obesmišljavaju svaku našu sujeticu tako što povampiruje pojam sudbine. Kako god se okrene,

suočavanje sa pojmom slobodne volje će imati krupne posledice po nauku. Tu je najzad i pitanje Jedinствene Teorije. U prethodnom veku među fizičarima je bilo rašireno uverenje da "iako ne znamo kakvi bi ti konačni zakoni mogli biti, niti koliko će godina proći dok ih najzad ne otkrijemo, stiče se utisak da u današnjim teorijama već naziremo izvesne obrise one konačne"³³. Ovo je jedna lepa i pozitivna ideja. U prilog joj idu i mnoga otkrića u savremenoj fizici, mada ima i svoje protivnike. Moglo bi se reći da bi ovakav ishod bio jedina prava nagrada i uteha za sve koji se bave fizikom.

Dok se do Konačne Teorije ne dođe, uvek će nam nad glavama visiti Damoklov mač u obliku sumnje u naše znanje i mogućnost saznanja. Takva pitanja se uvek mogu (opravdano) postavljati, ali postoji jedan protivargument koji je teško zanemariti. Naime, istina je da teško možemo biti sigurni u postojanje atoma, a kamoli kvarkova ili stringova, ali je takođe istina da možemo biti sigurni da se svet ne sastoji od vode i da nebo nije naslikani svod. U duhu Darvinove teorije, nauka zauvek eliminiše one ideje koje nikako ne mogu biti sigurne, čime sebi obezbeđuje usmerenje *od neznanja* i *od netačnog*. Ka čemu ide i da li je blizu ne možemo znati, ali je ohrabrujuće znati da nismo na pogrešnom putu.

Ipak, ostaje jedna zebnja da do cilja (ma šta on bio) nećemo stići za naših života. Nije teško zamisliti da neki novi klinici za dve stotine godina na naše simetrije gledaju sa podsmehom baš kao što mi gledamo na flogiston ili geocentrizam. To naučnike (svake) današnjice pretvara u obične vojnike, gotovo jednake (jednako pogrešne) činioce u potrazi za Istinom. Ovakav udarac mogu preživeti samo krajnje nesujetne i istinoljubive duše, ako ih ima.

³³ [11] str 5

Literatura

- [1] **Karakter Fizičkog Zakona**, Ričard Fajnman (Klub NT, Beograd, 1999)
 - [2] **Struktura Naučnih Revolucija**, Tomas Kun (Nolit, Beograd, 1974)
 - [3] **Experiment in Physics**, Allan Franklin, 1998
(<http://plato.stanford.edu/entries/physics-experiment>)
 - [4] **Intervju**, prof. dr Pero Šipka (Danas, 24-25.11.2001)
 - [5] **Quantum Quackery**, Victor J. Stenger, 1997
(<http://www.csicop.org/si/9701/quantum-quackery.html>)
 - [6] **Tao Fizike**, Fritjorf Kapra (Opus, Beograd, 1989)
 - [7] **Filozofija Matematike**, Stefan Barker (Nolit, Beograd, 1973)
 - [8] **Imaginary Numbers**, Kelley L. Ross, 1999 (<http://www.friesian.com/imagine.htm>)
 - [9] **Teaching Symmetry in the Introductory Physics Curriculum**, Christopher T. Hill, Leon M. Lederman (<http://www.emmynoether.com>)
 - [10] **Symmetry**, Hermann Weyl (Princeton University Press, Princeton, 1952)
 - [11] **Snovi o Konačnoj Teoriji**, Stiven Vajnberg, (Polaris, Beograd, 1995)
 - [12] **Laws of Nature**, Norman Swartz, 2001
(<http://www.utm.edu/research/iep/l/lawofnat.htm>)
 - [13] **Fizika i Filozofija**, Verner Hajzenberg (Gradac, Čačak, 2000)
- [*] Posebno se zahvaljujem Vasiliju Bojaniću i drugim kolegama na sjajnim komentarima i ispravkama

Sadržaj:

Istorija	1
Čovek i fizički zakoni	11
Intuicija	13
Eksperiment	14
Moderno Društvo	17
Demokratija	18
Definisanje.....	20
Ekstremni stavovi	21
Matematika	23
Uloga	23
Značenje	27
Beskonačnost	28
Konstante	29
Princip Simetrije	31
Principi Održanja.....	32
Simetrija fizičkih zakona	32
Teorema Neterove.....	35
Fizika i religija	37
Zapad.....	37
Istok	38
Zaključci	41
Literatura	45
Sadržaj	46