

# BUDUĆNOST FIZIKE – početak putovanja –

dr Aleksandar Bogojević  
Laboratorija za primenu računara u nauci  
Institut za fiziku

<http://scl.phy.bg.ac.yu/>

Sva predviđanja su kombinacija dva faktora: ekstrapolacije uočenih trendova, sa jedne strane, i ubeđenja, verovanja i ograničenja onoga koji vrši predviđanja, sa druge. Oba faktora neminovno dovode do zanemarivanja nekog ključnog elementa (ili ga uopšte ne vidimo ili nam se u sadašnjem trenutku ne čini bitnim), što dovodi do grešaka u predikcijama. U slučaju dugoročnih predviđanja (sto godina ili više) nagomilane greške gotovo u potpunosti obezvrede sve predikcije. Kratkoročna predviđanja (do pet godina) obično sasvim pristojno odrađuju posao, ne samo kvalitativno nego često i kvantitativno. Srednjoročna predviđanja su negde na pola puta. Greške imaju dovoljno vremena da se nagomilaju i da dovedu do kvantitativnih razlika između predikcija i stvarnosti. Ipak, ako su dovoljno dobro odrađena, srednjoročna predviđanja mogu dati dobar kvalitativni uvid u buduće stanje. Krenimo u jedno takvo putovanje u ne baš daleku budućnost. Cilj putovanja je da steknemo kvalitativni uvid u fiziku u sledećih 25 godina.

Zašto baš 25 godina? Pretpostavljam da ovaj časopis čitaju mladi ljudi koji već pokazuju izvesno interesovanje za fiziku i srodne discipline. Nezanemarljivi broj čitalaca možda razmišlja o tome da se profesionalno opredeli za fiziku ili neku blisku naučnu ili tehničku disciplinu. Neki od vas su verovatno već i demonstrirali određene predispozicije ili talente potrebne za uspeh u ovoj široj grupi disciplina. Izabrana vremenska skala od 25 godina je primerena planovima vezanim za vašu buduću karijeru. Otprilike toliko će vam trebati da se obrazujete, osposobite za samostalni rad, da steknete dovoljno iskustva i dođete do neke ključne tačke u svojoj karijeri. Dakle, uvid u buduće stanje u fizici tokom sledećih 25 godina bi za mnoge od vas mogao biti od životne važnosti.

Prvi korak pre puta u budućnost (makar u blisku budućnost) je sagledavanje ključnih odrednica sadašnjeg stanja. Što se toga tiče, odmah vam moram reći, postoje dobre i loše vesti. Već četiri veka traje neprekinuti lanac uspeha u fizici – sled revolucija u našem razumevanju fundamentalnih i primenjenih zakona. Ovim je otkriven ogroman korpus znanja koji predstavlja centralni trijumf ljudske inteligencije – to je naša pobeda nad misterijom i neznanjem. Što je još mnogo važnije, ruku uz ruku sa ovim znanjem je razvijen i metod upita, analiza i provera koji se i dalje može primenjivati za sticanje novih znanja.

- U 17. veku su postavljeni temelji fizike. Galileo je zasnovao moderan eksperimentalni metod, dok je Njutn stvorio teorijsku fiziku i postavio osnove njenog matematičkog aparata.
- U 18. veku je u velikoj meri kompletiran klasični matematički aparat nove nauke. Mehanika je postala prva naučna disciplina sa čvrsto zasnovanim matematičko-teorijskim formalizmom. Posle mehanike je na red došla termodinamika. Tehnološka posledica ovih prodora je bila industrijska revolucija.
- 19. vek je doneo statističku fiziku i ujedinio elektricitet, magnetizam i optiku, čime je kompletirano ono što danas zovemo klasičnom fizikom. Ovo je bilo doba genialnih

pronalazača (Vat, Faradej, Edison, Bel, Tesla, Markoni, braća Rajt, Rentgen, Pupin) koji su predstavljali samo otelotvorenje velikog zahuktavanja tehnoloških prodora. U ovo vreme su i postavljeni temelji obrazovnog sistema koji je omogućio znatno širi obuhvat populacije.

- Početkom 20. veka je došlo do nekoliko fundamentalnih prodora u našem razumevanju univerzuma - stvorene su relativistička teorija, moderna teorija gravitacija i kvantna teorija. Uporedo su postavljeni i temelji novog matematičkog aparata fizike.
- Ostatak 20. veka je doveo do višestrukog proširenja obuhvata fizike kroz stapanje relativističke i kvantne teorije, sa jedne strane, i statističke i kvantne teorije, sa druge. Fizika je stvorila ključne osnove za revolucionarne korake prvo u hemiji pa zatim u biologiji. Tehnološke posledice fundamentalnih istraživanja su prvo dovele do atomskog doba i do početka istraživanja svemira, zatim do superprovodnosti, lasera, do sve bržih i jeftinijih računara, do globalne komunikacione mreže. Tehnološki prodori informatičke revolucije su krajem veka doveli do stvaranja novog, post-industrijskog društva.

Ovaj neprekinuti lanac nam daje ogromnu sigurnost i uliva nam poverenje kako u nauku tako i u krajnje ljudske mogućnosti. Tokom ovih četiri stotine godina je bilo nekoliko trenutaka u kojima smo posumnjali da dolazi do kraja fizike, da postoje granice onoga što čovek može razumeti. Ti ključni trenuci sumnje nisu nikad dugo trajali i posle njih je uvek dolazilo do velikih i neslučenih prodora. Poslednji takav trenutak je bio na samom kraju 19. veka. Tek nekoliko godina kasnije je došlo do najvećeg pomaka u našem razumevanju fundamentalnih zakona univerzuma od Njutna i njegove jabuke.

Pretpostavljam da je, na ovaj ili onaj način, svako od vas fizičarski entuzijasta, pa ste verovatno i upoznati sa ovim dobrim vestima. U vašem uzrastu se začetak ljubavi prema fizici često rađa kroz čitanje (boljih ili lošijih) naučno-popularnih knjiga ili biografija najvećih naučnika. Ove knjige skoro uvek pojednostavljaju ili čak iskrivljuju stvarni proces otkrića, no to nije ni bitno – cilj im nije da nešto naučite već da nešto zavolite. Jedina bitna mana ovih knjiga je što vam često daju sliku naše nauke ne kakva je ona sada, već kakva je bila pre 30 ili 50 godina. Ako želite da se odlučite da se profesionalno posvetite jednoj ozbiljnoj oblasti kakva je fizika onda morate znati nešto i o tome kakva je ona sada, a ne samo kakva je ona bila pre nekoliko decenija. Tek onda stižete potrebne (ali svakako ne i dovoljne) uslove da procenite u kom stanju će ta reka znanja biti kada vi stasate da u nju zagazite. Hoćete li zagaziti u presahli potočić ili će vas poneti reka koja je nadošla? Da bi odgovorili na ovo pitanje nije dovoljno da znate da je tim koritom pre par decenija tutnjala pomahnitala bujica.

Moja generacija je do ljubavi prema fizici došla i kroz naučnu fantastiku i žao mi je što vidim da vašoj generaciji to više nije omiljeno štivo. No niste morali čitati naučnu fantastiku da bi stekli gotovo religijsko uverenje u to da ljudski um (posredstvom nauke) nema ograničenja – prosto je takvo vreme bilo. Hoću da kažem da smo mi bili prilično naivni (i svakako lošije informisani nego vi), i da smo kao takvi zaista verovali u to da ljudskoj inventivnosti nema kraja. Naravno, bili smo u pravu, no to nas ne opravdava pošto smo do tog zaključka došli na sasvim pogrešan način. Daću vam primer koji će vam verovatno biti jasniji. Darwinova teorija evolucije je jedan od najvećih pomaka u našem razumevanju sveta u kome živimo – to je jedno od izuzetno malog broja intelektualnih ostvarenja koje se može ravnopravno meriti sa ostvarenjima najvećih fizičara kao što su Njutn, Maksvel i Ajnštajn. Nije ni čudo što u Vestminsterskoj katedrali jedan pored drugog večno počivaju, sa jedne strane Njutn, sa druge strane Dravin.

Evolucija ne samo da radi nego radi izvanredno dobro. Ona se uči u našim školama<sup>1</sup>, što je dobro, no uči se najčešće na sasvim pogrešan način – kao dogma. Marksizam (a svi vaši profesori su se školovali u tom društvu, pa i vi i dalje živite u nekom odjeku tog društva) je religijsku dogmu o postanju zamenio Darwinovom evolucijom, ali prezentovanom kao dogmom. Čista perverzija. Ironija je da se zagovornici veronauke bore protiv tako prezentovanog Darvina. Čini mi se da su razlike između ta dva pristupa mnogo manje važne od zajedničkog dogmatskog metoda koji ih povezuje. Ovo je razlog zašto sam svojevremeno, sasvim ozbiljno, predlagao da se veroučitelji regrutuju iz redova profesora marksizma. Predlog nije prošao. Profesori marksizma ipak nisu ostali bez posla – postali su bibliotekari, medijatekari i direktori škola. A otkud veroučitelji? Kao što i dolikuje oni se za to nisu školovali već su odjednom spontano nastali, potpuno formirani i bezgrešni.

Igra sa Darwinom u našim školama se ne dešava u vakuumu. Oko nje je bogato okićena lokalna pozornica ratnih sukoba, nemaštine, decenijskog raspadanja sistema vrednosti, izolacionizma, ksenofobije i straha. Sa druge strane, ta lokalna pozornica je udenuta u odgovarajući globalni okvir. Libreto ove naše operete ima i svoju primerenu pratnju iz sveta: X files, PSI factor, proročanstva, apokalipse, vidovite babe, opšti pad kvaliteta obrazovanja... Vi i ja smo odrastali u sasvim drugačijim vremenima. Ja sam gledao kako se čovek spušta na mesec, kako se zidaju kule svetskog trgovinskog centra; vi ste gledali kako šatlovi padaju sa neba i kako teroristi avionima punim putnika ruše te iste kule.

Da se obraćam prosečnoj grupi srednjoškolaca zaključio bih da sam rastao u boljim uslovima nego vi. Ja, međutim, želim da verujem da ovaj časopis ne čitaju mladi ljudi koji veruju u paranormalne babe, koje opsedaju teorije zavera, koje je strah odrodio od sveta kome pripadaju i koji im pripada. Periodična masovna ludila kroz koja svet prolazi mogu biti izuzetno važan i pozitivan faktor u vašem obrazovanju – pod uslovom da im odolite. Pretpostavljam dakle da ste uspešno prošli kroz jednu ozbiljnu Darwinovsku selekciju, da ste se provukli između modernih verzija Scile i Haribde. Vi takvi bi trebali da imate puno prednosti u odnosu na nas iz prethodne generacije.

Skoro svi veliki prodori u fizici su se desili u nemirnim vremenima – mi ovde na Balkanu čeznemo da nam bude dosadno, no u takvim mirnim i dosadnim vremenima se ne stvaraju velika dela. Gde bi Njutn bio da nije bilo kuge? Prodori kvante teorije se nisu desili u današnjoj Nemačkoj već u haosu Vajmarske republike uglavljene između dva svetska rata. Dakle, ako se budete bavili fizikom neki od vas bi mogli da postanu izvanredni istraživači – u suprotnom niste pravilno iskoristili «blagodeti» bombardovanja, građanskih ratova, postepenog rastakanja države, demonstracija, hiperinflacija, sankcija, itd. Bilo kako bilo, sve ove dogodovštine su vas svakako učinile manje naivnim. Dakle, dosta je bilo sladunjavih priča o dobrim vestima – vreme je da se pozabavimo onim drugim.

---

<sup>1</sup> Čak i decenijski sunovrat naših škola, čak i zapanjujući proces u kome biramo sve nekompetentnije i nekompetentnije ministre prosvete, čak i bujanje primitivnog i prilično neobrazovanog klerikalizma, sve to ipak nije uspeo da Darvina izbaci iz naše škole.

Neću okolišati – fizika je trenutno u velikoj krizi. Ta kriza se očituje na nekoliko nivoa:

- Kriza ideja u samoj fizici,
- Kriza mesta fizike u društvu,
- Kriza u finansiranju fizike,
- Kriza obrazovanja u fizici.

Kriza je globalna no postoje i interesantne razlike na nivou pojedinačnih zemalja i na nivou regiona. Većina ovih problema nisu specifični samo za fiziku već i za većinu (ali ne i sve) naučne i tehnološke discipline. Sa druge strane, čak i unutar same fizike nisu svi u istoj situaciji. Neki istraživački pravci ne osećaju krizu ideja i daleko lakše prolaze kroz ostale manifestacije ove krize. Naziru se i zametci novih istraživačkih pravaca koji nose u sebi potencijal da postanu veliki zamajci novog razvoja nauke, tehnologije i obrazovanja.

Krizni trenuci su oni u kojima u kratkom trenutku dolazi do velikih promena. Reč kriza ima negativnu konotaciju, no ona samo znači da se iza brda valja neki gadan talas. Cunami je pred nama i važno je biti dobro obavešten o njegovom kretanju. Uskočite prerano ili na pogrešnom mestu i nestaćete pod džinovskim talasom. Uskočite na pravom mestu, u pravom trenutku i uz malo sreće uspećete da jašete na tom istom talasu. Važno je dakle što bolje razumeti ovu krizu ali i što bolje se pripremiti za jahanje na talasu (ili za ronjenje pod talasom). Budući uspeh podrazumeva da ćete ispravno odgovoriti na mnoštvo teških pitanja:

- Gde se treba školovati?
- Koja će vam znanja i veštine biti neophodne?
- Kojim istraživanjima se treba baviti, u kojoj zemlji i u kakvoj instituciji?
- Koliko ćete zarađivati?
- Koliko će drugi ljudi ceniti vaš rad?

Podrazumeva se da ćete puno raditi. Podrazumeva se i da ste hrabri ako već ovog trenutka niste odlučili da pobegnute glavom bez ozira pred cunamijem. Jedino što se ne podrazumeva je da li ćete tačno odrediti gde i kad da naskočite na talas. Većina neće, no manji broj vas bi mogao da jaše dalje i brže nego što je iko pre uspeo. Bili uspešni ili ne, pred vama je avantura.

\* \* \*

U sledećem broju vas vodim na prvu odrednicu proklamovanog putovanja u budućnost. Pokušaćemo da zajedno bolje razumemo fiziku u narednih 25 godina posmatrajući neke generalne parametre koje obično razmatraju vlade i stručna društva ozbiljnijih zemalja pri planiranju svoje naučne politike. Ako mogu oni što ne bi mogli i mi? Najviše ćemo se pozabaviti stanjem u SAD i u EU.