

Alica v čudežni deželi

ali

Radovednost se spleča!

Erik Margan

Oddelek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev, Institut Jožef Stefan

Charles Lutwidge Dodgson (1832–1898) je bil angleški pisatelj, matematik, logik in fotograf, a je najbolj znan kot avtor otroške pravljice *Alica v čudežni deželi*, ki jo je podpisal s svojim literarnim imenom **Lewis Carroll**. Njegova literarna dela ponavadi razvrščajo kot 'literaturo nesmisla'. Toda njegova čudežna dežela ima mnoge lastnosti, ki so vse prej kot nesmiselne. Denimo Gospod Zajec, ki se mu vedno mudi in ves čas teče, na Aličino vprašanje ali ne bi malce stal na mestu odgovarja: *če hočeš stati na mestu moraš zelo hitro teči!*

Pozneje Alica sreča češirsko mačko, nestanovitno bitje, ki izginja in se spet pojavlja in kadar izgine ostane viden le njen nasmeh. Alica začudeno ugotavlja: *Tole pa je res nenavadno, mačke brez nasmeha sem že srečala, nasmeha brez mačke pa še nikoli!*

V času, ko je to delo nastalo (objavljeno 1865) se nam sploh še sanjalo ni o teoriji relativnosti, ali kvantni mehaniki. A vendar v literaturi težko najdemo lepše, bolj pesniške ponazoritve pojavov, ki jih ti teoriji opisujeta. Zemlja se na ekvatorju vrti z noro hitrostjo 464 metrov na sekundo, potuje okoli Sonca s hitrostjo 30 kilometrov na sekundo, sončni sistem pa potuje okoli galaktičnega jedra s hitrostjo 220 kilometrov na sekundo in naša galaksija potuje s hitrostjo kakšnih 550 kilometrov na sekundo (izmerjeno s spektralnim zamikom mikrovalovnega prasevanja) v smeri takoimenovanega *velikega atraktorja* nekje v ozvezdju Device. Zares, če bi radi stali na mestu, moramo teči zelo hitro! In če tečemo zelo hitro imamo na voljo več časa! Ni znano ali so Albertu Einsteinu v otroštvu brali pripoved o Alici.

Prav tako ne vemo ali bi bil Erwin Schrödinger kaj ponosen na dejstvo, da danes mnogi svoje domače mačke imenujejo po njemu. Vsekakor pa njegova namišljena mačka v prav tako namišljenem kvantnem eksperimentu obstaja v superpoziciji različnih kvantnih stanj, torej ne s 50% verjetnostjo da je živa ali mrtva, kot to običajno zmotno navajajo, pač pa je 100% živomrtva! Ali se nam ob takih eksperimentih Narava izmika kot češirska mačka, da je vse, kar lahko zaznamo le njen nagajiv nasmeh?

Kako sploh opredelimo kaj je znanost, ali obstaja kriterij po katerem jo ločimo od tistega kar znanost ni?

Gre za kompleksno dejavnost, zato tudi ni mogoče podati kratke in preproste definicije. Za znanost imamo lahko kateri koli sistem spoznanj pridobljenih z raziskovanjem po znanstveni metodi, pri čemur morajo biti spoznanja objektivno in neodvisno dokazljiva, preverljiva in ponovljiva, znotraj kolikor je mogoče majhnega tolerančnega območja. To zadnje pomeni, da sprejemamo določeno omejenost možnosti spoznanja, ta je lahko le začasna in jo je z razvojem mogoče izboljšati, ali pa je iz nekega temeljnega razloga trajna in predstavlja končno mejo spoznavnih zmožnosti. Podrobneje razlikujemo tri področja: formalne znanosti (matematika, logika,...), naravoslovne vede (fizika, kemija, biologija,...), ter humanistične in družbene vede; področja niso strogo ločena, pogosto se prekrivajo. Razvojno gledano ločujemo med naslednjimi kategorijami:

- **teorija** je znotraj sebe logično usklajen okvir osnovnih pojmov in načel, s katerim tolmačimo skupek različnih pojavov na enotni osnovi;

- **model** je podoben, vendar šibkejši koncept, s katerim opišemo le nekatere aspekte obravnavanih pojavov, tipično na osnovi neke poenostavljene delovne hipoteze;
- (naravna) **zakonitost** je znanstvena posplošitev obnašanja nekega sistema, utemeljena z zadostnim številom opazanj, da jo je možno imeti za znanstveno preverjeno;
- **hipoteza** je domneva, ki še ni bila ne eksperimentalno potrjena, ne ovržena, ne razveljavljena zaradi neskladja ali kršenja že uveljavljenih zakonitosti;
- **aksiom** je minimalistična trditev, predpostavka, ki je zaradi svoje preprostosti očitno resnična in logična in je ni treba posebej utemeljevati.

Nekako aksiomatsko je, da se največ znanstvenih napak zgodi zaradi privzemanja aksiomov, ki to dejansko niso. Upoštevati je treba tudi, da ne gre za tog, pač pa dinamičen sistem, denimo hipotezo je ob zadostni eksperimentalni podpori mogoče promovirati v zakonitost, ali na njej celo zasnovati teorijo. Ravno tako je mogoče teorijo že na osnovi enega samega negativnega primera razveljaviti, oziroma zahtevati dograditev.

Od dobre teorije pa zahtevamo veliko:

- biti mora logično usklajena, izpeljani zaključki in spoznanja ne smejo nasprotovati nobeni od začetnih predpostavk in nobenemu načelu;
- biti mora v skladu z opazovanji, utemeljena z empiričnimi dokazi;
- biti mora ekonomična s številom začetnih predpostavk;
- biti mora zmožna pojasniti opazovane pojave s pomočjo osnovnih načel;
- mora napovedati nove pojave, ali vsaj bolje pojasniti že znane;
- biti mora ponovljiva, preverljiva in ovrgljiva — vsebovati mora trditve, ki, če se izkažejo za resnične, celotno teorijo ovržejo, ali vsaj močno oslabijo;
- mora omogočati popravke.

Zgodovina filozofije znanosti ponuja nekaj pristopov na katerih je mogoče graditi definicijo znanosti:

- empirizem (Dunajski krog), tudi logični pozitivizem, verifikacionizem: pomembni so le izreki o empiričnih opazovanjih, oziroma je teorija znanstvena le, če je preverljiva;
- falsifikacionizem (Popper), ovrgljivost: le če teorija vsebuje prvine na katerih jo lahko ovržemo, je znanstvena;
- sprememba paradigme (Khun): odstopanja od uveljavljene paradigme se z novimi spoznanji kopičijo in prej ali slej pride do krize v znanosti, ta pa se razreši z novim spoznanjem, ki nujno tudi zamenja paradigmo; s sprejetjem nove paradigme se postavi nova demarkacijska črta med znanostjo in neznanostjo;
- navidezno demokratični, dejansko pa anarhistični pristop znanosti (Feyerabend): znanost ni avtonomen, od človeških lastnosti in družbenih pogojev ločen proces; ni je mogoče ločevati od širšega konteksta človeške misli in izpraševanj; posledično »vse velja« (znotraj določenega konteksta, seveda), a hkrati je vse vprašljivo.

Vprašljivo je Feyerabendovo stališče, ker ne upošteva dialektike, možnosti razvoja, korekcije. Zlasti očitno je to na področju fizike, kjer je Feyerabendovo poznavanje precej površno. Delno temu prispeva izredna zahtevnost matematičnih formalizmov v moderni fiziki, delno pa je to posledica dejstva, da so fiziki bili prisiljeni razviti nekoliko drugačno razumevanje in nomenklaturo pojavov, ki jih preučujejo, zaradi nezmožnosti pridobivanja

kakršnih koli neposrednih izkušenj (tako v relativistiki, kot v kvantni mehaniki – denimo kadar govorijo o »barvah« in »okusih« kvarkov). Fizika je temelj ne le ostalih naravoslovnih ved, pač pa tudi inženirstva in tehnike, ter posledično ekonomije in družbene blaginje, in kot taka se je izkazala za neverjetno uspešno. Zato širša populacija ima na voljo le dve možnosti: bodisi sprejeti izpeljavo političnih in ekonomskih odločitev na anarhičnih izhodiščih, kar posledično pomeni tudi sprejetje trditev, da obstaja povezava med temi odločitvami in empiričnimi opazovanji, tudi kadar ta povezava v resnici ne obstaja; ali pa zahtevati dosledno uveljavljanje družbenih odločitev na podlagi preverljivih znanstvenih dejstev in opazovanj, kjer je povezava z realnostjo vedno na določen način zagotovljena. Ni težko ugotoviti katera opcija je boljša in bolj produktivna.

Ukvarjanje z znanostjo zahteva določeno stopnjo resnosti in doslednosti, ni vedno preprosto preseči ravni otroških pravljic, oziroma kot pravi Einstein, *osvoboditi se predsodkov in napačnih konceptov, ki smo si jih ustvarili v obdobju šolanja*. A hkrati je nujno ohraniti skoraj otroško odprtost do novih, nepreverjenih, norih, *odštekanih* idej. Večina mlajših znanstvenikov nima s tem večjih težav; žal s starostjo te možganske funkcije, tako kot tudi mnoge druge, pešajo...

Nekoliko drugače pa je s podobo znanstvenika, ki jo srečamo v širši javnosti. Na eni strani nam ankete pravijo, da je zaupanje v znanost in znanstvenike med najvišjimi na lestvici, ljudje se zavedajo, da so znanstveniki, inženirji, tehniki najbolj zaslužni za neverjeten, eksponencialno naraščajoč tehnološki razvoj v zadnjih 300 letih, posledica česar je tudi hiter ekonomski razvoj in izboljšanje vseh življenjskih pogojev. Omenimo kot primer le mobilno telefonijo in informacijske tehnologije, kjer se majhni čudeži vrstijo po tekočem traku, ob vedno nižjih cenah in vedno širši dostopnosti izdelkov in servisov, ki so še do pred kratkim bolj sodili v domeno znanstvene fantastike. Po drugi strani pa je javnost do nekaterih dosežkov močno skeptična, strah zbuja predvsem jedrske tehnologije, raziskave in proizvodnja zdravil, ter biološke tehnologije, še posebej razvoj genetike v proizvodnji hrane, a tudi taiste informacijske tehnologije, ki omogočajo prikrito sledenje, nadzor, ter zlorabo tako pridobljenih informacij. Ob tem se znanost in znanstvenike povezuje z velikimi korporacijami in državnimi organi, katerih cilji naj bi bili taka ali drugačna kontrola in obvladovanje prebivalstva, udejanjanje zasebnih interesov, ustvarjanje dobička in povečanje vpliva.

Oboje je seveda res, ljudje nismo angeli in znanstveniki nismo nobene izjeme. Sicer je res, da takega stereotipa, kot ga pogosto oslikavajo v množični kulturi, zlasti v filmski industriji, torej otročje naivnega, rahlo trčenega, ali brezobzirnega in odkrito škodoželjnega osebk, ki mu je edini interes realizacija projekta s katerim se vse življenje ukvarja, med dejanskimi znanstveniki ne boste srečali. Srečali pa boste določeno število ljudi, ki so prepričani, da smo kot narod, država, družba na nek način ogroženi in da ta ogroženost opravičuje razvoj sredstev za preprečevanje te (in podobnih) ogroženosti. Prav tako boste srečali nekaj nekritičnih lahkovernikov, ki dvomijo v kakršno koli obliko kontrole in možnosti zlorabe sredstev za tako kontrolo in so pripravljeni tudi sami sodelovati pri razvoju teh dejavnosti v prepričanju, da nekdo na vodilnem položaju že ve kaj je dobro in zakaj. Praviloma so taki med znanstveniki v manjšini.

Pa takemu stanju ne botruje zgolj neka srečna okoliščina, nasprotno, tako stanje je neposredna posledica prav širšega znanja, dobre izobraženosti in vzgoje. Preveč znanosti nikoli ni problem, problem je premalo znanosti. Širjenje obzorij pripomore ozaveščanju tudi o problemih s katerimi se neposredno ne ukvarjamo, temu sledi tudi ustrezno tehtanje družbene koristi od razvoja v določeni smeri, prav tako tudi razvoja metod za obvladovanje tveganja, ki ga razvoj tehnologije s seboj neizogibno prinaša. Slepo podrejanje avtoriteti je med znanstveniki redek pojav, prej nasprotno, upiranje avtoritetam je pravilo, četudi zagovornikov radikalnih revolucionarnih prijemov ni veliko, močno prevladujejo evolucionisti.

Več znanosti v družbi pomeni tudi več tolerance in boljšo kulturo komunikacije. Čeprav znanost ne more in ne sme biti tolerantna do napačnega tolmačenja naravnih in družbenih pojavov, in ni demokratična, o znanstvenih dejstvih ni mogoče glasovati in z večino preglasiti posameznika, je že samo vztrajanje na znanstveno potrjenih dejstvih svojevrstna garancija za korektne odnose in argumentirano dokazovanje. Več znanosti pomeni tudi širšo in ustrežnejšo podporo določenim odločitvam, zlasti takrat ko gre za dolgoročne družbene interese, ki vedno imajo določeno ceno, ali za premagovanje neutemeljenih predsodkov in strahov, ki upočasnjujejo razvoj družbe.

Ostanimo še malo pri problemu izobraževanja. V svetu se vedno bolj uveljavljajo interesi po krajših in ozko specializiranih izobraževalnih programih. Šolski sistemi v razvitih državah vse bolj poudarjajo potrebo po srednjem strokovnem izobraževanju, na račun bolj splošnega gimnazijskega naravoslovnega ali družboslovnega učnega programa in fakultetne izobrazbe. Po svoje je tak proces logičen, v ozadju je namreč boj med državo in delodajalci okrog plačevanja izobrazbe za ustrezna delovna mesta. Država bi ceno strokovnega izobraževanja prevalila na delodajalce, ti pa temu nasprotujejo, ali če že sprejemajo, potem si želijo sami določati vsebino in zajetnost učnega programa. Splošno izobraženi gimnazijski maturanti so za delodajalce večinoma neuporabni; po fakultetno izobraženih delavcih, razen v visokotehnoških panogah, ni veliko povpraševanja. Tako država, kot delodajalci, bi radi stroške izobraževanja in nato višino plač kar se da znižali, ter tako razbremenili proračun, oziroma zmanjšali stroške dela in cen izdelkov in povečali konkurenčnost. Ni treba imeti Nobelove nagrade iz ekonomije, da nam je takoj jasno, da ta strategija razvoja lahko deluje le kakšnih 5–6 let, potem pa se začne spirala navzdol (ki smo jo v novejši zgodovini že vsaj dvakrat doživeli tudi doma): nizke plače pomenijo nižjo kupno moč in manj davkov, ekonomski pritisk na prebivalstvo povzroči potrebo po čim prejšnji zaposlitvi na manj zahtevnih delovnih mestih in posledično nižjo zahtevano izobrazbo, zato začne primanjkovati kvalitetnih razvojnih inženirjev, znanost dobiva vedno manj državnega denarja in vedno manj naročil iz industrije, ter končno postane kot poklic neprivlačna, vse skupaj sproži zahteve po dodatnem nižanju stroškov in krog je sklenjen. Tudi tisti podjetniki, ki propadla podjetja odkupijo, ali jih tako ali drugače »prevzamejo«, skušajo najprej znižati stroške proizvodnje, zato se najprej znebijo razvojnih oddelkov, in ker razvoja novih izdelkov ni, že čez leto ali dve nimajo več s čem konkurirati uspešnejšim na trgu, kar pomeni nadaljnji propad podjetja.

Obstaja tudi močan trend uvajanja programiranega razvoja podjetij, kjer se skuša ustvarjati točno določene izdelke za katere na trgu obstaja zanimanje, in temu ustrezno se oblikujejo priložnostne razvojne skupine. Zanimarjajo se majhne inovacije in stranski produkti, ki bi morda nekoč pripeljali do povsem drugačnih, funkcionalno boljših, ali vsaj kvalitetnejših izdelkov. To duši razvojne ambicije in mnogi sposobni razvojniki in inovatorji si poiščejo spodbudnejša okolja, najbolj pogosto se samozaposlijo, postavijo lastno manjše podjetje, ali pa pobegnejo v akademsko okolje, kjer imajo sicer zanimivo delo, vendar izdelujejo bolj ali manj unikatne visoko specializirane izdelke, od katerih ni velike ekonomske koristi. Posledica je spet škoda za celotno družbo.

Tudi v znanosti se raziskovalni projekti oblikujejo tako, da so »obsojeni na uspeh«: na razpise se prijavijo projekti, za katere je že vnaprej jasno, da jih je mogoče realizirati, kar pomeni da raziskujemo že znano, oziroma sploh ne raziskujemo (beseda »raziskovanje« pomeni, da o nekem področju ne vemo veliko, zato vnaprej ni mogoče napovedati ali bomo kaj odkrili ali ne, lahko le slutimo, da je področje zanimivo in vredno dodatnega truda). S takim odnosom najbolj zanimive ideje puščamo ob strani, vnaprej se odpovedujemo sinergijskim učinkom, ki jih temeljna radovednost in raziskovanje prinašata. Odščipnemo pa si tudi možnost, da odkrijemo nekaj povsem novega in neslutenga, kar bi lahko prineslo ključni preobrat v razvoju celotne družbe.

Kje je tu potem mesto takim teorijam kot so kvantna teorija polja ali relativistika? Te teorije predstavljajo okvirje za nova odkritja, tudi taka, ki imajo že takoj povsem praktično uporabno vrednost, ne le čez desetletja.

Nek kolega mi pravi, da danes citiranje Einsteina že prinaša negativne točke, a kljub temu ga bom vzel kot še en primer za pojasnitev vsega zgoraj navedenega. Kvantna mehanika se je dejansko začela z Einsteinovo radovednostjo zakaj in v katerih primerih svetloba lahko izbije elektrone iz kovine. Skromen cilj, ki je pripeljal do Nobelove nagrade. A neodvisno od nagrade, poskusimo si predstaviti današnji svet brez razumevanja tega učinka. V prvi vrsti mnogih fizikalnih procesov brez tega ne bi bilo mogoče razumeti, pa tudi nekaterih procesov v področju kvantne kemije ne. Ne bi poznali video kamere in zato tudi televizije ne. Brez fotoelektronske spektroskopije ne bi poznali vezalnih energij pri posameznih atomih. Ne bi razumeli polprevodnikov, laserjev, ostali bi brez optičnih telekomunikacij, brez miniaturnih računalnikov in prenosnih telefonov, brez mnogih preciznih elektronskih instrumentov, brez elektronskih mikroskopov, brez mnogih odkritij obnašanja materialov na mikro ravni, brez poznavanja molekularnih struktur, brez atomskih ur in sistema GPS, brez slikanja z jedrsko magnetno resonanco in brez pozitronske tomografije, brez fotocelic in izkoriščanja sončne energije, brez kopirnih strojev, ... seznam je zelo dolg. Svet bi bil videti nekako tako, kot je napovedal Thomas Watson, predsednik družbe IBM okoli leta 1943: *Menim da bo svetovni trg v naslednjih 20 letih potreboval kvečjemu kakšnih pet velikih računalnikov!*

In še en novejši primer: Peter Higgs je leta 1964 želel zgolj pojasniti zakaj obstaja tako velika razlika med dosegom elektromagnetne in šibke jedrske interakcije (to zadnjo ni mogoče zaznati na razdalji večji od atomskega jedra, okoli 10^{-17} m). Na misel mu je prišla analogija s supraprevodniki v katerih se fotoni obnašajo kot bi pridobili ogromno maso, zato zunanje polje v supraprevodnik sploh ne vstopa. Napovedal je možnost, da v okolici atomskega jedra obstaja podoben »mehanizem«, ki nosilcem šibke interakcije vsili zelo veliko maso (spomnim naj, da bozonov W in Z takrat še nihče ni zaznal, odkrita sta bila desetletje kasneje). Niti na misel mu takrat ni prišlo, da bo še za svojega življenja doživel odkritje njemu v čast poimenovanega delca, ki take učinke povzroča, prav tako si ni mogel predstavljati da bo mogoče s hadronsko terapijo pozdraviti nekatere najbolj trdovratne oblike raka, da niti ne omenjam kakšnih 30 ali več drugih tehnologij, ki so bile pridobljene kot stranski produkt razvoja in izgradnje Velikega hadronskega trkalnika (LHC).

Obstaja še ogromno podobnih primerov. Radovednost se torej splača, pa še kako! Včasih na kratek rok, včasih na daljši, a vendar. Zato se je treba predramiti in reorganizirati razvojne programe na univerzah in institutih tako, da poleg naročenih in programiranih projektov, ki so seveda tudi nujno potrebni, ostane raziskovalcem še kaj časa in nenamenskega denarja za tiste projekte, za katere sami verjamejo da so zanimivi in jih je vredno izpeljati. Podobno bi tudi v industrijskih razvojnih oddelkih morali nekaj samoiniciativnosti prepustiti razvojnikom, ker bomo le tako kot družba lahko izkoristili vse svoje izobraževalne, razvojne in ekonomske potencialne. Seveda stane, se pa tudi splača. Kje je torej ta naš tako opevani podjetniški duh? Mar je res potopljen v davkih?

In za konec: znanstveniki nimamo in tudi nočemo imeti monopola na resnico! Ne želimo nastopati kot rabsodniki in določati kaj je prav in kaj ni prav, ker vemo, da resnica sama prej ali slej pride na dan, pa če ji pri tem pomagamo ali ne. Vendar se svoje širše družbene odgovornosti ne branimo, jo sprejemamo, želimo pomagati po svojih najboljših močeh in si želimo, da bi nas tisti, ki odločajo včasih le povabili k posvetu pred pomembnimi odločitvami, ne šele potem, ko je treba za neko že sprejeto odločitev politike na vsak način najti znanstveno, ali vsaj navidez znanstveno upravičilo.