

Biljana M. Radovanović

Univerzitet u Nišu, Filozofski fakultet
biljana.radovanovic9@gmail.com

Eksperiment, imaginacija, mit

Sažetak

U ovom radu nastojat ćemo dovesti u vezu eksperiment, imaginaciju i mit. To će biti izvedeno u tri koraka. U prvom koraku će se govoriti o kreativnosti, imaginativnosti znanosti, imajući na umu presudnu ulogu mašte u postavljanju znanstvenih hipoteza. U drugom koraku analizirat ćemo odnos eksperimenta i imaginacije, odnosno važnost imaginacije za osmišljavanje i konstruiranje eksperimenta. Danas se u prirodnim znanostima obavljaju veoma složeni eksperimenti. Međutim, u slučaju kada se eksperiment ne može izvesti, taj proces se može kreirati i simulirati uz pomoć modernih medija, poput kompjutera. Osim prirode stvarnih eksperimenata, pozabavit ćemo se i problemom misaonih eksperimenata. U trećem koraku promatrat ćemo odnos znanosti i mitologije, odnosno ideju znanosti kao mita, uključujući i odnos eksperimenta i mita.

Ključne riječi: eksperiment, imaginacija, znanost, mit, misaoni eksperiment, hipoteza, kompjuterska tehnologija.

1. Imaginativnost znanosti– ili zašto je znanost kreativna

Pojam imaginacije označava: maštu, fantaziju, sposobnost zamišljanja, a također umjetničku uobrazilju (o čemu ovom prilikom nećemo govoriti). Imaginacija je oduvijek bila sastavni dio procesa znanstvenog istraživanja. Ona mora postojati prilikom formuliranja znanstvene hipoteze na osnovi koje se izvodi odgovarajući eksperiment. Osnovna ideja od koje polazimo u ovom tekstu jest da znanstvenika u istraživačkom procesu ne vode, u prvom redu, pravila normativne metodologije nego mašta i imaginacija, kao i da je put znanstvenog rada kreativan u svim svojim fazama.⁸³

Započet ćemo podsjećanjem na jednu poznatu pozitivističku razliku u filozofiji znanosti. To je distinkcija između konteksta otkrića i konteksta opravdanja.⁸⁴

Kontekst otkrića uključuje konkretne društvene, povijesne, političke, osobne i epohalne promjenljive procese i okolnosti u kojima znanstvenik stvara i dolazi do svojih ideja i hipoteza. Kontekst opravdanja podrazumijeva postupke i sredstva kojima znanstvenik opravdava i testira teoriju, kada je ona već ustanovljena, u potrazi za daljnjim dokazima i empirijskom evidencijom koja bi je dodatno potkrijepila i potvrdila.⁸⁵

Važnost konteksta otkrića ističu: sociologija, psihologija i ekonomija znanosti. Psihologija znanosti upravo polazi od uvjerenja da je znanost kao ljudska djelatnost proizvod čovjekove kreativnosti i individualnih duhovnih snaga i osobenosti. Na osnovi inspiracije, „trenutnog bljeska” i vizije dolazi se do nevjerojatnih i genijalnih otkrića.⁸⁶ Područje znanstvenih izuma i inovacija je carstvo slobode i mašte. Velika znanstvena otkrića su rezultat kreativnog rada znanstvenika – genija. Stoga, struktura i principi na kojima znanost počiva govore više o stremljenjima i nastojanjima koja vode čovjeka u namjeri da izgradi adekvatan sustav znanja, a manje o zakonima stvarnosti na koju se ti principi odnose.

Kontekst otkrića tiče se onog ličnog, subjektivnog i osobenog, i u tom smislu nije moguće podučiti nekoga na koji način bi trebalo doći do rješenja, ideje ili hipoteze, takvog recepta, nažalost, nema. Postoji velika diskrepancija između pravila koja normativna metodologija propisuje kako bi se pri istraživanju trebalo raditi i toga kako se u konkretnim povijesnim prilikama i okolnostima stvarno

83 Ističući kreativnost znanstvenih učenja Nelson Goodman je u svojoj knjizi *Činjenica, fikcija i predviđanje* [*Fact, Fiction and Forecast*] naglasio značajnu sličnost između stvaranja i oblikovanja umjetničkih djela i čovjekovih teorijskih konstrukcija kojima se stvaraju svjetovi. (vidjeti: Goodman 1955)

84 Povlačenje razlike između konteksta otkrića i konteksta opravdanja se vezuje za Hansa Reichenbacha koji je ovu tezu opisao i razradio u djelu *Iskustvo i predviđanje* [*Experience and Prediction*], mada se ova razlika u određenom obliku javlja i kod ranijih teoretičara. Kontekst otkrića podrazumijeva pitanje nastajanja, porijekla i stvaranja teorija, a kontekst opravdanja se tiče njihovog vrednovanja i potvrđivanja. (vidjeti: Reichenbach 1952)

85 U vezi s ovom tematikom je pitanje da li je proces znanstvenog otkrića iracionalan ili on dozvoljava mogućnost racionalnog razumijevanja i tumačenja. U tom smislu određeni filozofi, prije svega logički pozitivisti, smatrali su da bi se filozofi znanosti trebali ograničiti na proučavanje konteksta opravdanja, tj. na analizu načina na koji se obavlja testiranje i provjeravanje teorije koja je već prihvaćena, budući da to čini znanost racionalnom djelatnošću, a da bi se problemom znanstvenog otkrića trebali baviti psiholozi, sociolozi i povjesničari znanosti.

86 Jokić [Aleksandar Jokić] spominje kako se ova nagla, iznenadna, rješenja nazivaju i „eureka iskustvo” ili „aha iskustvo”, i navodi da su do svojih otkrića na ovaj način došli značajni znanstvenici: Friedrich August Kekulé, Sir Isaac Newton i Jules Henri Poincaré. (Jokić 1996: 48)

postupa i radi. Povijest znanosti svjedoči da se do znanstvenih hipoteza dolazilo na najnevjerovatnije načine: slučajno, neobičnim asocijativnim nizom,⁸⁷ greškom ili kao rezultat traženja ili testiranja neke druge pojave ili činjenice. Metodologija sistema, reda i pravila ne daje algoritam, recept koji bi nam neizostavno i direktno ponudio rješenje znanstvenog problema. Ukratko, hipoteze nisu rezultat postupno izvedene i organizirane sistematične misli. Kao što Karl Raimund Popper u svojoj knjizi *Logika naučnog otkrića* pokazuje – logika znanstvenog otkrića ne postoji, kao što nije moguća ni racionalna rekonstrukcija toga procesa. Svako otkriće sadrži određene iracionalne elemente i treba stvaralačku imaginaciju i intuiciju. (Popper 1973: 61–66)⁸⁸

I upravo je Popperova kritika logičkog pozitivizma dovela do toga da se u filozofiji znanosti učvrsti stav kako se znanstvene teorije ne izvode direktno iz iskustva. Pri smišljanju i formuliranju znanstvenih teorija pretpostavljaju se i smjelo nagađaju hipoteze, a zatim i izlažu kritici, sučeljavanju i provjeri. Poznat je Hempelov [Carl Gustav Hempel] stav da se znanstveno istraživanje mora bazirati na heurističkoj hipotezi. Hempel u knjizi *Filozofija prirodnih nauka* kaže: „Prelazak od podataka na teoriju iziskuje stvaralačku imaginaciju. Naučne hipoteze i teorije *ne izvode* se iz opaženih činjenica, već se *smišljaju* da bi ih objasnile.” Promatranju u znanosti mora prethoditi određena, heuristički plodna, hipoteza na osnovi koje će biti organizirano prikupljanje podataka i koja će voditi tok budućeg istraživanja. Proces postavljanja znanstvenih teorija, tj. put od iskustva do formuliranja adekvatne i plodne znanstvene teorije, uvjetovan je mogućnostima inventivnog pronalazanja i smišljanja heuristički plodne hipoteze. Znanstvene teorije se ne izvode iz iskustvenih činjenica, nego se slobodno postavljaju u namjeri da se ove činjenice povežu, protumače i objasne. (Hempel 1997: 26)⁸⁹

Michael Polanyi polazi od uvjerenja da mi raspoložemo mnogo širim kompleksom znanja nego što možemo pretpostaviti. Određene prešutne pretpostavke koje se nalaze u osnovi naših argumenata i implicitna misaona aktivnost našeg duha dovode nas do određenih lucidnih zaključaka, a da često ni sami nismo svjesni načina na koji smo formirali otkrića. Ta prešutna dimenzija znanja se očituje u mogućnosti da prepoznamo i riješimo neki problem, a da tome nije prethodio racionalan slijed koraka. Tu prešutnu aktivnost duha nazivamo intuitivnim uvidom, slutnjom, iznenadnim lucidnim razumijevanjem. (vidjeti: Polanyi 1966) Polanyi smatra da se u znanosti istraživači rukovode estetskim kriterijima, budući da pri značajnim izborima posreduje emocionalni moment. Iz tog razloga pri otkriću je presudna imaginacija, a intuicija kreativno integrira naslućene ideje do kojih je došla imaginacija. Racionalno objašnjenje znanstvenih otkrića nije moguće. (vidjeti: Polanyi 1981)

87 Belgijski organski kemičar Kekulé je otkrio prstenastu strukturu molekula benzena C₆H₆ nakon što je sanjao zmiju koja je svojim tijelom načinila prsten i grizla sebe za rep. Shodno ovome, šest atoma ugljika raspoređeni su u rogljevima šesterokutnog prstena, a za svaki atom ugljika vezan je po jedan atom vodika.

88 Daljnji razvoj ideja u filozofiji znanosti vodit će do uvjerenja da je i kontekst opravdanja, a ne samo kontekst otkrića, podložan utjecaju iracionalnih i subjektivnih faktora, o čemu govore Feyerabend, Polanyi i dr.

89 Od šezdesetih godina XX. st., u korigiranoj verziji logičkog pozitivizma, odnosno u logičkom empirizmu, kada je u pitanju kontekst otkrića, počinje se zastupati hipotetičko-deduktivna metoda, dok se indukcija primjenjuje u kontekstu opravdanja postavljene teorije.

Imre Lakatos napominje da je smjer znanosti prvenstveno određen čovjekovom stvaralačkom imaginacijom, a ne mnoštvom činjenica koje ga okružuju.⁹⁰ Pri tome će stvaralačka imaginacija naći svjedočanstva koja mogu potkrijepiti i onaj program koji se čini „najapsurdnijim”, ako postoji dovoljan motiv da se traga za tim potkrepljujućim svjedočanstvom.⁹¹ Potraga za novim potvrđujućim činjenicama opravdana je čak i kada samo na osnovi svojih fantazija i snoviđenja znanstvenici poduzimaju potragu za novom evidencijalnom građom koja bi potvrdila njihove zamisli. (Lakatos 1970: 187–188)

Da ne bude nesporeda, ovim se ne želi čitava kreativnost znanstvenika svesti na njegovu imaginaciju. U procesu nastanka znanstvenih hipoteza i teorija svakako važnu ulogu ima i školovanost istraživača, zatim intenzitet usredotočenosti na dani problem, interakcija s drugim istraživačima itd. Ali sam čin nastanka hipoteze, trenutak kada „sine rješenje”, pripada stvaralačkoj mašti.

Danas se do te mjere naglašava uloga društva u procesima financiranja i organiziranja znanstvenih istraživanja da se zanemaruje važnost individualne inicijative znanstvenika koji uočava problem i osmišljava puteve njegovog rješavanja. Izbor i sagledavanje problema kojim će se znanstvenik baviti također zahtijeva inventivnost, osobnu angažiranost, a često i upornost, smjelost i odvažnost. Mnogi problemi nisu bili uočeni sve dok ih genijalnost znanstvenika nije uzela u razmatranje.⁹² No, treba priznati da principi znanstvenog procjenjivanja, koje propisuje zajednica, u znatnoj mjeri utječu na trenutak osobne angažiranosti pri odabiru i vrednovanju problema.

Mogućnost da neki problem riješimo na više načina upravo potvrđuje tezu o kreativnim i osobnim temeljima na koje se može postaviti znanstvena recepcija stvarnosti. Čak i kada znanstvenici pokušavaju usmjeriti rast i razvoj znanosti kroz kontrolu procesa znanstvenog istraživanja i limitirani izbor problema, nije moguće kontrolirati ni predvidjeti sve one posljedice koje mogu proizaći iz dobivenih rezultata znanstvenog istraživanja i njihove dalje primjene.

Imaginacija, mašta i inventivnost upućuju na originalnost kao bitnu odliku znanstvenog rada. U svim oblicima djelovanja i stvaranja u kojima mašta igra presudnu ulogu (u umjetnosti pogotovo) iz inventivnosti se rađa originalnost i osobenost. *Michael Polanyi* napominje da se originalnost tehničkih izuma (koji pretendiraju na to da dobiju naziv patenata) i znanstvenih otkrića procjenjuje stupnjem iznenađenja koje njihov pronalazak ili saopćenje izaziva među znanstvenicima.

90 Paul Karl Feyerabend će se složiti s Lakatosom da smjer razvoja znanosti ovisi o stvaralačkoj imaginaciji, a ne o svemiru činjenica. (Feyerabend 1987: 182–183)

91 Lakatos navodi da je dobar primjer koji ilustrira ovakvu situaciju u znanosti Newtonov princip gravitacijskog privlačenja (tijela se uzajamno privlače s velikih udaljenosti). Christiaan Huygens, Gottfried Wilhelm Leibniz i mnogi drugi znanstvenici su njegovo učenje okarakterizirali kao apsurdno i opskurno. Bilo je čudno jer su se istraživanja i proračuni koji bi trebali ići u prilog ovoj tezi zasnivali samo na tom pretpostavljenom principu, a ne na nekoj dodatnoj izvjesnosti. Lakatos smatra da je empirijski uspjeh neke teorije često stvar sreće, a pri tome ako su znanstvenici maštovitiji veća je vjerojatnost da će njihov istraživački program imati empirijsko potkrepljenje i uspjeh. (Lakatos 1970: 187)

92 Larry Laudan ističe da su mnoge činjenice i pojave bile poznate i prije nego što su postale predmet razmatranja znanstvenika, ali su dobile znanstveni status tek kada su postale relevantne za rješavanje nekog znanstvenog problema. (Laudan 2001: 52–55)

Neočekivanost otkrića se najčešće poklapa s njegovim sistematskim značenjem, ali to ne mora biti slučaj. Otkrića koja su ingeniozna i neočekivana mogu izazvati ogromno iznenađenje, a da nemaju veće sistematsko značenje jer ne uzrokuju značajne promjene, pomicanja ili obrte u danom znanstvenom području (npr. otkriće planeta Neptuna je bilo veliko, ali ne možemo govoriti o nekim bitnim konsekvencijama koje je ono u znanstvenim krugovima izazvalo). (Polanyi 1988: 253)

Veliki znanstvenici u povijesti su se borili za ostvarenje svojih uvjerenja i teorijskih rješenja imajući kao otežavajuće okolnosti ne samo ograničena sredstva i primitivna pomagala nego i neprikosновенost crkvenih učenja i uvriježenih predstava o svijetu i životu. Iako je znanost tijekom stoljeća svoj identitet formirala odbacujući naslijeđena učenja i tradiciju, ona se danas u društvu izgrađuje čvrsto uspostavljajući autoritet svog načina tumačenja i objašnjenja procesa i događaja. Da bi spriječila djelovanje političkih i religijskih autoriteta u područje svog rada, ona mora uspostaviti neprikosновенost i vrijednost svog autoriteta kako bi osigurala samostalnost i nezavisnost provedenih istraživanja. Autoritet znanosti u biti njeguje originalnost upravo kao što tu vrstu osobenosti njeguje i priželjkuje umjetnost. Ali i u znanosti kao i u umjetnosti originalnost uvijek izrasta na naznakama, smjernicama i temeljima koje su postavili prethodnici. „... Kopernik i Kepler su rekli Newtonu gdje da pronade otkrića, nezamisliva njemu samom.” (Polanyi 1988: 262–264)

Inventivnost smišljanja hipoteze zahtijeva i pronalaženje relevantnih i plauzibilnih rješenja. U eri u kojoj se podržavaju i financiraju najčešće samo ona istraživanja koja se čine isplativim s obzirom na trenutne i važeće tokove znanstvenog rada, i s obzirom na prepoznate društvene interese, inventivnost znanstvenika se ne ogleda samo u formuliranju adekvatne teorije nego i u pronalaženju one koja bi među potencijalno odgovarajućima bila najvjerojatnija.⁹³ Međutim, povijest znanosti često pokazuje da je inzistiranje na onim znanstvenim rješenjima kojima je nedostajala potkrepljujuća evidencija vodilo do plodnih i pobjedonosnih otkrića koja su otvarala nove puteve razvoja znanosti i značajno mijenjala tok povijesti pojedinih disciplina.⁹⁴

93 U svojoj knjizi *Personal Knowledge* Michael Polanyi analizira eksperiment koji je izveo i iznio u javnost lord Rayleigh. Eksperiment dokazuje da kada atomi vodika udare u metalnu žicu oni na nju prenose energiju i do stotinu volti. Iako nitko od kolega nije mogao naći zamjerku i grešku u samom toku izvođenja eksperimenta, rezultat koji je saopćen nije ulijevao povjerenje. Zaključci koji su izvedeni na osnovi eksperimentalnih provjera činili su se neplauzibilnim, stoga eksperiment nitko nije ni želio ponoviti te ga je znanstvena javnost ignorirala. (Polanyi 1958: 276)

94 Galileo Galilei je podržao Kopernikovu teoriju koja je bila suočena sa značajnim anomalijama, jer je usprkos brojnoj kontraevidenciji vjerovao da je istinita. Nastojao je naći nove činjenice koje bi podržale teoriju, koristeći teleskop mijenjao je prirodu iskustva, modificirao značenje izvjesnih pojmova i uvodio nove principe. Na taj način, domišljanjem i stvaralačkom imaginacijom, ali i manipulacijom, pokušao je stvoriti *novu vrstu iskustva*. (Feyerabend 1987: 150–151) Znanost je napredovala zato što su zanemarene važne činjenice, a na hipotezi se do kraja inzistiralo. Kasnija istraživanja su potvrdila opravdanost Galilejevog vjerovanja u ispravnost Kopernikove teorije.

2. O eksperimentu i imaginaciji

Eksperiment je jedan od tradicionalnih načina prikupljanja znanstvenih činjenica. Međutim, u modernoj znanosti on nije samo jedan od načina dolaska do relevantnih podataka i stjecanja novih spoznaja, nego i metoda provjere valjanosti znanstvenih hipoteza, kao i postupak kojim se odlučuje između konkurentskih teorija. U tom smislu, on je postao suštinski dio moderne znanstvene metode, dok je u antici i srednjem vijeku imao ulogu samo ilustracije teorija. U novom vijeku on postaje glavno sredstvo za formiranje objektivnog znanja o svijetu.

Eksperiment podrazumijeva ljudsku kontrolu uvjeta pod kojima se odvija neki proces ili nastaje neka pojava. To je aktivno postavljanje pitanja prirodi, za razliku od pasivnog načina prikupljanja podataka i stjecanja saznanja karakterističnog za znanstveno promatranje – metoda koja je bila dominantna u antičkoj i srednjovjekovnoj znanosti.

Razmotrit ćemo u kojim je sve fazama eksperimentalnog rada prisutna i neophodna imaginacija.

1. Najprije, u procesu kreativnog znanstvenog rada potrebno je smisliti hipotezu, imati ideju, tj. pretpostaviti probno rješenje znanstvenog problema. Smišljanje hipoteze zahtijeva moć imaginacije, sposobnost da se razmatrana problematika sagleda detaljno, da se zamisli mogući cjelovit pristup problemskoj situaciji kao i da se daje efikasno i plodno objašnjenje. Domišljatost je prijeko potrebna naročito u trenucima kad stara teorija počinje pokazivati degenerativni karakter. Mogućnost da se formulira bolja teorija direktno ovisi o sposobnosti znanstvenika da kreativno traga za novim objašnjenjima i dubljim teorijskim uvidima. U situacijama kada se dugo pokušava pronaći odgovarajuća teorija, kao i kada znanstvenici grčevito nastoje spasiti staru teoriju, potrebno je smjelo i odvažno pristupiti novim teorijskim obradama iskustva.⁹⁵

Probno rješenje kao takvo nužno iziskuje provjeru, odnosno testiranje hipoteze. Iz postavljene hipoteze izvode se određena predviđanja, odnosno deduciraju se moguće posljedice koje se eksperimentalnim putem dalje provjeravaju.

2. U sljedećoj fazi potrebno je smisliti način provjere hipoteze koju je znanstvenik imaginativno uveo u igru. Provjera može biti direktna, pasivnim promatranjem, ili indirektna, eksperimentom. U drugom slučaju neophodno je osmisliti tok i prirodu eksperimenta kojim se hipoteza provjerava. Ne smije biti pogreške u tome što eksperiment ispituje, koju tezu testira i jesu li dobiveni rezultati u direktnoj vezi s eksperimentalnom pretpostavkom. Priroda i složenost eksperimenta ovise o vrsti pojave koja se ispituje kao i raspoloživosti, upotrebljivosti i dostupnosti ostalih znanja i tehnika.

⁹⁵ Nekada kreativno rješenje problemske situacije predstavlja upravo promjenu značenja osnovnih pojmova znanosti, kao što je bio slučaj kod formuliranja specijalne teorije relativnosti. Naime, Albert Einstein je osnovnim teorijskim pojmovima njutonovske fizike dao novo značenje. S idejne strane specijalna teorija relativnosti je već bila pripremljena prethodnim radovima Hendrika Antoona Lorentza, Poincaréa, kao i negativnim ishodom Michelson-Morleyjevog eksperimenta. Postpozitivistički filozofi znanosti (a posebno Thomas Samuel Kuhn) inzistiraju na tome da revolucije u znanosti donose promjene kategorijalnog aparata, da mijenjaju značenja temeljnih pojmova kojima se opisuje i objašnjava svijet i da su stoga teorije koje su razdvojene revolucijama neusporedive.

U eksperimentalnim uvjetima najčešće se podražava situacija koja se već javlja u prirodi, ali se djelovanje procesa koji djeluju u danim okolnostima kontrolira i varira radi ispitivanja i provjeravanja učinka samo određenog faktora. Međutim, neki eksperimenti kreiraju situacije koje se javljaju samo u laboratorijskim uvjetima dajući nam mogućnost da sagledamo pozadinu i prirodu pojava koje nam u stvarnim okolnostima nikada ne bi bile vidljive.

Ovdje skicirana dva stupnja u procesu znanstvenog rada stoje u nadležnosti samog znanstvenika. Pri tome, na drugom stupnju imaginacija se direktno tiče eksperimenta.

3. U suvremenoj znanosti, posebno u nekim njenim disciplinama poput fizike, izvođenje eksperimenata često podrazumijeva konstrukciju i izgradnju veoma složenih tehničkih uređaja. U tim okolnostima potrebno je da znanstvenici surađuju i s inženjerima i tehničarima raznih profila koji će pomoći da se osmisli, projektira i napravi komplicirana znanstvena aparatura kojom se upravo predložena hipoteza eksperimentalno može provjeriti. Dakle, taj dio posla ne rade samo znanstvenici.

Primjera radi, posljednjih godina svi mediji su pratili uzbudljivu priču oko detekcije elementarne čestice nazvane Higgsov bozon, ili popularnije *Božja čestica*, u CERN-u. *Božja čestica* je konačno detektirana 2012. godine. Tako je i šira javnost saznala više o veličini i složenosti uređaja koji su se tom prilikom koristili i koliko je čitav projekt bio skup. U takvim eksperimentima sudjeluju tisuće znanstvenika i inženjera iz mnogih zemalja, članica te europske znanstvene institucije. U ovom slučaju, dakle, imaginacija se tiče osmišljavanja, konstrukcije i proizvodnje aparature i umnogome je u nadležnosti eksperata za tehniku.

4. Četvrta faza podrazumijeva kreativan čin interpretacije i razvrstavanja dobivenih eksperimentalnih rezultata i njihovog inkorporiranja u objedinjenu teoriju kojom se neki problem rješava. U navedenom primjeru detektiranja Higgsovog bozona ima se u vidu općenitija teorija poznata pod nazivom *Standardni model elementarnih čestica*, za koju je postojanje *Božje čestice* bio važan test.

Ova faza podrazumijeva i razlikovanje dobivenih podataka od rezultata koji su produkti upotrebe i korištenja eksperimentalne aparature. Detektiranje dobivenih eksperimentalnih rezultata nije samo čin očitavanja nego i kreativan način interpretativnog odnošenja u kojem pojave bivaju kvalitativno i kvantitativno predstavljene. U tom smislu eksperimenti ne samo da usavršavaju naš način spoznavanja, nego i mijenjaju i oblikuju naš pogled na svijet.

2.1. Eksperiment i novi mediji

Svrha eksperimenta je da testira određenu hipotezu u nastojanju da je dokaže ili opovrgne.⁹⁶ Tijekom izvođenja eksperimenta zaustavlja se, kontrolira ili zanemaruje utjecaj različitih determinanti na ispoljavanje danog procesa i testiraju se učinci samo određenog ispitivanog faktora. Od pojave eksperimenta u antici pa do informatičke revolucije ništa se značajno na planu prirode i toka izvođenja eksperimenta nije promijenilo. Tehnički razvoj u proteklim stoljećima doveo je samo do toga da aparatura kojom se eksperiment izvodi bude unaprijeđena i usavršena. Eksperimenti su postali složeniji, ali je njihova suština ostala ista. Danas se u mnogim prirodnim znanostama izvode veoma komplicirani i skupi eksperimenti.

Međutim, u kompjuterskoj eri ne samo da je izvođenje eksperimenta, kao što je slučaj u navedenom eksperimentu u fizici elementarnih čestica, postalo složenije u odnosu na razdoblje klasične fizike, nego se nešto u samoj suštini eksperimenta promijenilo. U slučaju kada se eksperiment iz nekog razloga ne može izvesti, istraživani proces se može kompjuterski simulirati. Najčešći razlozi koji nas sprečavaju da izvedemo eksperiment proistječu iz: vremenskih, prostornih, sigurnosnih, ekoloških ili financijskih ograničenja te pristupamo određenim kompjuterskim simulacijama njegovog izvođenja. Može se u cjelini i detaljno zamisliti, programirati i provesti tijekom izvođenja eksperimenta i tako dobiveni rezultati mogu se dalje koristiti i obrađivati. Simulacija eksperimenta, razumije se, kao osnovu ima imaginaciju, maštu, zamišljanje. Mogućnost da se, od početka do kraja, tok izvođenja eksperimenta kreira u idejnom smislu i da se u virtualnim uvjetima zaista izvede osmišljen pokus i testira eksperimentalna pretpostavka, predstavljaju značajan pomak i revoluciju u načinu upotrebe eksperimenta u znanstveno-istraživačke svrhe.

Eksperiment predstavlja formiranje umjetnih uvjeta u prirodnom okruženju, a informatička era otvara prostor za simuliranje procesa odvijanja eksperimenta u virtualnom svijetu. Novi mediji i virtualno kreirana stvarnost napravili su revolucionarni pomak u razvoju eksperimenta kao metode. Moć imaginacije se realizira u mogućnosti i sposobnosti ostvarenja zamišljenog.

⁹⁶ S obzirom na to da tok zaključivanja u znanosti pri provjeri određene hipoteze prati pogrešku afirmacije konsekvensa, a da argumentacija iz Duhem-Quineove teze pokazuje kako u znanosti nema odlučivog opovrgavanja budući da se u holističkom sustavu znanja ni jedna teza ne može testirati izolirano, nijedna znanstvena hipoteza ne može biti niti dokazana niti zauvijek odbačena. Stoga će Pierre Duhem tvrditi da u znanosti nije moguć krucijalni eksperiment, jer eksperiment ne može nikada opovrgnuti jednu izoliranu teoriju, nago samo skup teorija. (Duhem 1985: 64–70)

2.2. Misaoni eksperiment

Imaginacija je ključni faktor procesa znanstvenog istraživanja. Ona je na djelu od postavljanja znanstvene hipoteze, na osnovi koje se smišlja odgovarajući eksperiment, pa do izvođenja samog eksperimenta. Ali, podsjetimo da osim stvarnih eksperimenata postoje i tzv. misaoni eksperimenti.⁹⁷ Njihova uloga u znanosti je velika. Suština misaonog eksperimenta je u tome da se zamisli određena situacija i da se izvedu moguće konsekvencije iz ovakvog stanja stvari, kao i da se eventualno pretpostavi suprotna situacija i posljedice koje u tom slučaju mogu uslijediti.⁹⁸

U razdoblju od antike pa do novog vijeka razlika između realnih i imaginarnih eksperimenata nije bila posebno naglašena. Tek od XVII. st. postaje presudno da eksperiment mora biti konkretno i do kraja proveden. Tok izvođenja eksperimenta mora demonstrirati njegovu dokaznu snagu. Rezultati eksperimenta moraju biti ponovljivi, provjerljivi, očigledni, dostupni i javni.⁹⁹

Međutim, ima eksperimenata koji se ni u principu ne mogu izvesti. Na primjer, zamislimo eksperiment koji zahtijeva da u svemiru postoji samo jedno jedino tijelo. Tu se podrazumijeva uklanjanje svih ostalih tijela, što je načelno neizvodljivo. Mada nije moguće izvesti takav eksperiment, moguće je zamisliti njegov tok i izvođenje. Dakle, to su eksperimenti koji se izvode samo u mislima, u glavi. S druge strane, možda je u principu moguće izvesti neki eksperiment, ali na danom stupnju tehnološkog razvoja to još nije izvodljivo te se i u tim slučajevima pribjegava misaonom eksperimentu.¹⁰⁰

Misaoni eksperimenti su poznati još od antike, od pitagorejca Arhite (iz V.-IV. st. pr. n.e.) pa do danas, ali su posebno važni u modernoj fizici. Slavni su misaoni eksperimenti Galileja, Newtona, Maxwella, Einsteina, Heisenberga, Schrödingera i drugih fizičara. Nastajanje temeljnih teorija suvremene fizike, teorije relativnosti i kvantne mehanike prožeto je nizom misaonih eksperimenata. Ovi su pak, naglasimo to još jednom, od početka do kraja stvar imaginacije. Drugo je pitanje u kojoj mjeri tako zamišljeni eksperimenti reproduciraju stvarne procese ili pojave u prirodi, odnosno koliko unapređuju naše znanje o prirodi, u što ovdje ne možemo ulaziti.

97 Hans Christian Ørsted, danski fizičar i kemičar, prvi je upotrijebio latinsko-njemačku kovanicu *Gedankenexperiment* (1812.). Mnogo kasnije, Ernst Mach je, uspoređujući misaono (imaginarno) i realno izvođenje istog eksperimenata, zahtijevao od svojih studenata da mu adekvatno objasne razlike u rezultatima (ako se pojave) realnog, fizičkog eksperimenta u odnosu na prethodno izveden misaoni eksperiment. Engleski termin *thought experiment* je kasnije nastao, pri prijevodu Machovih spisa na engleski jezik.

98 U prilikama u kojima se pojavljuju kontradiktornosti i apsurdnosti nakon ovih pretpostavljenih suprotnih okolnosti očito je da misaoni eksperimenti, kroz zamišljanje problemske situacije, često potvrđuju ograničenost i osobenost trenutnih teorijskih konceptualizacija stvarnosti i predočavaju granice naših misaonih modela svijeta.

99 Budući da su eksperimenti koji se danas izvode prilično skupi i komplicirani teško je organizirati njihovo ponavljanje. Transparentnost, na kojoj se zasniva objektivnost i istinitost dobivenih podataka, nije u ovakvim uvjetima uvijek omogućena.

100 Galilej je, da bi dokazao zakon slobodnog padanja, pribjegao misaonom eksperimentu. Tek je Evangelista Torricelli uspio u uvjetima vakuuma provjeriti njegov zakon. U povijesti znanosti je čuvena razmjena argumenata misaonih eksperimenata Newtona i Leibniza. Newton je misaonim eksperimentom dokazivao postojanje apsolutnog prostora, a Leibniz njegovo nepostojanje.

3. Znanost, eksperiment, mit

Kuhnov stav da u razdoblju kad vrijedi normalna znanost, u kojem dominira jedna paradigma, znanost zadobiva dogmatski karakter, Paul Feyerabend proširuje na sliku cjelokupne prirode znanosti govoreći da je dogmatizam suštinska karakteristika znanosti i da ona ne bi mogla postojati, takva kakva jest, bez te svoje osobitosti. (Feyerabend 1987: 291)

Znanost je najagresivnija i najdogmatskija religiozna institucija, reći će Feyerabend. Po njegovom uvjerenju, ona je samo jedna od mogućih formi mišljenja, nikako najbolja ili najracionalnija. Razlog zbog kojeg se ona čini superiornom je u tome što njene stavove i interpretativne obrade iskustva podržava ideologija koja stoji u njenoj osnovi i što su je u prošlosti mnogi prihvaćali a da nisu preispitali njena polazišta i pretpostavke. Znanost je nadvladala konkurentske oblike mišljenja, a da pri tom nije dala uvjerljive dokaze o svojoj vrijednosti. Vladavina moderne znanosti nad njenim protivnicima rezultat je dominacije *sile*, a ne argumenta. Stoga, kao što se u prošlosti desilo odvajanje crkve od države, tako je potrebno odvojiti znanost od države. (Feyerabend 1987: 287–288)

Stanovište da bi se znanost trebala rukovoditi metodološkim pravilima je pogubno jer previđa složene fizičke i povijesne uzroke koji uvjetuju znanstvenu promjenu. Sva metodološka pravila imaju svoja ograničenja i pogrešno je zastupati ideju o njihovoj sveopćoj vrijednosti. Njegujući uniformnost mišljenja, znanstveno znanje je danas mnogo bliže religijskom vjerovanju nego što se u znanstvenim krugovima i među filozofima znanosti to želi priznati, tvrdi Feyerabend. Znanost i mit su mnogo sličniji nego što se pretpostavlja. Razlike su uzgredne i lokalne i lako se mogu promijeniti u sličnosti. Značajne diskrepancije koje se mogu uočiti tiču se različitih namjera, a ne drugačijih metoda znanosti i mita. Želeći istaknuti sličnost mita i znanosti, on analizira studiju Robina Hortona „Afrička tradicionalna misao i zapadna nauka” i dijeli njegov zaključak da su znanost i mit slični po tome što nastoje izgraditi teorijske konstrukcije na širim osnovama od onih na kojima se nalaze zdravorazumska objašnjenja. Međutim, on odbacuje Hortonovo mišljenje da se znanost i mit formiraju na različitim načelima, da mit nije zasnovan na refleksiji i spekulaciji i da ima samo pragmatičnu ulogu. Feyerabend tvrdi da je u znanosti, kao i u mitu, skepticizam minimalan i da nije usmjeren na temeljna vjerovanja koja se, u ovim sistemima, smatraju neprikosnovenim. I za znanost, kao i za mit je karakteristično odbacivanje, ignoriranje i negiranje mogućih pobijajućih konkurentskih učenja i ideja. (Feyerabend 1987: 289–290)

Michael Polanyi u tekstu „Naučna država: njena politička i ekonomska teorija” sugerira kako je način organiziranja znanstvene zajednice sličan obliku organiziranja političkih grupacija. Znanstvenu državu čine istraživači i znanstvenici. U nastojanju da riješe određene probleme, oni međusobno surađuju. Doprinosi svakog od njih, pojedinačna otkrića i uspjesi, važni su za napredovanje i tok rada svih ostalih znanstvenika, jer se u skladu s provjerenim i potvrđenim rezultatima usmjeravaju i organiziraju daljnji napori i pothvati. Ako bi informacije o dostignućima prestale biti javno dostupne, to bi dovelo do zastoja u razvoju znanosti. Sve to navodi na zaključak da se aktivnosti znanstvenika spontano koordiniraju i usklađuju. *Polanyi* takav način suradnje naziva *koordinacijom međusobno usklađenih nezavisnih napora*. Svaki znanstvenik radi samostalno i samoinicijativno,

ali svoja dostignuća nadovezuje i usklađuje s prethodnim rezultatima i ostvarenjima. Za znanost je karakteristična metoda vjerovanja, ne metoda sumnje. Pri tome važnu ulogu igra ne samo autoritet znanstvenog mišljenja nad laicima (kroz kontrolu sustava obrazovanja, izdavanje udžbenika, časopisa i tekstova koji prezentiraju znanstvene rezultate), nego i autoritet pojedinih istaknutih znanstvenika nad svojim kolegama. (*Polanyi* 1988: 249–255)

Ako se pogledaju udžbenički prikazi povijesti znanosti, pojedine epizode ili prijelomni momenti u povijesti su idealizirani. Često se sadržaji iz povijesti znanosti predstavljaju kao legendarne epizode u kojima se veliča herojstvo i slobodarski duh znanstvenika pa pojedini segmenti iz povijesti zadobivaju aureolu i mitski idealiziranu sliku. Boris Kožnjak navodi i razmatra ozbiljne indicije, i povijesnu građu koja ide tome u prilog, da stvarna povijest nije išla onim tokom kojim se stvari pripovijedaju i prikazuju u povodu tri događaja u povijest znanosti – Galilejev eksperiment s tijelima u slobodnom padu, Michelson-Morleyjev eksperiment s eterom, i Youngov i Foucaultov eksperiment sa svjetlošću. Na osnovi analize spomenutih situacija on zaključuje kako između mita i znanosti ima podosta sličnosti i podudarnosti. Pripovijedanje o ovim događajima u povijesti znanosti je znatno uljepšano, pojednostavljeno i idealizirano. Ovakva slika povijesti znanosti predstavlja idealtipsko prikazivanje, a ne stanje stvari koje odgovara realnim povijesnim činjenicama i događajima. Budući da je struktura mita u biti dogmatska i da mit nema samo funkciju idealiziranja prošlosti nego i pružanja modela za buduće aktivnosti, idealiziranjem epizoda iz povijesti u većoj mjeri otvaramo prostor za dogmatsko promatranje i prosuđivanje suvremenih znanstvenih istraživanja i eksperimenata. (Kožnjak 2013: 33–47)

Stavovi o sličnosti znanosti i mita se odnose i na eksperiment kao suštinski dio metode moderne znanosti. Postpozitivistička filozofija je dovela u pitanje status eksperimenta koji je u logičkom pozitivizmu bio najznačajniji put dolaska do znanja. Stanovište da distinkcija opažajno/teorijsko nije oštra ugrozila je status empirijskog svjedočanstva, a time je posredno utjecala na vrijednost eksperimenta i eksperimentalnih rezultata za formuliranje i testiranje teorija. Vrhunac relativiziranja uloge eksperimenta i pouzdanosti eksperimentalno dobivenih podataka je uvjerenje da se u laboratorijskim uvjetima pojave ne ispituju nego stvaraju i konstruiraju.¹⁰¹ Iako se priznaje utjecaj instrumenata na dobivene podatke, pri eksperimentalnim provjerama moguće je razdvojiti dobivene podatke od mogućih odstupanja i pogrešaka. Osamdesetih godina XX. st. pojavio se pokret nazvan *novi eksperimentalizam* osmišljen s ciljem da se vrati vrijednost i povjerenje koje je eksperiment nekada imao u znanosti. (vidjeti: Kožnjak 2013)

101 Ovdje po strani ostavljamo raspravu o konstruktivističkoj prirodi znanja, o tome da su teorije pa čak i činjenice stvar kreacije i konstrukcije u znanstvenim krugovima i laboratorijima. Rasprava o konstruktivističkoj prirodi znanstvenog znanja samo uzgredno ističe kreativnu i stvaralačku poziciju znanstvenika i istraživača, a u biti stavlja naglasak na konstruiranoj i uvjetovanoj, a time i proizvoljnoj prirodi znanja. Spomenut ćemo samo nekoliko djela koja se bave ovom tematikom. Bruno Latour i Steve Woolgar u svom djelu *Laboratorijski život: Konstrukcija znanstvenih činjenica* [*Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*] iznose i obrazlažu tezu da se u laboratorijima pojave ne otkrivaju nego izmišljaju i konstruiraju. (vidjeti: Latour, Woolgar, 1986). Sličnu tezu iznosi i Andrew Pickering u knjizi *Konstrukcija kvarkova* [*Constructing Quarks*], kao i Goodman u djelu *Načini stvaranja svijeta* [*Ways of Worldmaking*] koji tvrdi da se činjenice ne pronalaze, nego konstruiraju i fabriciraju. (Goodman 2014: 99–214). Peter Galison u knjizi *Kako se eksperimenti završavaju* [*How Experiments End*] naglašava da nas instrumenti mogu do te mjere varati da nam prikazuju i predočavaju pojave koje realno ne postoje. (vidjeti: Galison 1987)

Ovdje bih, na kraju, željela upozoriti na okolnost da se sve empirijske znanosti vezuju za posebnu vrstu iskustva – to je ponovljivo i u tom smislu intersubjektivno provjerljivo, što će reći objektivno iskustvo. U takvo iskustvo spada, razumije se, i eksperiment. Postoje, međutim, i neponovljiva i u tom smislu neprovjerljiva iskustva, kao što su ona u religiji, umjetnosti i slično, koja u tom smislu ostaju izvan interesa empirijske znanosti. Nije li ovo ograničavanje znanosti na ponovljiva i provjerljiva iskustva također dio jedne mitologije?

Literatura:

- Duhem, P., „Fizikalna teorija i eksperiment”, u: Sesardić, N. (prir.), *Filozofija nauke*, Nolit, Beograd 1985., 61–98.
- Feyerabend, P., *Protiv metode*, Veselin Masleša, Sarajevo 1987.
- Galison, P., *How Experiments End*, University of Chicago Press, Chicago 1987.
- Goodman, N., *Fact, Fiction and Forecast*, Bobbs–Merrill, Indianapolis 1955.
- Goodman, N., *Načini stvaranja sveta*, Mediterran Publishing, Novi Sad 2014.
- Hempel, K., *Filozofija prirodnih nauka*, Plato, Beograd 1997.
- Jokić, A., *Aspekti naučnog otkrića*, FDS, Beograd 1996.
- Kožnjak, B., *Eksperiment i filozofija*, KruZak, Zagreb 2013.
- Lakatos, I., „Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes”, in Lakatos, I., Musgrave, A., (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press, Cambridge 1970., 91–195.
- Latour, B., Woolgar S., *Laboratory life: The Construction of Scientific Facts*, Princeton University Press, New Jersey 1986.
- Laudan, L., *Progres i njegovi problemi. Ka jednoj teoriji naučnog rasta*, Institut za filozofiju Filozofskog fakulteta u Beogradu, Beograd 2001.
- Pickering, A., *Constructing Quarks*, University of Chicago Press, Chicago 1984.
- Polanyi, M., *Personal Knowledge*, Routledge & Kegan Paul, London 1958.
- Polanyi, M., *The Tacit Dimension*, Doubleday, New York 1966.

Polanyi, M., „The Creative Imagination”, in Dutton, D., (ed), *The Concept of Creativity in Science and Art*, The Hague, Nijhoff 1981., 91–108.

Polanyi, M., „Naučna država: njena politička i ekonomska teorija”, u: Gligorov, V., *Kritika kolektivizma*, Filip Višnjić, Beograd 1988., 249–267.

Popper, K., *Logika naučnog otkrića*, Nolit, Beograd 1973.

Reichenbach, H., *Experience and Prediction*, University of Chicago Press, Chicago 1952.

Experiment, Imagination, Myth

Abstract

This paper is an attempt to connect experiment, imagination and myth, in three steps. The first step talks about the creativity, imagination of science, having in mind the crucial role of imagination when setting up scientific hypothesis. The second step analyzes the relationship between the experiment and imagination, i.e. the importance of imagination in conceiving and constructing the experiment. Natural sciences of today perform some incredibly complex experiments, however, in situations where the experiments cannot be done, the process can be created and simulated using modern mediums, such as computers. Apart from the nature of real experiments, the problem of thought experiments is looked into. The third step is concerned with the relationship of science and mythology, i.e. the idea of science as myth, including the relationship of experiment and myth.

Key words: *experiment, imagination, science, myth, thought experiments, hypothesis, computer technology.*