

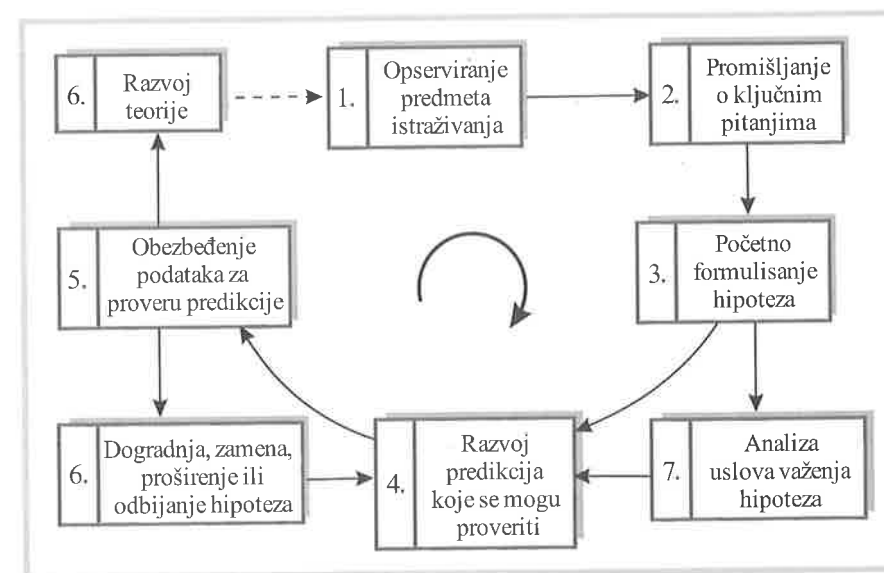
Kao primer interdisciplinarnosti nauke o kvalitetu, navodi se grupisanje radova iz časopisa *International Journal for Quality Research* po naučnim disciplinama u 2014. godini, prema analizi *Index Copernicus* i *SCOPUS*, gde su radovi grupisani u 17 različitih oblasti i to:

1. *Decision Science* (49.5%),
2. *Engineering* (23.8%),
3. *Business Management* (19.8%),
4. *Computer Science* (13.9%),
5. *Social Sciences* (6.9%),
6. *Mathematics* (5.4%),
7. *Environmental Science* (3.5%),
8. *Economics, Econometrics, and Finance* (3%),
9. *Agricultural and Biological Sciences* (2.5%),
10. *Biochemistry, genetics and Molecular Biology* (2%),
11. *Material Science* (2%),
12. *Chemical Engineering* (2.5),
13. *Medicine* (1.5%),
14. *Arts and Humanitics* (1%),
15. *Chemistry* (1%),
16. *Energy* (1%),
17. *Physics and astronomy* (0.5%).

Slične napomene odnose se i na ostale časopise iz oblasti kvaliteta, stim što je različit udeo drugih naučnih disciplina, zavisno od opsega časopisa (engl. scope).

## 2.3 NAUČNE METODE

Postoji veliki broj različitih definicija naučnih metoda. Prema *Oxford English Dictionary* (1993) to je "method or procedure that has characterized natural science since the 17th century, consisting in sistematic observation measurement, and experiment, and the formulation, testing, and modification of hypotheses". U ovoj definiciji naučni metod se posmatra kao proces, prikazan na slici 2.5.



Slika 2.5. Koraci u procesu: naučni metod

Prvi korak je opserviranje predmeta istraživanja, koji može biti realan sistem ili predmet istraživanja. Pri tome se postavljaju pitanja:

- šta je problem,
- kako on izgleda iz ugla raspoložive literature, iskustva, mišljenja,
- koliko je značajan,
- koje su karakteristike problema itd.

U drugom koraku postavljaju se pitanja vezana za moguće uzroke problema, kada, kako, gde nastaju. Ova istraživačka pitanja imaju širu i užu listu, koja se formira za predloženi domen istraživanja, odnosno namenu istraživača (cilj istraživanja).

U *trećem koraku* formulišu se hipoteze na osnovu ocene najznačajnijih uzroka ispitivanog fenomena. Hipoteza je ograničeni stav u pogledu uzroka i efekata ponašanja posmatranog predmeta istraživanja. Ovaj iskaz zavisi od prethodnog znanja i iskustva istraživača. U *poglavlju 2.5.3* opisan je detaljno postupak formulisanja hipoteza.

U *četvrtom koraku* vrši se razvoj predikcije koje se mogu proveriti, a koje su vezane za hipoteze, postavljanjem pitanja: "ako je hipoteza korektna, onda očekuje se da: (1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_ itd.". Za svaki istraživani problem predikcije su različite i vrlo važne jer mogu voditi proces u pogrešnom smeru. Predikcije upućuju na dizajn eksperimenta ili neku od ranije opisanih metoda.

U *petom koraku* obezbeđuju se podaci za eksperiment i vrši testiranje predikcije, bilo statističkim, eksperimentalnim ili drugim postupcima. Rezultati testiranja predikcija ukazuju na dalji postupak sa hipotezama.

U *šestom koraku* analizira se dalji postupak sa hipotezama, u procesu njihovog prihvatanja, dogradnje, zamene drugim, proširenja postojećih ili odbacivanja.

Ako se hipoteza prihvati, ona postaje osnova za razvoj nove teorije (*korak 6*), što je detaljno objašnjeno u *poglavlju 2.4.4*. U ostalim slučajevima, proces se vraća na *korak 4*.

Za razvoj predikcija zahteva i analizu uslova važenja hipoteza (opšte, delimično, posebno važenje u određenim uslovima fenomena), postupak se odvija u okviru *koraka 4*.

Na kraju treba naglasiti da je ovaj proces stalan i nova teorija nije kraj ovog procesa. Istraživač može proceniti da postoji naučni problem i u teoriji i ponovo započeti proces razvoja naučnih znanja (relacija između *koraka 6 i 1*).

### 2.3.1 Naučno objašnjenje, uzročnost i zakonitost

Kao što je prethodno konstatovano, nauka pruža jedan od odgovora za razumevanje sveta. Ona teži da objektivno istraži stvarnost, ponudi objašnjenje uzroka pojava u svetu i, ako je moguće, utvrdi zakone pod kojima se pojave dešavaju, pa stoga naučni zakoni predstavljaju centralno pitanje svake nauke.

Polaz za razumevanje naučnog objašnjenja je stav logičkih pozitivista, koji se oslanjaju na znanja savremene matematičke logike, empirijske epistemologije i metoda prirodnih nauka.

U opštem slučaju pozitivisti su utvrdili pozitivističku teoriju saznanja samo ako je isto povezano sa iskustvom i ako se logičkim putem može potvrditi njegova istinitost. Na kraju, novo saznanje se mora dokazati u praksi. Ova istinitost se može iskazati i matematičkim putem, što je ideal svake nauke. Međutim, u mnogim naukama to je teško postići zbog velike složenosti problema, brzih promena i neizvesnosti. Zato se koristi pojam *necessary truths* neophodne istine. Definicije postaju sve više konvencije, iskazi o logičkim uzrocima koji su podložni arbitraži kako se koriste određeni simboli.

S obzirom da filozofi ne koriste eksperiment i posmatranje, oni nemaju ovu vrstu organizacija koje se često razlikuju od pozitivističkih. Centralno pitanje i dalje ostaje: šta su naučno objašnjenje, naučni zakon i naučna teorija.

Naučno objašnjenje podrazumeva da se utvrde uzroci koji pod direktnim inicijalnim uslovima prouzrokuju određenu pojavu ili događaj. Tako npr. u slučaju *Bojl-Mariotovog zakona*

$$P \cdot V = r \cdot T$$

za idealni gas (inicijalni uslov), proizvod pritiska ( $P$ ) i zapremine ( $V$ ) jednak je proizvodu konstante  $r$  i apsolutne temperature  $T$ . Ovaj zakon nastao je na osnovu velikog niza eksperimenata u kojima su nezavisne veličine  $P$ ,  $V$  i  $T$ . Naučno objašnjenje ove pojave je da za stišljive fluide može se povećati pritisak a da se u istom odnosu smanji zapremina, pri čemu temperatura ostaje konstantna. Na taj način utvrđena je uzročnost, a kasnije zakonitost za idealan gas. Kasnije je ovaj zakon dograđivan i za različite fluide i druge uslove, utvrđene su varijacije ovog zakona, primenljivog u praksi.

Na taj način, polazeći od teorije fluida na osnovu korpuskularne teorije ugrađene u materijalističku paradigmu prirode, primenom logičkog pozitivizma utvrđena je uzročnost i zakonitost u ovoj oblasti. Prema *Stojadinović D. (2003)*, "zakoni predstavljaju unutrašnje veze zavisnosti i međusobne uslovljenosti, koje objektivno i nužno, nezavisno od volje ljudi, određuju suštinu pojava i procesa u prirodi i društvu". To znači da se zakoni zasnivaju na određenom kauzalnom (uzročno-posledičnom) odnosu.

Postojanje veze između njih ukazuje da se promenom jedne pojave ili procesa, nužno menja jedna ili više njih, i što je najvažnije, to se može egzaktno utvrditi i verifikovati.

Treba istaći da nauka ne stvara zakone, već ih otkriva korišćenjem odgovarajuće naučne metodologije. Put je sledeći:

- polazi se od opšteg stava izraženog hipotezom,
- primenom metoda kvantitavnih i kvalitativnih istraživanja hipoteza se proverava,
- ako se hipoteza potvrdi, ona se pretvara u zakon.

Da bi se ovaj opšti put generisanja zakona ostvario, moraju se apstrahovati neki odnosi i procesi, da bi se pažnja istraživača usmerila na glavni problem.

Stoga su oni uglavnom ograničeni i važe u određenim uslovima. Tako npr. osnovni Njutnovi zakoni važe samo za uslove na zemljinoj kugli, a u svemiru podložni su promenama zbog drugačijeg uticaja okolnih planeta i zvezda.

Naučni zakoni čine jezgro svake naučne teorije, a preko teorije do određenog sistema, učenja, doktrine ili nove paradigme.

Pri generisanju zakona moguće su dve vrste grešaka:

1. zakon se poistovećuje sa predmetom na koji se odnosi, pri čemu se gubi subjektivno-saznajni aspekt saznanja,
2. zakoni se tretiraju kao proizvod razuma, čime se negira objektivna osnova svakog zakona.

Ove greške se mogu prevazići ako se u zakon ugrade spregnuta tri elementa:

1. objektivna saznanja o stvarnosti,
2. opšti logički stav o stvarnosti i
3. jezički izraz ili simbolička formula ove zavisnosti.

Najgel E., (1974) naučne zakone deli na:

- eksperimentalne i
- teorijske

i to sa aspekta mogućnosti opažanja ili neopažanja njihovog delovanja.

Prema opštosti važenja razlikuju se:

- univerzalni,
- opšti i
- posebni naučni zakoni.

Univerzalni zakoni važe za celokupnu objektivnu stvarnost, kao npr. zakoni u domenu dijalektike, logike, astrofizike itd. Opšti zakoni se odnose na grupu zajedničkih nauka, kao npr. zakoni termodinamike, mehanike fluida, mikroekonomije, kvaliteta, itd.

Posebni zakoni se odnose na posebne nauke ili naučne discipline (npr. zakoni ponude i tražnje, zakoni inženjerstva kvaliteta, zakoni produktivnosti itd.

Zakoni mogu biti deterministički ili probablistički. U prvom slučaju za svaku određenu kombinaciju uzroka (*explanandum*) tačno se može utvrditi vrednost posledice (*explanans*). U drugom slučaju, veličina posledice se utvrđuje sa određenom verovatnoćom, primenom određenih statističkih metoda i tehnika.

### 2.3.2 Struktura naučnih teorija o kvalitetu

Kada se u običnom životu kaže teorija pod tim se smatra nešto neutemeljeno, rezultat spekulacije, niz pretpostavki, koje nisu zasnovane na praksi. U nauci je sasvim suprotno: naučne teorije obuhvataju naučne zakone, metode, osnovne postavke i primenu.

U nauci se smatra da se do teorija može doći na različite načine. Za svaki od ovih načina karakterističan je odnos šta je primarno: posebni fenomeni koje treba objasniti ili prethodna znanja ugrađena u koncepte, filozofske doktrine itd. Ovaj odnos je bio predmet velikih "ratova" naučnika, pa je kao rezultat borbe realizma i antirealizma, nastao veliki broj pokušaja definisanja metafizike naučnih teorija. Prema *Rosenberg-u* (2005), razlikuju se:

- logički (hipotetički) deduktivizam (aksiomatski),
- logički empirizam,
- naučni realizam,
- instrumentalizam,
- konstruktivni empirizam i
- modeli kao teorije.

Teorije zasnovane na logičkom deduktivizmu (aksiomatske teorije) polaze od unapred utvrđenih aksioma koji se ne dokazuju, a koji su rezultat kolektivnog znanja čovečanstva. Tako npr. u *Euklidovoj* geometriji ne dokazuje se paralelnost dve prave linije, ona jednostavno postoji kao mogućnost. Isto tako, kosmološke teorije su bile aksiomatske i pod uticajem crkve, Zemlja je bila centar svemira. Mnoge nauke su zasnovane na ovoj vrsti teorija, a posebno matematika i fizika. Nova saznanja proizilaze dedukcijom iz prethodno izabranih, ali prihvaćenih aksioma. Postavlja se pitanje kakva je istinitost aksioma i koliko su univerzalni za dalje korišćenje u praksi. *Njutn* je postavio tri osnovna zakona mehanike pretpostavljajući korpuskularnu prirodu materije, ali je u zakon gravitacije uvrstio gravitacionu konstantu, koja je u tom trenutku bila spekulativna kategorija i tek kasnije merenjem precizno potvrđena. Isto pitanje se odnosi i na pojam mase, brzine i ubrzanja. Dakle, postoji problem pojmova i naziva, koji moraju da odražavaju prirodu pojave koja se "unositi" u teoriju. Tako se u metafiziku pojava polako ali sve više "uvlači" sintaksa, semantika i semiologija, odnosno ontologija problema.

Empirijski pristup je potpuno suprotan. Polazi se od realne stvarnosti i kroz eksperimente, vođene pomoću hipoteza, dolazi do informacija koje treba da potvrde ili opovrgnu eksperiment. U postavljanju hipoteza istraživači se pozivaju na važeće teorije i proveravaju iste u određenim uslovima. Rezultati provere mogu dovesti do napuštanja "starih" teorija, njihove dogradnje ili stvaranja novih teorija.

U konceptu logičkog empirizma se objekti koji se ne mogu observirati povezuju sa onim koji se mogu observirati i na taj način izbegava spekulativni karakter teorije. Početkom 20-og veka to je ostvarivano postupkom verifikacije pomoću kojeg su se potvrđivale i opovrgavale početne postavke. Problem je u tome što se time ne objašnjava pojava, već samo utvrđuje njena tačnost i, kasnije, pouzdanost rezultata.

U konceptu naučnog realizma polazi se od činjenica i sa rastom činjenica (informacija/znanja) raste moć predikcije i teorije se unapređuju u pogledu tačnosti i pouzdanosti predikcije. U tom konceptu veliki značaj ima teorija eksperimenata, koja polazi od logike:

1. ako postoji  $P$ ,
2. najbolje objašnjenje pojave  $P$  je da je  $Q$  istinito,
3.  $Q$  je istinito.

sledi:

Na taj način se dolazi do približno najboljeg objašnjenja (engl. *inference to the best explanation*).

Instrumentalizam je alternativa naučnom realizmu jer posmatra naučne teorije kao instrument, heuristički uređaj ili alat za organizovanje našeg znanja o pojavi. Na ovaj način, koncept se vraća na koncept filozofa empiriste *Berklija*. Između dva prethodna koncepta postoje razlike, u osnovi je razlika u polazu, ali ukupan rezultat je približno isti - novi sistem znanja u koji su ugrađene teorije i empirija.

Ovaj pristup, koji miri prethodna dva koncepta, naziva se konstruktivni empirizam, čiji se rodonačelnik *Bas van Fraassen*.

Naučne teorije mogu imati oblik modela, u kojima se definiše struktura, način funkcionisanja, varijable, relacije i performanse. Modeli mogu biti izomorfni, homomorfni itd. U osnovi, predikcija ponašanja realnog sistema utvrđuje se na osnovu ponašanja modela, u koje je ugrađena određena bazna teorija. Rezultati modeliranja mogu dovesti do stvaranja nove teorije i proširenja/odbacivanja postojeće teorije.

Prema *Crover C. (2002)* struktura naučnih teorija, baziranih na logičkom pozitivizmu (empirizmu), obuhvata:

- logički i vanlogički rečnik,
- pravila korespondencije i razdvajanje teorije i observacije,
- zakone prirode, koji moraju biti: (1) logički kontigentni, (2) tačni bez izuzetaka, (3) univerzalni i (4) neograničeni,
- teoriju izgradnje, teoriju promena i derivacioni redukcionizam.

Na osnovu kritike ove teorije *ORV (Once Received View)*, u teoriju se mora uključiti:

- struktura,
- dinamika i
- naglasak na prirodnim zakonima koji nije uvek poželjan.

Naučne teorije u obliku modela postale su predmet daljeg modeliranja, tako da se koristi izraz "*Model Model (MM)*" naučnih teorija ili meta model naučnih teorija. Drugim rečima, *MM* nudi manje restriktivni okvir za predstavljanje neformalnih znanja od klasičnih teorija, kroz:

- razlikovanje teorija i modela,
- posmatranje teorija kao vanlingvističkih struktura,
- apstrakcije i idealizacije,
- odnose *MM*, teorija i prirodnih zakona,
- odnose *MM* i neformalnih struktura naučnih teorija.

Povezivanje teorija i modela je u sledećem:

1. teorije definišu apstraktan ili idealni sistem,
2. modeli su strukture koje zadovoljavaju specifikacije ili definicije (abstraktni sistem je model teorije)
3. modeli su više ili manje slični realnom sistemu (homomorfni) i mogu se koristiti za predikciju ponašanja realnog sistema, ako je ovaj dovoljno blizak modelu.

Posle preispitivanja ovih pogleda na teorije, *Crover* je predložio *mehanističke teorije* da bi ilustrovao značaj neformalnih okolnosti za razumevanje naučnih teorija i njihovog korišćenja. Naglasak je na postupku izgradnje teorija i načinima za objašnjenje rezultata primene teorija.

U ovom konceptu su:

- mehanizmi: entiteti i aktivnosti, koji su organizovani tako da ostvaruju regularne promene pri datim uslovima, do njihovog ukidanja,
- entiteti su objekti u mehanizmu, koji se opisuju kao imenice u rečniku,
- aktivnosti su entiteti koji ostvaruju radnju, pa se predstavljaju glagolima u rečniku ili označavaju strelicama,
- svi zajedno su organizovani tako da omogućuju ponašanje mehanizma kao celine (to je ugrađeno u procesni pristup u nauci o kvalitetu).

Razlikuju se:

- aktivna organizacija u mehanizmu, koju čine aktivnosti i interakcije (*excitatory and inhibitory*),

- prostorna organizacija, koju čine lokacije, oblici, veličine, orijentacije, korekcije i granice entiteta u mehanizmu i
- temporalna organizacija, koja obuhvata naloge, odnose, trajanje i frekvence aktivnosti.

Na ovaj način mehanistička teorija je bliska teoriji mehanizma, sa više nivoa upravljanja uz veliki broj varijeteta mehanizama.

Šuljagić Đ. (2005) smatra, polazeći od poznatog dela Nortropa (*Logika prirodnih i društvenih nauka*), da se posmatraju činjenice preko već stvorenih pojmova i teorija. Na taj način opservacija uključuje opservaciju. Isti skup činjenica ili podataka može se objasniti pomoću različitih teorija. Činjenice su identifikovane, one postoje, ali njihovo značenje daje teorija. Noam Čomski (1994) smatra da "ne postoji neposredni put od datih podataka do razumljivih podataka".

Iz prethodnog se mogu razdvojiti različite funkcije teorije u naučnom istraživanju:

- orijentaciona, jer je vodič za dalja istraživanja,
- povezivanje pojedinačnih empirijskih generalizacija ili zakona u logički neprotivurečan sistem,
- objašnjenje empirijskih generalizacija ili zakona,
- proveravanje empirijskih generalizacija ili zakona,
- predviđanje pojava i zakona,
- teorija kao inspiracija za delanje,
- teorija nudi jasne definicije osnovnih pojmova (npr. rečnik kvaliteta).

Teorija se odnosi na sadržaj izvan nje i to joj daje objektivni karakter. Ona je delom iskustvena, a delom nadiskustvena. Teorije mogu biti smislene nezavisno od činjenica (npr. seoba duša), ali njihova istinitost se proverava činjenicama. One pokrivaju opažene, ali i neopažene činjenice iste vrste. Zato Bunge (1967) ističe "No theory, no science".

### 2.3.3 Epistemologija u naučnim teorijama

Epistemološki rat, vezan za naučne teorije, započeo je naučnom revolucijom u Evropi, sa radovima Kopernika, Keplera, Njutna, Bojla. U 17-om veku započela je debata Loka, Berklija i Hjuma u oblasti epistemologije - nauke o saznanju. Lok je bio pristalica empirizma ("Nothing is in the mind that was not first in the senses"). Ali on je bio i realist, jer je razlikovao materijalnu supstancu, njena svojstva sa jedne strane, i senzorne kvalitete boja, teksture, mirisa ili ukusa, koja se materija sadrži sa druge strane. Dakle, već tada pojam kvaliteta se odnosi na svojstva materije.

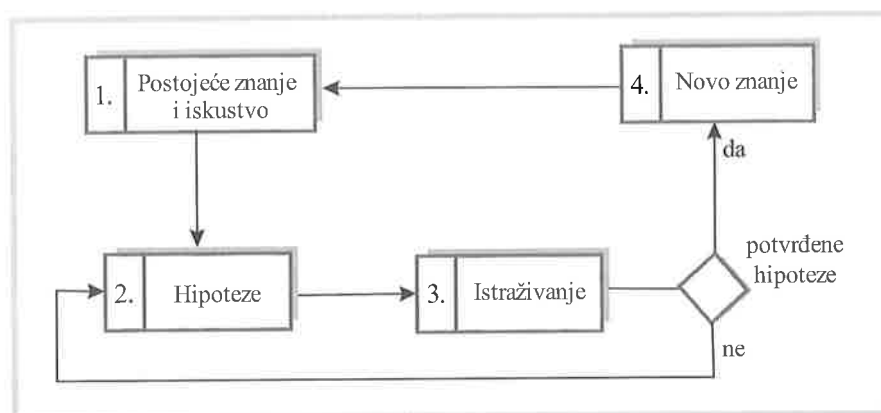
Na ovaj način saznajni domen je sužen, što je prepoznao Berkli, koji je smatrao da određena znanja o postojanju materija ili njenih svojstava postoje samo u mozgu. On je smatrao da postoji par senzorskih i nesenzorskih svojstava. Prilagodio je teoriju jezika za označavanje senzornih kvaliteta. Na taj način on je utvrdio da reči označavaju senzorne ideje i tako se priključio instrumentalizmu.

Hjum nije prihvatio Berklijev radikalni instrumentalizam i pokušao je da objasni problem. Naime, postoje samo dva načina da se potvrdi zaključak: (1) deduktivni argument koji sledi logički iz premisa i (2) induktivni u kojem premise podržavaju zaključak, ali ga ne garantuju. U prvom slučaju smatra se da premise "sadrže" zaključak, dok u drugom slučaju se saznanje kreće od pojedinačnog do opšteg. Nedovoljna snaga induktivnog puta je bila osnova za novi skepticizam. Džon Stjuart Mil je u 19-om veku, a kasnije i drugi filozofi u 20-om veku, pokušao da ugradi pozitivistički argument.

Pozitivisti su razrađivali različite strategije za objašnjavanje kako se od podataka dolazi do hipoteza. Rešenje je u učenju iz iskustva, što znači empirizam, što dovodi do rešenja Hjumovog problema. Ovo rešenje problema je vrlo važno jer u nauci o kvalitetu je dominantno. Na osnovu iskustva istraživača ili referentne literature, poznavanja problema istraživanja, formiraju se početne hipoteze, koje se proveravaju u istraživanju. Potvrđene hipoteze postaju nova empirija, raspoloživa za dalja istraživanja (slika 2.6). Ovaj epistemološki pristup postao je i osnova za testiranje naučnih saznanja. Sada se pruža mogućnost da se uvrste i nevidljive stvari, sile, svojstva, funkcije, kapaciteti itd. Na taj način se od senzorskih svojstava definisanih u empirizmu, može preći i na druga nevidljiva, ali za naučni problem važna svojstva. U nauci o kvalitetu to je iskazano početkom 20-og veka kada se od kvaliteta proizvoda, merenog opipljivim svojstvima, prešlo na merenje neopipljivih svojstava proizvoda, kao što su trajnost, pouzdanost itd.

Problemi u logičkom pozitivizmu su jezik i uporedivost merenja, odnosno, istraživanja. Neprecizno označavanje pojmova, može dovesti do pogrešnih zaključaka. Tako npr. ako se pouzdanost posmatra kao odnos broja sati u radu u odnosu na ukupan broj sati, dobija se jedan broj. Ali, ako je predmet istraživanja složen, npr. menjač, tada se razlikuje pouzdanost celog menjača i svake komponente menjača (zupčanika, vratila, klinova, ležišta, itd.). Ako se to jezički ne precizira, dolazi do greške u polazu, koja može uticati na početno znanje i na taj način proizvesti pogrešan eksperiment i znanja proizašla iz njega.

Uporedivost merenja zavisi od više faktora, što proučava naučna disciplina metrologija, koja je deo nauke o kvalitetu. Različitošću uslova merenja, za koje postoje ili ne postoje informacije u entitetu, tačnosti merenja, uporedivosti rezultata merenja, verifikacije i kalibracije mernih uređaja, dorade do grešaka, što se manifestuje u izlaznim rezultatima istraživanja.



Slika 2.6. Dominantan put logičkog pozitivizma u nauci o kvalitetu

U 20-om veku Karl Popper je smatrao da je Hjumov problem u stvari pseudo-problem. On je smatrao da se indukcijom ne može povećati poverenje u hipoteze. Zato je on predložio da naučnici treba da krenu obrnutim putem, da traže činjenice koje ih opovrgavaju. Na taj način prelazi se na deskripciju u pogledu hipoteza. Iako je bio svestan značaja eksperimenta, pa čak i onog kojim je dokazana Ajnštajnova opšta teorija relativnosti, i da će se tačnost merenja sve više povećavati, on je i dalje bio na stanovištu da to nije dokaz hipoteze.

Iz ovog problema on je izašao tako što je definisao izraz "corroboration". Naime, po njemu teorije nikad ne mogu biti potvrđene ali mogu biti "koroborirane" pomoću činjenica. Da li je to različito od potvrđivanja teorije?

Jedan od puteva za potvrđivanje teorije je primena teorije verovatnoće i matematičke statistike. Oni se zasnivaju na verovatnoći nekog događaja. U istraživanju može se definisati verovatnoća svake hipoteze i tako doći do njihove potvrde. Ako se  $p(h/b)$  definiše kao verovatnoća hipoteze  $h$ , uz pomoćnu hipotezu  $b$ , a  $p(h,e,b)$  kao verovatnoća od  $h$ ,  $b$  i eksperimentalnih opservacija  $e$ , tada se može usvojiti.

**Primer:**  $e$  je pozitivno evidentiranje hipoteze  $h$  samo i samo ako  $p(h,e,b) > p(h,b)$ . Na taj način ugrađuje se nivo znanja iz istraživanja.

U matematičkoj statistici razvijeni su i softverski podržani različiti pristupi za potvrđivanje hipoteza. Svi oni zasnovani su na Bayes-ovoj teoremi, uslovne verovatnoće.

$$p(h/e) = \frac{p(e/h) \times p(b)}{p(e)}$$

Problem saznanja i ovde ostaje za diskusiju. Prvo, koje su to verovatnoće koje simbolizuje  $p$ , povezane sa metafizičkim pitanjem i koje su to činjenice na osnovu kojih se izvode verovatnoće. Sa druge strane je epistemološko pitanje ko, kako i koliko tačno potvrđuje vrednost verovatnoća.

Jedan od problema, koji je suprotavljen prethodnim, je "problem of old evidence". On polazi od toga da svaki pristup ili teorija važi za određene situacije i da je stoga ograničena, i ne potvrđuje nove hipoteze. Problem je u tome što za revolucionarne teorije nije dovoljno dobro malo "pomeranje" pomoću novih hipoteza, ali u okviru postojeće teorije. Za novu paradigmu, teorije moraju da izađu iz postojećeg epistemološkog okvira, da ne budu puko "fitovanje krivih". Istraživači imaju zadatak da za dati istraživački problem, cilj i predmet istraživanja, izaberu epistemološki pristup i ostvare novo znanje. Ovo znanje može biti u skladu sa postojećim (teorija konzistencije) ili ne, ako je revolucionarno novo. To zahteva postavljanje novih teorija i novog ciklusa unapređenja.

U konceptu postpozitivizma sredinom 20-og veka, čiji je predstavnik Kun, razlikovale su se teorijske od opservacionih karakteristika, ali to nije bilo značajno. On je zagovarao da naučna revolucija nastaje kad se jedna paradigma zameni drugom. U svakoj paradigmi uključeni su određeni epistemološki stavovi i teorije. Nastanak ovog pravca se odnosi na istraživačke programe, u smislu koliko doprinose promenama i koliko su racionalni u tome (Lakatoš).

Na kraju, treba istaći da Kunov subjektivizam u nauci nije dominantno prihvaćen, on ostaje i dalje kao i Hjumov problem indukcije. Ovaj problem se u nauci i dalje razmatra preko analize fundamentalnih pitanja filozofije.

### 2.3.4 Put od naučnog objašnjenja do metoda u nauci o kvalitetu

Metod ili metoda je pojam nastao od grčke reči *methodos*, koja znači ispitivanje, put ili način istraživanja. To je način otkrivanja istine misaonim putem, praktičnim postupcima ili kombinovano. Zbog svog značaja za svaku nauku, primena i unapređenje metoda je od fundamentalnog značaja za svaku nauku.

Naučni metodi se dele u tri grupe:

- metode zajedničke u svim naučnim oblastima i disciplinama (naučne metode u širem, logičkom smislu),
- metode koje se koriste u određenim naučnim oblastima i disciplinama (metode u užem tehničkom smislu) i
- kombinovane metode.

Prema drugoj podeli metode se dele na:

- opšte naučne metode,
- posebne metode grupe nauka (npr. društvenih), i
- pojedinačne (tehničke) metode (Stojadinović D., 2003, str. 141).

Metode slede iz vrste naučnog istraživanja, koja se mogu podeliti na:

- kvantitativna,
- kvalitativna i
- mešovita istraživanja.

Sa druge strane, paradigme istraživanja koriste različite ontologije, epistemologije i metodologije (tabela 2.2).

U ovoj podeli pozitivizam predstavlja usvojeni pogled i usmerenje zasnovano na stavu da je moguće dati objektivna objašnjenja stvarnog sveta, koje je i dalje prisutno posle četiri veka od nastanka istog. Osnovna premisa je da je svet jedan i istina o njemu ne zavisi od istraživača, ona je neizmenljiva i konačna. Pozitivizam stoga odbacuje metafiziku, a osnovni izvor znanja je čulno iskustvo. Naučno znanje se dobija opservacijama i eksperimentima, a podložno je verifikovanju. Apsolutna istinitost znanja odnosi se na empirijska, a ne teorijska znanja. Naučno znanje se kontinuirano menja dodavanjem novih znanja.

Postpozitivizam podrazumeva da se mogu dati samo delimično objektivna objašnjenja pojava u realnom svetu. U postpozitivizmu se smatra da postoji realna stvarnost nezavisna od istraživača, ali naša znanja o njoj nisu uvek istinita, pa je nauka nezamisliva bez metafizike.

Tabela 2.2. Karakteristike alternativnih paradigmi istraživanja (Ristić Ž., 2011, str.52)

	Pozitivizam	Post-pozitivizam	Kritička teorija	Konstruktivizam
Ontologija	Naučni realizam- "stvarna" realnost je shvatljiva	Kritički realizam- "stvarna" realnost postoji ali je nesavršena i probabilistički shvaćena	Istoriski realizam- postoji virtuelna stvarnost uređena tokom vremena	Realizam- lokalne i specifično dizajnirane i redizajnirane stvarnosti
Epistemo-logija	Dualistička/ objektivistička; nalazi (sudovi) su istiniti	Modifikovana dualistička/ objektivistička/ kritička tradicija; nalazi verovatno istiniti	Transakciono/ subjektivistička; vrednostno posređivani nalazi	Transakciono/ subjektivistička; kreirani nalazi
Metodologija	Eksperimentalna/ manipulativna; verifikacija hipoteza; uglavnom kvantitativni metodi	Modifikovana eksperimentalna / manipulativna; kritička hipoteza i uključivanje kvalitativnih metoda	Dijaloška/ dijalektička	Hermenetička/ dijalektička

U ovoj paradigmi podjednako se tretiraju teorijska i empirijska znanja, a svi naučni termini imaju teorijska značenja. Empirijske činjenice nisu nezavisne od teorije, već vrlo zavisne od teorije. U postpozitivizmu pridaje se velika važnost zajedničkim vrednostima koje dele članovi određene naučne zajednice. To je posebno izraženo u oblasti kvaliteta, preko principa kvaliteta, modela kvaliteta, teorija kvaliteta itd.

Konstruktivizam je nastao pod uticajem Kantove sinteze racionalizma i empirizma, pri čemu istraživač nema neposredni pristup realnoj stvarnosti, već znanje o njoj može ostvariti korišćenje unutrašnjih saznavnih kategorija. U ovoj paradigmi izvor znanja je razum, a teorijsko znanje je stečeno operacijama intelekta. Dakle, znanje stvaraju istraživači, ono nije određeno samom stvarnošću (npr. tamna materija u fizici).

Prema Piaget-u, tvorcu "genetičke eristemologije", znanje je aktivno, ono uključuje stvarnost u sistem transformacija, stvarajući više ili manje izomorfnu sliku stvarnosti.

Radikalni konstruktivizam zastupao je *Glaserfeld*, pod uticajem *Piaget*-a. Prema ovom shvatanju znanje ne odražava objektivnu ontološku stvarnost, već uređen sistem koji čovek dizajnira na osnovu iskustva. To je zasnovano na dva principa:

- znanje nije pasivno primljeno preko čula ili nekog drugog vida komunikacije, već je tvorevina istraživača,
- funkcija kognicije (saznavanja) je adaptivna i služi subjektivnoj organizaciji iskustva, a ne otkriću objektivne stvarnosti.

S obzirom da se poriče verifikacija znanja poređenjem sa stvarnošću postavlja se pitanje koje rešenje je bolje. Za to se koriste dva kriterijuma: koherencija i koncenzus.

Koherencija se odnosi na saglasnost između različitih kognitivnih slojeva u mozgu istraživača, a koncenzus između različitih istraživača. Poslednji se čak smatra najvišim kriterijumom u prosuđivanju znanja. To drugim rečima znači, nova znanja moraju biti nastavak prethodnih i da im ne protivureče. U oblasti kvaliteta to je čest slučaj jer se podrazumeva da se iz opisa literaturnih izvora "izvuku" znanja od kojih se mora poći u daljim istraživanjima.

Konstruktivizam polazi od pretpostavke akumulacije znanja kroz jedan evolucionni postupak. To je karakteristično za fazu razvoja znanja i razvoja paradigme. Međutim, kroz postupak radikalnih inovacija i sa tim vezanim znanjem, dolazi do diskontinuiteta. Zato se koriste novije paradigme, kao što su paradigme participativnih istraživanja, koje ne uzimaju u obzir samo propoziciono znanje, već i subjektivno-objektivno znanje zasnovano na iskustvu. Ovu postavku *Heron*-a i *Reason*-a (1997) razvili su *Nonaka* i *Takeuchi* (1995), koji su predložili da se znanje strukturira u dve grupe:

1. znanje koje se nalazi na određenim nosiocima informacija i
2. znanje koje je sadržano u veštinama i iskustvu istraživača i pojedinaca (tzv. *tacit* znanja).

Sa uvođenjem iskustva i veština pet početnih paradigmi se dalje strukturiraju i razvijaju kroz paradigme (ili istraživačke tradicije) i kvantitativnih i kvalitativnih istraživanja (*Ristić*, 2011). Između njih postoje značajne razlike, pa su neki istraživači smatrali da su one nesamerljive. Razlike se ogledaju u:

- ravni paradigmatiskih pristupa istraživanju:
  - ✓ razlike u ontološkim verovanjima,
  - ✓ razlike u epistemološkim verovanjima,
  - ✓ razlike u aksiološkim verovanjima,
  - ✓ razlike u metodološkim verovanjima,
- ravni istraživanja u pogledu:
  - ✓ svrhe i ciljeva istraživanja,
  - ✓ problema istraživanja i istraživačkih pitanja,
  - ✓ procesa i dizajna istraživanja,

- ✓ metoda prikupljanja podataka,
- ✓ vrste prikupljenih/generisanih informacija u istraživanju,
- ✓ metode analize podataka,
- ✓ tumačenja i uopštavanja nalaza u istraživanjima.
- ravni kriterijuma za ocenjivanje istraživanja na bazi valjanosti:
  - ✓ *Cronbach* i *Mechl* (1997) definisali su tri tipa valjanosti u kvantitativnim istraživanjima: (1) sadržajna valjanost, (2) valjanost koja je povezana sa promenom kriterijuma i (3) valjanost konstrukcije i
  - ✓ *Maxwell* (1992) identifikovao je pet tipova valjanosti u kvalitativnim istraživanjima: (1) deskriptivna valjanost, (2) interpretativna valjanost, (3) teorijska valjanost, (4) valjanost uopštavanja i (5) valjanost evaluacije.

Između pristalica ovih paradigmi u 20-om veku bio je na delu "rat paradigmi". Iz toga procesa proizašao je "treći talas" u metodologiji istraživanja, koji se zove istraživanje kombinacijom kvalitativnih i kvantitativnih istraživanja (*Decombe*, 2008, s.39, 280). Sa ovom paradigmom rat nije završen, pa se pristalice "starih" paradigmi odriču mogućnost povezivanja kvantitativnih i kvalitativnih istraživanja i prethodnih 5 paradigmi. Smatra se da pragmatizam, kao filozofsko učenje koje uključuje pojašnjavanje pojmova i hipoteza - zastupljen identifikovanjem njihovih praktičnih posledica. Sa druge strane su vrednosti i preferencije istraživača prethodile istraživačkim aktivnostima koje moraju imati cilj, predmet istraživanja, svrhu istraživanja i metode u skladu sa preferencijama i vrednostima istraživača. Ovaj koncept je u nekim radovima (*Johnson*, *Onwuegbuzie*, 2004, s.15) redukovano do nivoa da treba samo odabrati metode kao odgovor na neka istraživačka pitanja, a da je istorijski i filozofski kontekst pitanju beznačajan. To je kritikovano od mnogih istraživača, pa su nastali transformacioni paradigmatiski pristup (*Mertens*, 2007) i naučno zasnovana istraživanja (*Denzin*, 2010). U prvom slučaju naglašava se odnos istraživača i drugih stejkholdera i to interaktivan, koji omogućuje da se generisano znanje transformiše u dati društveni kontekst. Istraživač može da bira metode, ali izbor i definisanje problema se ostvaruje kroz interakciju sa stejkholderima.

Naučno zasnovana paradigma istraživanja nastala je u radu Nacionalnog saveta za istraživanje u SAD, kroz 6 principa i grupe "standarda" naučno zasnovanih istraživanja.

U narednom poglavlju 2.3.5 dat je pregled naučnih metoda, od kojih se mnoge koriste u nauci o kvalitetu.



### 2.3.5 Pregled metoda u nauci o kvalitetu

Metodama se otkrivaju određene naučne istine misaonim ili empirijskim putem. Zbog toga rezultati zavise od primenjenih metoda i to zahteva da se stalno usavršavaju metode. Metode se često izjednačavaju sa tehnikama i alatima, jer ne postoji opšte prihvaćena distinkcija između njih. U principu, metode koje se koriste u širem logičkom smislu su opšte metode, a one u užem tehničkom smislu su posebne metode ili ponekad tehnike, a pojedinačne metode su uglavnom tehničke metode ili alati.

Za svaku nauku opšte naučne metode su iste. Prema *Stojadinović D. (2003, s.141)* to su sledeće metode:

- metode posmatranja,
- eksperimentalne metode,
- metode deskripcije,
- metode definicije,
- metode klasifikacije,
- genetičke metode,
- istorijske metode,
- metode analogije,
- komparativne metode,
- metode analize i sinteze,
- metode apstrakcije i konkretizacije,
- metode generalizacije i specijalizacije,
- metode indukcije i dedukcije,
- aksiomatske metode,
- matematičke metode,
- statističke metode,
- metode modelovanja,
- kibernetičke metode,
- dijalektičke metode,
- metafizičke metode,
- metode dokazivanja i opovrgavanja.

Pored ove detaljne podele metoda, one se prema *Zaječaranović G. (1977)* mogu podeliti na:

- osnovne metode savremene nauke (eksperimentalna metoda, aksiomatska metoda, metoda modeliranja, statistička metoda) i
- posebne metode saznanja (analiza i sinteza, apstrakcija i konkretizacija, generalizacija i specijalizacija, indukcija i dedukcija, definicija i klasifikacija, dokazivanje i opovrgavanje, istorijske i logičke metode).

*Šešić B. (1988)* grupiše naučne metode na sledeći način:

- *posebne naučne metode i naučni postupci* (analitičko-sintetička metoda, apstrakcija i konkretizacija, generalizacija i specijalizacija, klasifikacija, indukcija, dedukcija),
- *opšte naučne metode* (statističke, metode modeliranja, analitičko-deduktivna-aksiomatska metoda) i
- *osnovne opšte metode u društvenim naukama* (pozitivističke, metode razumevanja, komparativne metode, metode idealnih tipova, metodološki strukturalizam i funkcionalizam, dijalektički metod).

Pored ovih podela mogu se izdvojiti i druge. Ipak, polazeći od prve podele, ukazaće se na osnovne karakteristike svake od opštih naučnih metoda.

#### 2.3.5.1 Metoda posmatranja

S obzirom da je nauka misaona interpretacija objektivne stvarnosti, ona mora biti zasnovana na činjenicama koje se utvrđuju posmatranjem. *Petronijević B. (1990)* je definisao posmatranje kao proces konstatovanja činjenica, kao da su one stvarno postojale, nezavisno od čoveka. S obzirom na to da je ljudsko posmatranje vezano za znanje, razvijenost čula, pažnja, predrasude, motive itd., teško je odstraniti subjektivizam iz posmatranja. Zato je bliža definicija *Šešića B. (1988)*, koji smatra da je "naučno posmatranje organizovano, planski i metodski izvedeno opažanje u cilju otkrića novih činjenica ili proveravanja naučnih hipoteza". Smatra se da će naučno posmatranje biti uspešnije, ukoliko je potpunije, preciznije i objektivnije. Ovi aspekti se podržavaju u nauci o kvalitetu kroz pravilno dizajniran metodološki sistem i plan eksperimenta, koji prati plan posmatranja.

U vezi ove metode ističu se problemi:

- da li je moguće posmatrati minule događaje u bližoj ili daljoj prošlosti - problem kontinuiteta,
- da li je izvodljivo posmatranje događaja i procesa, koji će se desiti u bližoj i daljoj budućnosti - problem uporedivosti,
- da li se može posmatrati tok unutrašnjih procesa u čoveku ili društvenim grupama - problem introspekcije.

Polazeći od epistoloških paradigmi i teorija, na ova pitanja različiti su odgovori u različitim naukama i novim disciplinama. U inženjerskim i prirodno-matematičkim naukama, iz posmatranja se sve više isključuje čovek kao posmatrač, zamenjuje se metrološkim sistemom i na taj način ostvaruje "objektivnost" činjenica. U humanističkim naukama razvijaju se pristupi objektivizacije subjektivnog opažanja, primenom drugih metoda (npr. statističkih).