

STRUKTURA NAUČNOG ZNANJA

v
činjenice, zakoni i teorije
naučeno

4.1. Naučne činjenice

- Među **osnovne funkcije nauke** spadaju **objašnjavanje** znanih i izvesnih i **predviđanje** neizvesnih i novih, do tada nepoznatih **činjenica**.
- Naučne teorije koje se odnose na istu oblast stvarnosti upoređuju se prema uspešnosti objašnjavanja i predviđanja činjenica u toj oblasti stvarnosti.
- Izraz "činjenica" se upotrebljava dvojako:
 - da označi **sintetički iskaz** kojim se tvrdi neko stvarno stanje stvari (postojanje objekta, svojstva, odnosa, pojave, stanja i sl.)
 - da označi samo to **stanje stvari**
- Činjenice se dele na:
 - a) **sirove („brutalne“)** „Trava je zelena“
 - b) **institucionalne** „Fisher je u meču pobedio Spaskog.“ (Važe samo uz uslov postojanja nekih (ovde: šahovskog takmičenja) institucija i pravila)
 - c) **zdravorazumske** (izražene su iskazima prirodnog govornog jezika, a smisao takvih iskaza shvatljiv je svim osobama koje razumeju taj jezik i kontekst u kojem su izrečeni)
 - d) **naučne** (izražene su iskazima odgovarajućeg naučnog jezika specifikovane terminologije, a njihov smisao je shvatljiv u kontekstu odgovarajuće naučne teorije)

4.1. Naučne činjenice

- Činjenice se, takođe, dele na: empirijske (iskustvene) i teorijske.
 1. **Empirijska činjenica** je sintetički iskaz o konkretnom objektivnom događaju, procesu, objektu, stanju, odnosu i dr. koje ljudi mogu opaziti i koje se tumače u sistemu pretežno iskustvenih pojmova (pri uslovu da im čula normalno funkcionišu i da je isključeno delovanje takvih činilaca kao što su afektivna stanja, predrasude i drugo).
- Iako takvi događaji, objekti, procesi, stanja, mogu da postoje nezavisno od čoveka, on ih ne saznaje onakvim kakvi su oni "po sebi", nego ih **saznaje unekoliko preobražene** svojim čulnim i saznajnim procesima.
- **Teorijske činjenice** su takvi elementi znanja koji se tumače u nekom sistemu pretežno teorijskih izraza, odnosno pojmova.

4.1. Naučne činjenice

- Teorijske od empirijskih činjenica nije moguće oštro razgraničiti, pa je bolje govoriti o “**pretežno empirijskim**” i “**pretežno teorijskim**” činjenicama
- Nema iskustvene činjenice koja bi bila isključivo rezultat opažanja: svaka činjenica uključuje određena teorijska znanja
- Činjenice nisu, kako se nekad smatralo, nesporne i nisu potpuno neutralna osnova u odnosu na koju se proveravaju i ocenjuju naučne teorije
- Činjenice su pojmovne naravi i neizbežno su "opterećene" teorijskim sadržajem.
- **Primer:** Posmatrajući povećanje udaljenosti sunčevog diska od linije horizonta jedan posmatrač, u skladu sa usvojenom geocentričnom koncepcijom, u tom prizoru vidi kruženje Sunca oko Zemlje, dok u tom istom prizoru drugi posmatrač, u skladu sa heliocentričnom koncepcijom, vidi rotiranje planete Zemlje. Ljudi koji posmatraju isti vizuelni prizor imaju različitu pojmovnu organizaciju vizuelnog polja zavisno od prihvaćenog teorijskog stanovišta.

4.2. Naučni zakoni

- **Naučnim zakonom se naziva sintetički, nomološki univerzalan, teorijski zasnovan i istinit iskaz koji se odnosi na neku prirodno postojeću pravilnost u određenoj oblasti stvarnosti.**
- **Osnovne funkcije naučnih zakona su:**
 - 1. da sažima mnoge iskustvene činjenice**
 - 2. da omogućava davanje naučnih objašnjenja**
 - 3. da omogućava naučna predviđanja**
- **Vrste naučnih zakona izražavaju postojan odnos između pojava:**
 - a) uzročni i razvojni zakoni** (izražavaju nepromenljivi poredak u zavisnosti između događaja ili svojstava)
 - b) statistički zakoni** (izražavaju nepromenljive statističke odnose (ili odnose verovatnoće))
 - c) zakoni koji izražavaju postojanje odnosa funkcionalne zavisnosti** (u matematičkom značenju reči funkcija i nekim drugim vrstama naučnih zakona)

4.2. Naučni zakoni

a₁) Uzročni zakoni govore o takvom odnosu između pojava u kojem jedna pojava predstavlja nužni, dovoljni i aktivni (delatni) uslov druge pojave. U tom se slučaju prva pojava naziva uzrokom, a druga – efektom ili posledicom.

Primeri: „Kadgod varnica prođe kroz mešavinu kiseonika i vodonika, gasovi iščezavaju i nastaje voda.“

a₂) Razvojni zakoni ne izražavaju dovoljne uslove iako mogu izražavati nužne uslove. Razvojni zakoni imaju opšti oblik: "Ako X ima osobinu P u trenutku t₁, onda X ima osobinu Q u trenutku t₂ koji je kasniji od trenutka t₁".

Primer: "Formiranje pluća u ljudskom embrionu nikada ne prethodi formiranju krvotoka."

b) Statistički zakoni izražavaju nepromenljive odnose verovatnoće među događajima ili svojstvima, odnosno globalnu pravilnost u iregularnim pojavama posmatranim u nizu. Takve pravilnosti imaju oblik "Verovatnoća da kada A onda B jednaka je p".

Primer: „Statistička verovatnoća da će se atom radona raspasti tokom perioda od 3,82 dana je 0,5.“

c) Zakoni funkcionalne zavisnosti se dele:

□ zakoni koji tvrde uzajamnu zavisnost između promenljivih, tako da promena jedne promenljive biva praćena promenama drugih promenljivih

Primer: Njutnov zakon gravitacije

□ zakoni koji govore kako promena jedne veličine u nekoj jedinici vremena utiče na neke druge veličine (takozvani "dinamički zakoni")

Primer: Galilejev zakon slobodnog pada

4.3. Naučne teorije i modeli

- Naučna teorija je osnovna jedinica naučnog znanja
- **Pod sistemom naučnog znanja podrazumeva se uređen, povezan, revizibilan skup naučnih teorija, naučnih zakona i naučnih činjenica koji se zasniva na određenim principima.**
- Izraz teorija se upotrebljava sa različitim značenjima:
 - neko gledište (retko)
 - neka koncepcija (ponekad)
 - jedna ili više hipoteza (češće)
 - jedinstveni sistem zakona i hipoteza sa objašnjavalačkom moći, itd. (najčešće)
- **Teorija je uređeni skup zaključaka (čiji svi elementi stoje u eksplicitno utvrđenim relacijama), koji se obično sastoji iz jedne ili više teza i iz argumentacije, kojom se te teze potvrđuju.**

4.3.1. O strukturi naučne teorije

- Teorije nisu samo sredstvo i cilj nauke, ali su i same predmet proučavanja.
- U prvoj polovini XX veka proučavanje teorija bilo je prevashodno usredsređeno na strukturu teorije, a tek se početkom šezdesetih godina počela da pridaje pažnja nastanku i razvoju teorija.
- Najprihvaćenije gledište (Karnap, Frank, Hempel i dr) drži da je teorija sastavljena od:
 - **“hipoteza” teorije** (skup iskaza koji sadrži **aksiome** i **teoreme** (logičke posledice dedukovane iz aksioma))
 - **“rečnika” za hipoteze** (iskazi koji povezuju aksiome sa teoremama)
 - **modela**

4.3.2.1. Hipoteze

- Hipoteze su teorijske tvrdnje o **odnosima između određenih entiteta**.
- One se sastoje iz dve ravni :
 - **aksioma** (postulata, „primitivnih iskaza“, neizvodivih i empirijski neproverljivih)

iz kojih se pomoću logičkih operacija izvode logičke posledice

- **teoreme** (derivatni, iskustveno proverljivi iskazi)
- **Primer:** Izrazi ove dve ravni jasno se razlikuju:
 - - „kvark“, „spin“, „gen“, „super ego“ pripadaju teorijskom jeziku
 - - „pritisak“, „boja“, „toplota“ pripadaju empirijskom jeziku
- Kada bi se svi članovi skupa iskaza koji sačinjavaju teoriju izvodili jedni iz drugih zapalo bi se u *circulus vitiosus* ili u *regresus ad infinitum*.

4.3.2.2. Rečnici

- U empirijskim naukama **hipoteze i teorijski izrazi** (npr. elektron, gen, inteligencija i sl.) **moraju budu povezani sa iskustvenom osnovom** (iz koje crpe svoje značenje)
- To povezivanje vrši se preko „**pravila korespondencije**“ ili „**koordinativnih definicija**“.
- Empirijski jezik je potpuno razumljiv, dok su teorijski izrazi su razumljivi samo delimično i to pomoću:
 - aksioma
 - pravila korespondencije
 - operacionalnih definicija

4.3.2.3. Modeli

- Model **olakšava** semantičko tumačenje teorijskih izraza i razumevanje teorije.
- **Model je svaka pojava koja je po definiciji slična proučavanoj pojavi, a dva sistema su strukturalno slična jedan drugom ako i samo ako između njih postoji odnos izomorfizma (istoobličja).**
- Izomorfizam je sličnost između objekta i modela, koji podrazumeva dva zahteva:
 1. postojanje **korespondencije jedan prema jedan** između elemenata modela i elemenata onoga čiji je to model
 2. održavanje neke relacije (ako **model „radi“** na isti način kao original – potpunost izomorfizma)

4.3.2.3. Klasifikacija modela

1) materijalni (stvarni sistemi kao primer za teorijskog principa)

2) teorijski:

a) idealni modeli (koji referiraju na idealizovane entitete i predstavljaju deo hipoteza neke teorije)

- **ikonički** (npr. "brava-i-ključ" enzima u fiziologiji)
- **simbolički** (npr. demokratsko društvo u političkim naukama)

b) modeli interpretacije (neke teorije)

- **konceptualni** (interpretacije apstraktne teorije posredstvom pojmova koji pripadaju nekoj neapstraktnoj teoriji (npr. Aritmetička interpretacija teorije grupa))
- **činjenički** (nastaju kada nekom apstraktnom sistemu biva data neka neformalna interpretacija (npr. fizička interpretacija euklidovske geometrije))
- **mešoviti** (uključuju i činjeničke i konceptualne interpretacije (npr. opšta teorija automata))

Primer dedukovanja zakona iz teorije

- Dedukovanje Bojlovog zakona (kojim se tvrdi da je pri konstantnoj temperaturi pritisak gasa obrnuto srazmeran zapremini gasa) iz kinetičke teorije gasova.

U sastav teorije ulaze sledeći iskazi:

1. Svi su gasovi sastavljeni od mnogi malih molekula koji su u stalnom neprekidnom brzom kretanju u pravim linijama.
2. Na normalnom pritisku ukupna zapremina molekula je vrlo mala u poređenju sa ukupnom zapreminom gasa.
3. Molekuli su sferični, elastični i glatki.
4. Pritisak koji gas vrši je sila po jedinici površine, koja potiče od udara pojedinačnih molekula o zid posude u kojoj se gas nalazi.
5. Dva gasa imaju istu temperaturu kada je srednja kinetička energija pojedinačnih molekula ta dva gasa ista.

1. i 2. – „hipoteze” teorije

3. – **model** (pomoću kojeg se ono što je nepoznato i nepodložno neposrednom posmatranju opiše, interpretira i shvati posredstvom nečeg što je već poznato)

4. i 5. – „pravila korespondencije” (povezuju teorijske izraze (npr. molekul) sa empirijskim opservacionim iskazima (npr. pritisak, temperatura) i time omogućavaju da se iz teorijskih iskaza dedukuju, kad¹³ logičke posledice, empirijski iskazi)

4.3.3. Funkcije naučnih teorija

1/2

- Teorija nije samo cilj nego i sredstvo nauke: ona nije samo sistem znanja, nego i kao sredstvo sticanja novih znanja, ali i na tome zasnovanog uspešnog delanja.
- Osnovnim ciljevima nauke se smatraju: postizanje prihvatljivih objašnjenja, razumevanje, predviđanje i hotimično preobražavanje u skladu sa humanim potrebama, pojava koje nauka proučava, a te ciljeve nauka postiže posredstvom teorija.
- a) **FUNKCIJA SAŽIMANJA**: uređenje, organizovanje, objedinjavanje i sažimanje empirijskog materijala, eksperimentalno utvrđenih činjenica, iskustvenih generalizacija, naučnih zakona i hipoteza u jedinstveni sistem.

Takva sinteza omogućava:

- dedukovanje veoma velikog broj činjenica i iskaza o opštim pravilnostima iz malog broja osnovnih pojmova i iskaza
- objašnjavanje naučnih zakona, predviđanje i sticanje novih znanja

4.3.3. Funkcije naučnih teorija

2/2

- b) **FUNKCIJA INFORMISANJA**: povezivanje poznatih naučnih činjenica i naučnih zakona tako da se iz njih mogu zaključiti nova znanja i steći nove informacije o proučavanom području. Iz zakona povezanih teorijom se mogu dedukovati ne samo već poznate, nego i nove, dotad nepoznate i nenaslućivane, činjenice i opšte pravilnosti u oblasti stvarnosti na koju se teorija odnosi.
- c) **FUNKCIJA OBJAŠNJENJA**: dugo je bila potisnuta pred funkcijama opisivanja i predviđanja, ali je sredinom prošlog veka postala ključnom
- d) **RAZUMEVALAČKA FUNKCIJA**: (bliska objašnjavalačkoj funkciji) izrasta na očekivanju da se omogući razumevanje onih fenomena koje data teorija proučava.
- e) **PREDVIĐAČKA FUNKCIJA**: treba da omogući usmeravanju čovekove prakse u nekoj oblasti preko predviđanja novih činjenica. („Znanje je predviđanje“ Kont)
- f) **INSTRUMENTALNO-PREOBRAŽAJNA FUNKCIJA**: usmeravanje i razvijanje čovekove prakse i omogućavanje čovekovog uspešnog preobražavanja prirodne i društvene sredine

4.3.4. O nekim vrstama naučnih teorija

1/3

- Ima nekoliko kriterijuma za razvrstavanje teorija, te nekoliko različitih podela teorija.
- Ajzenk razlikuje snažne i slabe teorije u nauci.
- Kod slabih teorija:
 - a) raspoloživ je mali broj opservacija
 - b) mali je broj univerzalno ustanovljenih kvantitativnih ili čak kvalitativnih zakona
 - c) nije jasno shvaćena priroda proučavanih fenomena
 - d) česte su vrlo kompleksne matematičke relacije
 - e) ne omogućavaju se neposredna niti precizna predviđanja
 - f) nema međuzavisnosti raznih rezultata
- **Snažne teorije** su utemeljene na velikom, eksperimentalno dobro zasnovanom skupu pomoćnih pretpostavki, a rezultati novih eksperimenata se tumače skoro isključivo u svetlosti koju bacaju na hipoteze teorije.
- **Slabe teorije** nemaju takvu osnovu, a rezultati novih eksperimenata se tumače tako da podjednako pobijaju i hipoteze, i pomoćne pretpostavke.

4.3.4. O nekim vrstama naučnih teorija

2/3

- Vrednost slabe teorije:
 - usmerava pažnju na one probleme čije je sistematsko proučavanje plodonosno
 - generiše predviđanja koja dopuštaju eksperimentalna ili opservaciona istraživanja
 - omogućava nastanak snažnih teorija (slično Fajerabendovom razlikovanju inkonzistentnih i konzistentnih teorija)
- Teško je pobiti snažnu teoriju, a nemoguće slabu.
- Kod snažnih teorija uspešna predviđanja su opšte mesto i ne pojačavaju valjanost teorije, ali propusti tačnog predviđenja mogu da razruše teoriju o kojoj je reč.
- Kod slabih teorija je obrnuto: uspešna predviđanja, posebno ako su neverovatna na zdravorazumskoj osnovi, značajna su za podržavanje teorije, a neuspesi su odviše nejednoznačni da bi bili uzeti suviše ozbiljno. Vrednost slabe teorije:

4.3.4. O nekim vrstama naučnih teorija

3/3

- Razlike između snažnih i slabih teorija:
- **intrateorijska međuzavisnost** u snažnim teorijama je velika; razni postulati su međuzavisni (nemoguće je promeniti deo bez velike promene ostatka), a u slabim teorijama ta međuzavisnost je mala
- Snažne teorije su izgrađene na podlozi velikog, eksperimentalno dobro utvrđenog, skupa pomoćnih pretpostavki tako da rezultati novih eksperimenata bacaju svetlost na samu teoriju, odnosno na njene hipoteze, a ne na takav skup pretpostavki. Slabe teorije nemaju dobro zasnovane pomoćne pretpostavke, pa eventualno **opovrgavanje** u tom slučaju obuhvata samo teoriju, a ne i njene pomoćne pretpostavke, kao što je to slučaj kod jakih teorija.
- **Informacije** stečene uspešnim testovima snažne teorije mahom redundantne, ali je neuspeh veoma informativan, dok za slabe teorije važi obrnuto.

4.3.5. Teorijska mnoštvenost

- ❑ Neki metodolozi smatraju da je teorijski pluralizam nužan uslov progresa u nauci, dok drugi drže da je to karakteristika rane faze razvoja nauke (protonauka), tj. njene nezrelosti.
- ❑ Naučni razvoj prolazi kroz četiri stupnja:
 1. prenaučnu filozofsku spekulaciju
 2. empirijsku eksploraciju
 3. usavršavanje metoda za kontrolisanu opservaciju i kvantifikaciju
 4. teorijsku formalizaciju i unifikaciju (zrela nauka)
- ❑ Postoje dva vida teorijske mnoštvenosti:
 - a) **simultani pluralizam** – **komplementarnost** – istovremeno postojanje i važenje većeg broja teorija o nekoj oblasti stvarnosti (zrelije nauke)
 - b) **sekvencijalni pluralizam** – **suparništvo** – nekoliko teorija slede jedna drugu tokom vremena (nezrele nauke)
- ❑ Ipak, krajnje je nejasno da li uopšte u istoriji nauke može da se nađe primer „zrele nauke“, budući da nije izvesno da li postoji metodološki kontinuitet u razvoju određene nauke (Laudan)

4.3.5.1 O prevazilaženju teorijske mnoštvenosti

- Ima mišljenja da je komplementarnost teorija izraz **stagnacije nauke**, ali i mišljenja da je to **trenutna slabost**, odnosno put ka napretku nauke, kada se očekuje da nastupi teorijski monizam
- Proliferacija teorija je neophodna; ona bi trebalo da obezbedi mali broj teorija sa velikom teorijskom moći.
- Šta je nauka zrelija, tipično manji broj teorija postiže paradigmatški status.
- Tradicionalno gledište drži da je postojanje velikog broja teorija indikator našeg neznanja.
- Veliki je problem to što **nema adekvatne teorije o napredovanju nauke**.
- Konceptije o naučnom progresu glase:
 1. sve teorije su tentativne i prolazne
 2. nauka usvaja najbolju teoriju kao korektno objašnjenje opservacija u datom domenu
 3. nauka napreduje razvijanjem sukcesivno sve boljih teorija
- Ključno je **ocenjivanje teorija** – ono uključuje i metod i skup kriterijuma:
 - detaljnu **analizu** svake teorije
 - **sučeljavanje** jedne teorije sa drugom
- Pri tom je glavni cilj identifikovanje **alternativa koja najviše obećava**, a ne eliminacija alternativa.

4.3.5.1 O prevazilaženju teorijske mnoštvenosti

- ❑ Pošto napredovanje nauke zahteva proizvođenje bolje teorije, sledi da je **pluralizam nužan i poželjan**.
- ❑ Poželjnost monizma sastoji se poželjnosti **obuhvatne i unifikujuće teorije**.
- ❑ Proliferacija je i nužna i poželjna jer vodi malom broju teorija koje imaju potencijal da se razviju u visoko eksplanativne teorije velike obuhvatnosti i dubine, kadre za povezano objašnjavanje cele discipline, a te teorije su komplementarne.
- ❑ Pošto nema jedne jedine paradigme koja bi pokrivala celu disciplinu, jedini način da nezrela nauka pokrije celokupnu oblast svoje discipline je da se koristi nekom paradigmom koja odgovara datom delu ukupnog „terena“ – **mini-teorije**.
- ❑ One koje pokrivaju isto područje su **suparničke**, a one koje otkrivaju područja koja se ne preklapaju su **komplementarne**.
- ❑ Izlaz iz sadašnjeg haosa fragmentizacije moguć je preko tri strategije:
 1. generisanje velikog broja **empirijskih zakona**
 2. razjašnjenje **epistemoloških osnova** za razne vrste teorija
 3. razvoj **mini-teorija** umesto „velike teorije“