

**Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku**

**Odjel za kulturologiju**

**Nastavnik: doc.dr.sc. Željko Pavić**

**Nastavni materijal iz kolegija *Znanost i kultura 1***

**Osijek, prosinac 2012.**

## Sadržaj

<b>1. Definicija znanosti i znanstvenog objašnjenja.....</b>	<b>4</b>
1.1. Shvaćanja znanosti .....	4
1.2. Obilježja znanstvenog objašnjenja .....	4
1.3. Znanstveni etos .....	8
1.4. Klasifikacija znanstvenih područja .....	10
1.5. Klasifikacija znanstvenih istraživanja prema kriteriju primjenjivosti .....	10
1.6. Znanstvene institucije.....	11
<b>2. Temeljni pristupi sociokulturnog proučavanja znanosti .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Sociokulturni pregled razvoja znanosti.....</b>	<b>15</b>
3.1. Starovjekovna znanost.....	15
3.1.1. Egipat i Mezopotamija.....	15
3.1.2. Antička Grčka .....	18
3.1.3. Postoji li starovjekovna znanost? .....	27
3.2. Znanost u srednjovjekovno doba.....	29
3.3. Znanstvena revolucija.....	34
3.3.1. Sociokulturni preduvjeti znanstvene revolucije .....	42
3.3.2. Hrvatski znanstvenici u doba znanstvene revolucije .....	47
3.4. Razvoj znanosti tijekom 18. i 19. stoljeća .....	49
3.5. Razvoj znanosti u 20. stoljeću.....	54
<b>4. Razvoj znanosti i znanstvene paradigme.....</b>	<b>59</b>
4.1. Temeljni pristupi promjenama znanstvenih teorija .....	59
4.2. Psihološki korijeni paradigmi .....	61
<b>5. Znanost i pseudoznanost.....</b>	<b>65</b>
5.1. Osnovna obilježja pseudoznanosti .....	65
5.2. Astrologija .....	67
5.3. Alternativna (komplementarna) medicina .....	69
5.4. Kreacionizam .....	72
<b>6. Stav javnosti o znanosti.....</b>	<b>76</b>
<b>7. Znanost i mediji .....</b>	<b>79</b>

<b>8. Etički aspekti znanosti .....</b>	<b>82</b>
8.1. Etičke dileme suvremene znanosti .....	82
8.2. Etička pitanja vezana uz eksperimentalna istraživanja .....	83
8.3. Etička pitanja vezana uz objavljivanje znanstvenih istraživanja .....	85
8.4. Etička pitanja vezana uz biomedicinska (genetička) istraživanja .....	86
8.5. Etička pitanja vezana uz patentiranje znanja .....	87
<b>9. Znanstvena produktivnost .....</b>	<b>89</b>
9.1. Vrednovanje znanstvenika i znanstvenih časopisa .....	89
9.2. Nobelova nagrada .....	94
9.3. Znanstvena produktivnost i komercijalizacija znanja .....	95
<b>10. Socijalni profil znanstvenika .....</b>	<b>99</b>
10.1. Socijalno porijeklo .....	99
10.2. Spol .....	99
10.3. Religioznost .....	103
<b>11. Literatura .....</b>	<b>107</b>

## 1. Definicija znanosti i znanstvenog objašnjenja.

### 1. 1. Shvaćanja znanosti

Pojam *znanost* u svakodnevnom se govoru, ali i znanstvenoj komunikaciji, shvaća na više različitih načina. Sve definicije i shvaćanja znanosti moguće je svrstati u tri sljedeće kategorije:

1. znanost kao korpus skupljenog znanja.
2. znanost kao skup metoda koje služe pronalaženju znanja (znanstveni tip objašnjenja).
3. znanost kao specifičan skup vrijednosti i normi kojima se znanstvenici služe u svom radu (znanstveni etos).

U prvom je značenju naglasak na sadržajnom aspektu znanosti i na njezinoj sistematizaciji na pojedina znanstvena područja, polja i grane. Drugim riječima, pod pojmom znanost podrazumijeva se skup svih do sada postignutih znanja koja zadovoljavaju određene kriterije znanstvenosti. U drugom se značenju znanost uzima kao poseban način istraživanja stvarnosti koji se fundamentalno razlikuje od drugih oblika spoznaje. U ovom se pogledu znanost smatra onim oblikom spoznaje do kojeg se dolazi primjenom strogo određene metodologije. Osnovna je sastavnica trećeg značenja znanosti sociokulturna, a njime se pretpostavlja da znanstvenici predstavljaju posebnu društvenu grupu u čijem radu postoje i nekognitivni aspekti tj. specifična znanstvena kultura. Drukčije rečeno, znanstvenici osim posebnog metodičkog načina dolaženje do spoznaje dijele i posebne vrijednosti i norme koje upravljaju njihovim radom.

### 1. 2. Obilježja znanstvenog objašnjenja

Osnovna je sastavnica znanstvenog objašnjenja tzv. *hipotetičko-deduktivni model*. Znanstvenik, naime, postavlja teorije iz kojih proizlaze empirijski provjerljiva predviđanja. Teorijske postavke proizlaze iz intuicije znanstvenika, njegovog cjelokupnog iskustva i drugih razloga koje nikada nije moguće posve precizno utvrditi. Zbog toga se obično i razlikuju dva konteksta znanstvenih teorija:

1. Kontekst otkrivanja – zašto je neka teorija otkrivena upravo u određenom trenutku<sup>1</sup>.
2. Kontekst opravdavanja – zašto je neka teorija točna ili netočna.

Drukčije rečeno, kontekstom otkrića bavimo se u onim situacijama kada pokušavao objasniti prihvaćenost ili neprihvaćenost pojedine teorije u određenom vremenu ili razloge nastanka neke teorije baš u određenom vremenu. Primjerice, možemo pretpostaviti da je evolucijska teorija nastala u 19. stoljeću, a da je prihvaćanje doživjela tek u 20. stoljeću, upravo zbog njezinih postavki o fundamentalnom jedinstvu čovjeka i životinjskog svijeta i objašnjenju svih osobina njihovim adaptivnim koristima („preživljavanje najprilagođenijih“). Naime, to su ideje koje su mnogima neprihvatljive zbog toga što se mogu shvatiti kao negiranje morala i religije. Kontekstom opravdanja teorije bavimo se kada pokušavamo objasniti koja obilježja ima neka teorija i zašto je ta obilježja čine prihvatljivijom ili neprihvatljivijom od drugih teorija.

Kroz provjeru predviđanja, u idealnom slučaju pomoću eksperimenta, znanstvene se teorije zadržavaju ili mijenjaju adekvatnijim ako se empirijska predviđanja opovrgnu.

Neki su od načina objašnjenja koji su alternativa u odnosu na znanost sljedeći:

1. znanje koje se smatra valjanim zbog autoriteta onoga tko ga postavlja
2. znanje koje se prenosi tradicijom
3. znanje koje se subjektivno (intuitivno) smatra valjanim bez objektivnih dokaza

Sve ove vrste objašnjenja razlikuju se od znanstvenog jer nisu, kao što je to slučaj sa znanostima, utemeljene na objektivnim empirijskim spoznajama i otvorene za kritičko preispitivanje. U znanosti se, naime, valjanim smatraju samo one spoznaje koje su empirijski provjerljive, pri čemu kriterije provjere postavlja znanstvena zajednica, a ne pojedinac.

Kako je navedeno, znanstveno objašnjenje sastoji se od teorija. Teorije se sastoje od odnosa među konceptima pomoću kojih se nastoji objasniti jedan dio stvarnosti. Znanstvene teorije uvijek nastoje postaviti općenite zakone koji idu iznad konkretnih opaženih fenomena. Postoje i shvaćanje znanosti koje se ne slaže s ovim modelom – tzv. idiografski pristup koji proučavane fenomene smatra jednokratnim i ne smatra generalizaciju nužnim i mogućim ciljem znanosti. Jedan je od primjera idiografskog pristupa znanosti povjesničar umjetnosti koji neki umjetnički pravac ili događaj tumači

---

<sup>1</sup> Npr. na razvoj nuklearne fizike u prvoj polovici 20. stoljeća poticajno je djelovalo državno financiranje u svrhu izuma nuklearnog oružja.

kao splet jednokratnih okolnosti. Primjerice, pojava naturalizma kao književnog pravca u drugoj polovici 19. stoljeća može biti protumačena specifičnim sociokulturnim okolnostima koje obilježava dehumaniziranost industrijskog društva, te sociološke i evolucijsko-biologijske teorije koje su čovjeka nastojale protumačiti kao produkt društvenih i bioloških sila nad kojima nema kontrolu. Ovdje je vidljivo da se nastanak ovog književnog pravca ne nastoji protumačiti pomoću općenite teorije umjetničkih pravaca, nego pomoću specifičnih i jednokratnih okolnosti.

S obzirom da znanstvene teorije uvijek nastoje generalizirati, one se obično sastoje od dvije vrste pojmova:

1. teorijskih pojmova – pojmova koji se ne mogu neposredno opažati.
2. operacionalnih pojmova – pomoću njih se mjere teorijski pojmovi.

Jedan je od primjera znanstvene teorije sociološka teorija suicida (samoubojstva), koju je postavio Emile Durkheim. Prema njoj je niži stupanj socijalne integracije povezan s višom vjerojatnošću počinjenja samoubojstva. Durkheim je operacionalno definirao socijalnu integraciju (teorijski pojam) kao osjećaj pripadnosti i sudjelovanje u društvenim grupama (operacionalni pojmovi), te napravio predviđanja da je stupanj samoubojstva veći kod osoba koje nisu u braku, kod ljudi koji žive u gradovima, kod protestanata nasuprot katolicima i sl. Drugi primjer je psihologijska teorija po kojoj srednja razina anksioznosti vodi do najvećeg uspjeha u rješavanja zadataka (dok mala vodi do nedovoljne motiviranosti, a velika do psihološke blokade). Ovu je teoriju moguće operacionalizirati na puno načina jer treba odrediti kako će se mjeriti anksioznost (fiziološka reakcija, vidljiva uznemirenost, samoiskazana anksioznost i sl.) te na koji će se način mjeriti uspješnost u rješavanju zadataka i koji će to biti zadatci.

Karakteristike su dobre znanstvene teorije sljedeće:

1. Općenitost
2. Provjerljivost (mogućnost opovrgavanja)
3. Preciznost
4. Objektivnost

Svaka je teorija to kvalitetnija što je općenitija tj. ako objašnjava veliku količinu empirijskih fenomena. Npr. Newtonova teorija gibanja općenitija je od Keplerovih zakona planetarnih gibanja jer ne objašnjava samo gibanje planeta nego svih tijela, pa je u tom smislu i bolja.

Teorija bi trebala biti empirijski potvrđena kako bi mogli reći da je točna. Jedan od alternativnih pristupa potvrđivanju valjanosti znanstvenih teorija ponudio je filozof znanosti Karl Popper, prema kojemu niti jedna teorija ne može biti induktivno potvrđena budući da je broj takvih potvrda (eksperimenta) teorijski neograničen i često ih je lako pronaći. Međutim, svaka teorija može biti opovrgnuta pa bi znanstvene eksperimente trebalo postavljati na način da omogućavaju opovrgavanje teorije. Problem je s ovakvim shvaćanjem taj da u slučaju opovrgavanja ne možemo biti sigurni je li teorija pogriješna ili je pogriješna neka od pretpostavki koja je korištena u testiranju teorije. Tako npr. nikad nismo sigurni jesu li mjerni instrumenti upotrijebljeni u istraživanju valjani i pouzdani (osobito kad su u pitanju društveno-humanističke znanosti i mjerenje stavova ljudi).

Osim provjerljivosti i općenitosti, znanstvene teorije trebali bi odlikovati i preciznost i objektivnost. Preciznost, po mogućnosti matematička, osim što je cilj sama po sebi, znanstvenika prisiljava i na jasnije definiranje pojmova ("Realno je samo ono što se može izmjeriti" – Galileo). Karakteristika objektivnosti znači da svi promatrači u jednakim uvjetima mogu ponoviti neko opažanje tj. da postoji suglasnost oko toga što treba opažati te da opažanje nije pod utjecajem osobnih sklonosti, stavova, vrijednosti i sl. onoga koji opaža.

Znanstvene teorije prema sigurnosti njihovih predviđanja dijelimo na:

1. determinističke teorije
2. stohastičke teorije

Kod determinističkih teorija krajnje se stanje nekog sustava može predvidjeti iz zakona koji njime vladaju i početnih parametara. Tako npr. iz Newtonovih zakona gibanja možemo predvidjeti do kolike će akceleracije sila određene veličine dovesti masu određene veličine. Stohastičke teorije (zakoni) stanjima sustava pripisuju određenu vjerojatnost, a ne predviđaju ih s potpunom sigurnošću.

Prikazana slika znanosti pomoću hipotetičko-deduktivnog modela idealistična je iz nekoliko razloga. Prije svega, može se reći da „činjenice“ koje se promatraju ovise o točno određenoj paradigmi i nemaju univerzalno predteorijsko značenje<sup>2</sup>. Npr. značenje prostora i vremena posve je različito u Newtonovoj teoriji i Einsteinovoj teoriji relativnosti. Zatim, ne koriste sve znanosti u podjednakoj mjeri hipotetičko-deduktivni model tj. on najbolje opisuje prirodne znanosti, dok društvene znanosti i, pogotovo, humanističke znanosti često koriste kvalitativne metode (metodu razumijevanja tj. hermeneutiku). Iz tih se razloga npr. na engleskom govornom području za znanstvenika koji dolazi iz prirodnih i srodnih znanosti koristi naziv "scientist", a za znanstvenika iz područja humanističkih znanosti i umjetničkih područja "scholar", a ova se različitost očituje i u upotrebi sintagme "science

<sup>2</sup> Vidjeti kasnije poglavlje o znanstvenim paradigmama.

*and humanities*". Drugačije rečeno, kriteriji znanstvenosti drugačiji su u pojedinim znanstvenim područjima, pa se i smatra da pojedine znanosti treba procjenjivati na osnovu njihovih unutrašnjih obilježja tj. kriterija znanstvenosti koji se unutar njih upotrebljavaju.

### 1. 3. Znanstveni etos

Prema Robertu Mertonu<sup>3</sup>, znanost ima vlastiti normativni etos koji se sastoji od četiri osnovne norme:

1. Univerzalizam
2. Komunalizam
3. Bezinteresni pristup
4. Organizirani skepticizam

Ove norme nisu kognitivne naravi tj. ne pružaju kriterije istinitog i neistinitog znanja, nego označavaju specifičnu znanstvenu kulturu tj. način prihvatljivog ponašanja, ono što se smatra dobrim i korisnim. Drugačije rečeno, normativni etos trebao bi pridonositi stjecaju novoga znanja putem stvaranja pogodnih okvira, a ne putem pružanja kriterija istinite spoznaje.

Univerzalizam znanosti znači da se znanstvene tvrdnje ocjenjuju na osnovu univerzalnih mjerila tj. čimbenici poput nacionalne, etničke, religijske, spolne, klasne i druge pripadnosti nisu relevantni za procjenu znanstvenog doprinosa, kao niti za nagrađivanje znanstvenika. Znanost ovakvu vrstu univerzalizma dijeli s liberalno-demokratskim društvom koje se zasniva na univerzalnim pravima pojedinca.

Norma komunalizma znači da su znanstvene teorije javno dobro, da trebaju biti javno objavljene i da ih svatko dalje može razvijati. Ukoliko bi znanstvene teorije bile privatno dobro, razvoj znanosti bio bi onemogućen. Uspješni su znanstvenici nagrađeni prestižom i priznanjem, no u današnje je vrijeme objavljivanje čvršće vezano i uz akademski položaj i napredovanje. U ranijim vremenima, kada to nije bilo tako, znanstvenik je mogao kalkulirati s objavljivanjem vlastitih otkrića kako ne bi pomogao drugima, istovremeno koristeći spoznaje drugih za vlastita otkrića. Kako ističe Merton<sup>4</sup>, objavljivanje znanstvenih radova podliježe problemu kolektivne akcije („tragedy of the commons“) kod kojega je svakom pojedincu u interesu da drugi pridonese javnom dobru, a da mu on ili ona ne pridonese.

---

<sup>3</sup> Merton (1942.).

<sup>4</sup> Merton (1988.).



Drugačije rečeno, država plaćanjem i nagrađivanjem znanstvenika omogućuje objavu onih teorija koje nisu neposredno komercijalno iskoristive (tzv. fundamentalna istraživanja), a koje znanstvenik inače ne bi objavio jer ga nitko za to ne bi nagradio. Iz tih je razloga država osnovni financijer i organizator znanstvenog sustava.

Bezinteresni pristup znači da znanstvenike odlikuje objektivnost tj. spremnost na prihvatanje znanstvenih teorija čak i kada nisu u skladu s njihovim osobnim uvjerenjima ili interesima.

Norma organiziranog skepticizma znači da su sve znanstvene tvrdnje i teorije privremene te da ih je dopušteno provjeravati i osporavati. Konformizam u znanosti nije znak lojalnosti nego kršenje znanstvenog etosa.

Mertonove norme bile su kritizirane zbog tri temeljna razloga<sup>5</sup>: (1) navedene norme nisu potpune tj. moguće im je dodati niz drugih normi (individualizam, otvorenost za nova iskustva i sl.), (2) ove su norme izraz idealnog stanja stvari, a ne načina na koji se znanstvenici doista ponašaju i (3) norme nisu opće prihvaćene među znanstvenicima niti se od njih traži da ih poštuju tj. norme su više prikaz rada znanstvenika koji služi za predstavljanje „prema van“, kako bi se dobilo društveno priznanje i financijska sredstva.

Moglo bi se, naime, reći da svaka od Mertonovih normi ima svoju kontra-normu, te da se znanstvenici često ponašaju na način tih kontra-normi<sup>6</sup>. Npr. znanstvenici se mogu ponašati na način da ne poštuju normu univerzalizma, budući da mogu češće citirati i citirati radove već poznatih znanstvenika (tzv. Matejev efekt). Bezinteresni pristup može biti prekršen sprječavanjem napretka mladih znanstvenika kako bi stariji znanstvenici sačuvali svoje pozicije, a normu komunalizma znanstvenik može kršiti tako da skriva svoja otkrića kako bi ih patentirao. Organizirani skepticizam znanstvenik krši kada npr. brani svoje teorije i istraživanja čak i onda kada zna da nisu istiniti. U istraživanju američkih znanstvenika kojeg su proveli Anderson i sur. (2010) podrška Mertonovim normama kretala se od 73% (univerzalizam) do 91% (organizirani skepticizam). Najnižu podršku, dakle, ima norma univerzalizma, što znači da znanstvenici prilikom ocjenjivanja nečijega rada gledaju tko ga je napisao, a ne samo njegov sadržaj.

U ovome istraživanju pokazale su i se neke razlike između znanstvenih područja, iako ne posve konzistentne. Npr. poštivanje komunalizma najmanje prisutnim ocjenjuju znanstvenici iz područja medicine, biologije i kemije, što vjerojatno odražava komercijalizaciju tih područja i patentiranje znanje koje otežava njegovo dijeljenje. Istraživanje Andersona i sur. (2010) također ne potvrđuje da znanstvenici ne shvaćaju ozbiljno normativni etos tj. da on služi samo za stvaranje povoljne slike o

<sup>5</sup> Navedeno na temelju Anderson i sur. (2010).

<sup>6</sup> Anderson i sur. (2010)

znanosti i pribavljanje društvenog ugleda i sredstava za istraživanja. Naime, u tome istraživanju razlika između starijih i mlađih znanstvenika u pogledu procjene u kojoj se mjeri znanstvenici rukovode pojedinim normama iz Mertonovog normativnog etosa nije niti izrazita niti konzistentna. Kada bi normativni etos služio samo za stvaranje povoljne slike, tada bi mlađi znanstvenici, koji tek ulaze u znanstvenu zajednicu, u znatno većoj mjeri vjerovali u njegovu prisutnost od starijih znanstvenika, a to u ovom istraživanju nije bio slučaj.

#### **1. 4. Klasifikacija znanstvenih područja**

Znanost se, prema predmetnom području koje obuhvaća, klasificira na znanstvena područja, polja i grane. Prema trenutnom hrvatskom zakonodavstvu<sup>7</sup>, znanost se dijeli na 7 znanstvenih područja:

1. Prirodne znanosti (fizika, kemija, biologija, matematika, geoznanosti)
2. Tehničke znanosti (elektrotehnika, strojarstvo, građevinarstvo, arhitektura, brodogradnja i sl.)
3. Biomedicina i zdravstvo (temeljne medicinske znanosti, veterina, stomatologija, farmacija i sl.)
4. Biotehničke znanosti (poljoprivreda, šumarstvo, prehrambena tehnologija i sl.)
5. Društvene znanosti (ekonomija, pravo, politologija, sociologija, psihologija i sl.)
6. Humanističke znanosti (filologija, filozofija, povijest, povijest umjetnosti, antropologija i sl.)
7. Interdisciplinarna područja znanosti (javna uprava, europski studiji)

Ovoj se podjeli dodaju i umjetnička područja i interdisciplinarna područja umjetnosti.

#### **1. 5. Klasifikacija znanstvenih istraživanja prema kriteriju primjenjivosti**

Znanstvena se istraživanja, prema kriteriju primjenjivosti, klasificiraju na fundamentalna (temeljna), primijenjena i razvojna.

Fundamentalna se istraživanja odnose na ona istraživanja čiji je cilj dolaženje do novih znanja, bez obzira jesu li ona primjenjiva ili ne. Ovakva istraživanja trebaju biti objavljena u obliku znanstvenih

---

<sup>7</sup> Tj. pravilniku kojeg donosi Nacionalno vijeće za znanost.

radova te nemaju neposrednu financijsku isplativost. Unatoč tom što nisu neposredno primjenjiva, ova istraživanja ključna su za razvoj znanosti jer dovode do boljeg razumijevanja određenog područja stvarnosti, a u konačnici i do razvoja spoznaja koje su primjenjive. Primjerice, otkriće gravitacije u početku nije imalo nikakvu primjenu, no danas se npr. koristi za upravljanje umjetnim satelitima koji se koriste za vremensku prognozu, telekomunikacije i slično.

Primijenjena se istraživanja odnose na rješavanje konkretne problemske situacije pomoću razvoja nove teorije, često specifičnije od fundamentalne teorije. Primijenjena istraživanja često razrađuju spoznaje do kojih se došlo u fundamentalnim istraživanjima kako bi te spoznaje bile primijenjene u određenoj situaciji, no i primijenjena istraživanja donose nove spoznaje tj. imaju teorijski znanstveni doprinos.

Razvojna istraživanja predstavljaju „najpraktičniji“ tip istraživanja budući da im je osnovni cilj razvoj novog proizvoda, usluge, tehnologije ili načina proizvodnje. Razvojna istraživanja često rezultiraju patentima, kojima se istraživači ili istraživačkoj instituciji garantira isključivo pravo na korištenje proizvod na određeno vrijeme. Ova istraživanja obično ne donose proizvodnju novoga znanja tj. nemaju teorijski znanstveni doprinos.

## 1. 6. Znanstvene institucije

Svaki nacionalni znanstveno-istraživački sustav sastoji se od četiri tipa aktera<sup>8</sup>:

1. Proizvođači znanja (znanstvene ustanove)
2. Financijeri znanstvene proizvodnje (javni i privatni)
3. Korisnici znanstvene proizvodnje
4. Donositelji odluka o znanstvenoj politici

Znanstvene se ustanove mogu podijeliti na tri osnovna tipa:

1. Javni instituti
2. Ustanove visokog obrazovanja
3. Ostale ustanove (industrijski instituti, bolnice i sl.)

<sup>8</sup> Prpić i Brajdić Vuković (2005:30).

Ove se ustanove znatno razlikuju po tipu znanstvenih istraživanja koje rade, te po komercijalnoj orijentaciji. Tako javni instituti rade najviše temeljnih istraživanja, "ostale ustanove" najmanje, dok su ustanove visokog obrazovanja negdje u sredini. Javni instituti rade i najviše komercijalnih istraživanja, slijede visokoškolske ustanove te ostale ustanove. Podatci za Hrvatsku navedeni su u donjoj tablici.

Tablica 1 – udio vrsta istraživanja u pojedinim ustanovama (izvor: Prpić i Brajdić Vuković, 2005:58).

	Javni instituti	Visokoškolske ustanove	Ostale ustanove
Fundamentalna	39,9%	22,3%	7,1%
Primijenjena i razvojna	27,0%	40,0%	57,1%
Mješovita	33,1%	37,8%	35,9%
Ukupno	100,0%	100,0%	100,0%

Izvor: Prpić i Brajdić Vuković (2005:58).

Osim tri temeljna tipa znanstvenih ustanova u većini zemalja postoje i tzv. akademije. Naziv „akademija“ vuče korijen iz Platonove škole istoga naziva. Akademije su obnovljene tijekom renesanse gdje su označavale skupine ljudi koji su se okupljali zbog proučavanja znanosti, književnosti, prava i drugih područja<sup>9</sup>. Neke od tih akademija stavljali su jači naglasak na znanstvena istraživanja, neke na proučavanje nacionalne kulture (osobito jezika), a neke su bile statusni klubovi u koje su mogli ući samo istaknuti znanstvenici ili drugi istaknuti članovi društva. Ovu mnogostrukost ciljeva i obilježja moguće je naći i u današnjim akademijama, koje uglavnom imaju sljedeće ciljeve:

1. Istraživačka uloga i uloga nadgledanja i usmjerevanja cijelog sustava znanosti<sup>10</sup>
2. Uloga financiranja znanosti i znanstvenika<sup>11</sup>
3. Savjetodavna uloga<sup>12</sup>
4. Počasna uloga (članstvom se odaje priznanje najzaslužnijim znanstvenicima).

<sup>9</sup> Vidjeti poglavlje o Znanstvenoj revoluciji.

<sup>10</sup> Npr. Ruska akademija znanosti.

<sup>11</sup> Npr. britanski Royal Society.

<sup>12</sup> Npr. američka National Academy of Sciences.

## 2. Temeljni pristupi sociokulturnog proučavanja znanosti

Prema Josephu Ben-Davidu, osnovni pristupi sociokulturnog proučavanja znanosti mogu se razvrstati na temelju dva kriterija:

1. Djeluju li društveni uvjeti samo na ponašanje znanstvenika i znanstvenu djelatnost (kontekst opravdavanja) ili na ideje i logičku strukturu znanosti (kontekst otkrića)
2. Proučava li se znanost na temelju interakcijskog ili institucionalnog pristupa.

Prva dilema odnosi se na to može li se pomoću sociokulturnih preduvjeta objasniti ne samo zašto je neka znanstvena teorija nastala u nekom vremenu, nego i njezin sadržaj.

Interakcijski pristup proučava međudjelovanje znanstvenika (podjela rada, međusobna suradnja, koformizam i grupni pritisak, citiranje i sl.), dok institucionalni pristup proučava organizacijska načela znanstvenih institucija, utjecaj ekonomskog i političkog sustava na znanstvenu produkciju, utjecaj kulture i vrijednosnih sustava na znanost i slično.

Križanje ova dva kriterija može se vidjeti u sljedećoj tablici.

Tablica 2 – osnovni pristupi sociokulturnog proučavanja znanosti

	Interakcijski pristup	Institucionalni pristup
Kontekst otkrića	1	3
Kontekst opravdavanja	2	4

Izvor: prilagođeno na temelju Ben David (1986).

Interakcijski pristup koji se bavi kontekstom otkrića (prvi pristup) relativno je čest. Primjer takvog pristupa je teorija paradigmi Thomasa Kuhna, po kojoj znanstvenici koji rade u okviru jedne paradigme čine zatvorenu zajednicu koja dijeli isti pogled na predmet i metode vlastitog proučavanja, a problemi koji se proučavaju promatraju se kao zagonetke koje se mogu riješiti unutar paradigme unutar koje djeluju. Nakon što paradigma više ne nudi zadovoljavajuća rješenja na „anomalije“, dolazi

do krize i postojeća se paradigma ruši. Znanstvenici tada prestaju biti zatvorena zajednica i razmatraju različite ideje (često i izvanznanstvene) koje im pomažu da izgrade novu paradigmu.

Proučavanje ideja i logičke strukture znanosti (konteksta opravdavanja) na temelju interakcijskog pristupa (drugi pristup) vrlo je rijetko i ne donosi osobite uspjehe.

Institucionalni pristup koji proučava kontekst otkrića (treći pristup) nastoji objasniti zašto su neke teorije u određeno vrijeme prihvaćene ili odbačene. Tako npr. Aleksandre Koyre smatra da je prihvaćanje Newtonovske fizike olakšano kritikom Aristotelove filozofije i porastom popularnosti platonizma u to doba.

Institucionalni pristup koji pružava kontekst opravdavanja (četvrti pristup) tvrdi da se sam sadržaj znanstvenih teorija može protumačiti izvanznanstvenim utjecajima. Primjer predstavlja postavka po kojoj je politička teorija liberalizma rezultat nastanka kapitalizma. Naime, i jedan i drugi polaze od atomističkog pristupa po kojemu je primarna jedinica analize pojedinac, a društvene se grupe (uključujući i državu) stvaraju slobodnim djelovanjem pojedinaca. Drugi je primjer utjecaj Malthusovih postavki o stanovništvu na Darwina i nastanak teorije evolucije. Naime, prevladavajući stavovi o siromaštvu u viktorijansko doba (tj. shvaćanje da je siromaštvo rezultat nesposobnosti pojedinca) djelomično potaknuli Darwina na formuliranje postavke o prirodnoj selekciji – preživljavanju najposposobnijih.

### 3. Sociokulturni pregled razvoja znanosti

#### 3.1. Starovjekovna znanost

##### 3.1.1. Egipat i Mezopotamija

Egipat i Mezopotamija predstavljaju početke pismenosti i postavljanja znanstvenih pitanja - pitanja o univerzalnim pravilnostima u svijetu koji nas okružuje. Ove dvije civilizacije osobito su značajne i zbog toga što su njihova znanstvena znanja preuzeli i dalje razvili Grci. Primjerice, Pitagora je prilikom dužeg boravka u Egiptu upoznao osnove egipatske matematike, a Herodot je također prilikom boravka u Egiptu zabilježio i prenio mnoga egipatska znanja. Civilizacije koje su se počevši od 5. tisućljeća p.n.e. počele razvijati u dolinama Inda (Indija) i Žute rijeke (Kina) također su značile razvoj i napredak ljudske spoznaje, ali njihova postignuća nisu preko Grka došla do Europe (Simonyi, 2012).

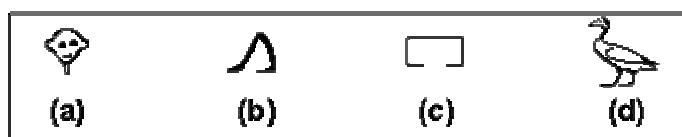
Kao i spomenute dvije civilizacije, Egipat i Mezopotamija („međurječje“) predstavljaju tzv. *hidraulične civilizacije* razvijene u dolinama velikih rijeka. Zemljište u tzv. *plodnom polumjesecu* koji ide od današnjeg južnog Egipta do Perzijskog zaljeva omogućilo je razvoj agrarnih civilizacija, gradova, pismenosti, društvenog raslojavanja uslijed stvaranja viška vrijednosti i slično. Poplave koje donose velike rijeke zahtijevale su organiziranu borbu protiv njih i izgradnju sustava navodnjavanja, što je zahtijevalo centralnu vlast, ali i tehnološka znanja potrebna za njihovo izvođenje. Stoga se, primjerice, u Egiptu vrlo brzo razvijaju geometrijska znanja potrebna za stalno premjeravanje zemljišnih parcela čije su granice brisale poplave.


Podatke o egipatskoj i mezopotamijskoj civilizaciji danas uglavnom crpimo iz zapisa na papirusu (Egipat) i glinenim pločicama (Mezopotamija). Egipatskoj su civilizaciji bile dostupne velike količine kamena koje su koristili za gradnju građevina, a papirus je korišten za zapisivanje znanja. S druge strane, kamen je rijedak u Mezopotamiji pa se u ovoj civilizaciji i za gradnju građevina i za zapisivanje koristila glina. Iz ovog su razloga građevine iz egipatske civilizacije dostupne i danas, dok su očuvani papirusi rijetki. S druge strane, nije sačuvano puno građevina iz mezopotamijske civilizacije, ali su mnoge glinene pločice ostale očuvane (Simonyi, 2012). Danas se kao egipatski izvori, kada je znanstveno znanje u pitanju, najviše koriste tzv. *Ahmesov papirus* (oko 1 650. p.n.e) te tzv. *moskovski papirus* (oko 1 850. p.n.e). Ahmesov papirus često se naziva i *Rhindov papirus*, po škotskom trgovcu i arheologu Henryju Rhindu koji ga je kupio u Egiptu u drugoj polovini 19. stoljeća, a danas se čuva u *British Museumu*. Moskovski papirus krajem 19. stoljeća otkrio je Rus V.S.

Golenichev, a čuva se u *Puškinovom muzeju likovnih umjetnosti* u Moskvi. Najveći broj mezopotamijskih glinenih pločica dolazi iz Asurbanipalove knjižnice u Ninivi, a danas se većina njih nalazi u British Museumu (Simonyi, 2012).

Egipćani su pisali *hijeroglifima* („božje riječi“) koji su se sastojali od znakova koji su tumačeni semantički ili fonetski, odnosno hijeroglifi predstavljaju izvjesnu kombinaciju slikovnog i fonetskog pisma. Dešifrirao ih je Francuz Jean-Francois Champollion koristeći tzv. *Rosetta kamen* na kojemu je egipatski tekst bio preveden na grčki. Semantičko čitanje tumačenje hijeroglifa predstavlja situacije u kojima se hijeroglif svojim izgledom direktno referira na neki objekt ili akciju (ideogram) ili precizira značenje riječi (determinativ). Primjerice, donji hijeroglifi redom znače *lice*, *hodanje*, *kuću* i *patku*.

Slika 1 - primjer egipatskih hijeroglifa



Hijeroglifi su mogli služiti i kao determinativi, precizirajući značenje riječi. Primjerice znak za papirus  dodavao se riječima koje predstavljaju apstraktnu ideju, a tri vertikalne crte množinu.

Kod fonogramskog tumačenja znakovi nose određeno zvukovno značenje koje ne mora biti povezano s izgledom znaka. Primjerice, znak za patku zvučao je otprilike kao „sot“ te se ovaj znak koristio i za prenošenje značenja drugih stvari kada se izgovarao primjerice kao „sit“, „set“, ovisno o kontekstu. Primjerice, uzmimo da se „vladar“ čitalo kao „sit“. U tom bi u slučaju u nekom kontekstu osoba mogla zaključiti da znak za patku treba izgovoriti kao „sit“, odnosno da je u pitanju riječ koja znači „vladar“.

Prilikom pisanja brojeva Egipćani su koristili posebne znakove za svaku jedinicu veličine:

Slika 2 - primjer egipatskih brojeva



Brojevi su pisani ponavljanjem znamenki, pri čemu su veći brojevi pisani prije manjih, a što je ovisilo pisalo li se s lijeva prema desno ili obrnuto.

Primjerice, broj „pet stotina“ pisao se tako da se pet puta ponovio znak za „stotina“.





Vidljivo je, dakle, da je način pisanja znatno drukčiji i manje praktičan od suvremenog pisanja brojeva pomoću brojevnog sustava u kojem isti znakovi nose različitu količinu u ovisnosti o poziciji unutar broja. Primjerice, broj 555 u dekadskom sustavu znači „pet stotica, pet desetica i pet jedinica“.

Kako je napomenuto, potrebe navodnjavanja dovele su do izrazito važnih otkrića u egipatskoj geometriji. Tako su Egipćani poznavali formulu za volumen krnje piramide, a relativno su precizno izračunali i omjer opsega kruga i njegovog promjera (broj  $\pi$ ). Razvili su i specifičan način množenja i dijeljenja na osnovu binarnog sustava tj. potencija broja 2. Primjerice, ako su željeli izračunati umnožak brojeva 15 i 12, Egipćani su uzimali potencije broja 2 koje čine zbroj broja 12 ( $2^1$  i  $2^2$  tj. 4 i 8) te ih pomnožili s 15 i zbrojili dobivene sume. Drukčije rečeno,  $15 \cdot 12 = 180$  zato što je  $15 \cdot 8 + 15 \cdot 4 = 120 + 60 = 180$ . Današnjim načinom množenja zapravo broj 12 razlažemo pomoću dekadskog sustava na jednu deseticu i jednu dvojku ( $10+2$ ), množimo ih sa 15 i zbrajamo dobivene sume -  $15 \cdot 12 = 180$  zato što je  $15 \cdot 10 + 15 \cdot 2 = 150 + 30 = 180$ .

Mezopotamijska se civilizacija nešto prije egipatske razvila u dolinama Eufrata i Tigrisa u gradovima poput Ninive, Ura, Uruka, Lagasha i drugih. Mezopotamijska dostignuća u matematici još su značajnija od egipatskih. Primjerice, poznavali su Pitagorin teorem, formule za kvadrat zbroja i kvadrat razlike, a došli su i do formule za kvadraturu kruga  $P = r^2 \cdot \pi$ , razmišljajući na isti način na koji i Leonardo da Vinci mnogo stoljeća kasnije. Naime, shvatili su da množenjem opsega kruga  $2\pi r$  i njegova polumjera dobijemo površinu koja je dvaput veća od površine kruga. Stoga je  $P = 2\pi r \cdot r/2 = r^2 \cdot \pi$ .

Prilikom računanja u Mezopotamiji korišten je pozicijski brojevni sustav s bazom 60 – seksagezimalni brojevni sustav, a upravo zbog toga danas koristimo sat podijeljen u 60 minuta, minutu podijeljenu u 60 sekundi, puni krug podijeljen u 360 stupnjeva. Primjerice, mi danas broj 346 shvaćamo kao  $346 = 3 \cdot 100 + 4 \cdot 10 + 6$ . U Mezopotamiji taj bi broj bio shvaćen kao  $346 = 5 \cdot 60 + 46$  i zapisan s 5 znakova za broj 60 i znakom za broj 46. Mezopotamijski brojevni sustav nije bio čisti brojevni sustav s bazom 60 jer nije imao posebne znakove za sve brojeve do 60. odnosno kao sub-bazu koristio je dekadski sustav, što se može vidjeti iz prikaza mezopotamijskih brojeva od 1 do 59 na donjoj slici.

Slika 3 - primjer mezopotamijskih brojeva

𐎶 1	𐎶𐎵 11	𐎶𐎵𐎶 21	𐎶𐎵𐎶𐎵 31	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 41	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 51
𐎶𐎶 2	𐎶𐎶𐎵 12	𐎶𐎶𐎵𐎶 22	𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 32	𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 42	𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 52
𐎶𐎶𐎶 3	𐎶𐎶𐎶𐎵 13	𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 23	𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 33	𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 43	𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 53
𐎶𐎶𐎶𐎶 4	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 14	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 24	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 34	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 44	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 54
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 5	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 15	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 25	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 35	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 45	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 55
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 6	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 16	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 26	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 36	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 46	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 56
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 7	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 17	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 27	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 37	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 47	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 57
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 8	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 18	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 28	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 38	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 48	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 58
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 9	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 19	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 29	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 39	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 49	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 59
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 10	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 20	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 30	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 40	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 50	

Pozicijski sustav pisanja brojeva, odnosno ideja da brojka (znak) nosi različite veličine u ovisnosti o tome gdje se nalazi u broju, mezopotamijski je izum koji je prvo u vrlo sličnom obliku upotrebljavan u ptolomejskom Egiptu. Zatim je prenesen u Indiju gdje je korišten za pisanje u dekadskom brojevnom sustavu. Ovo su pisanje preuzeli Arapi te su ga preko španjolskih muslimana preuzeli Europljani.

Egipatska i mezopotamijska civilizacija označile su i početak astronomskih promatranja i bilježenja. Egipćani su tako uočili da poplave Nila počinju odmah nakon što se na nebu pojavi zvijezda Sirijus. Godinu su podijelili na 12 mjeseci, a svaki je mjesec imao 30 dana. Kako je to skupa činilo 360 dana, a godina se sastoji od 365 i  $\frac{1}{4}$  dana, godišnja su se doba kroz godinu postupno mijenjala. Rimski će vladar Julije Cezar ovakvoj podjeli godine dodati po jedan dan svake četvrte, prijestupne godine, a ovaj će se *julijanski* kalendar u Europi zadržati sve do 16. stoljeća i uvođenja *gregorijanskog* kalendara. Astronomska su promatranja, osim predviđanja godišnjih doba, od Novobabilonskog carstva pa nadalje imala i astrološku svrhu.

Iako su egipatska i mezopotamijska matematička i astronomska postignuća bila značajna, treba naglasiti da nije bilo u pitanju teorijsko znanje. Drukčije rečeno, kod matematičkog znanja uvijek je riječ o konkretnim brojevima, a nikad o strogom matematičkom dokazu. Kod astronomskih pojava uvijek je riječ o predviđanju na temelju ponavljanja, a nikad o postojanju određenog astronomskog modela koji bi objasnio međusobni odnos nebeskih tijela (Simonyi, 2012). I u jednom i u drugom slučaju ovo će teorijsko znanje na temelju egipatskih i mezopotamijskih spoznaja postići Grci.

### 3. 1. 2. Antička Grčka

Posebno mjesto unutar starovjekovne znanosti pripada antičkoj Grčkoj koja se može smatrati pretečom suvremene znanosti, ali i zapadne civilizacije. Uvjeti za razvoj znanosti u antičkoj Grčkoj bili su relativno povoljni zbog političke decentraliziranosti koja je omogućavala razvoj različitih mišljenja (ljudi koji se nisu slagali s postojećim režimom mogli su otići živjeti u drugi polis). Osim toga, Grčka je bila trgovačka civilizacija koja je na taj način dolazila u kontakt s drugim civilizacijama i učila od njih. No ipak se ne može govoriti o tome da je znanost u antičkoj Grčkoj postala društvena institucija. Složenija društvena struktura i demokratski politički život tražili su vještine govorništva i logike (tradicionalni moral se gubio i trebalo je pronaći novi), pa su se filozofske škole i razvijale u tom pravcu. Ove su škole razvijale vještine logičkog razmišljanja, no u njima je znanost ipak bila u drugome planu. Tako i **Sokrat** (469. - 399. p.n.e.) razvija tzv. *sokratsku metodu* (niz pitanja kojima su se eliminirale kontradiktorne hipoteze) te smatra da se sve teme mogu kritički i racionalno propitkivati. Konačni cilj sokratske metode bio je stvaranje univerzalnih definicija. Npr. ispitivanjem

različitih vrsta pravednosti i pravednog postupanja dolazi se do dogovora što je to pravednost<sup>13</sup>. Ovdje treba naglasiti i da, bez obzira na razvoj slobode kritičkog mišljenja u antičkoj Grčkoj, ova sloboda još uvijek nije bila neograničena. Npr. Atena je bila društvo u kojemu se društvena solidarnost održavala zajedničkim vrijednosnim sustavom i zajedničkom religijom. Tako su tzv. Eleuzinske misterije služile kao ritualno iskazivanje i jačanje zajedničkog duha<sup>14</sup>, a posebno štovanje božice harmonije Afrodite od strane atenskih žena pokazuje značaj kojega su društvenom jedinstvu pridavali Atenjani, ugroženi stalnim ratovanjem i unutarnjim političkim borbama. U takvom su situaciji filozofi, koji su zahtijevali nesmetano kritičko propitivanje svega, bili nepopularni jer su ugrožavali društveno jedinstvo. Sokrat je tako odbio sudjelovati u Eleuzinskim misterijama jer se u vlastitom sudjelovanju u njima nije smjelo govoriti. Krug filozofa oko Sokrata često je sumnjičen za izrugivanje bogova<sup>15</sup>, pa je Sokrat 399. godine p.n.e. osuđen zbog "kvarenja mladeži i nevjerovanja u državne bogove". Sokratovo suđenje pokazalo je da je društvena kohezija i viši društveni ciljevi još uvijek imaju prednost nad slobodom misli.

Sokratov učenik **Platon** (427. – 347. p.n.e) u svojim djelima (*Država*, *Zakoni*, *Državnik*, *Timej* itd.) nastavlja njegov put traženja univerzalnih obilježja stvari. Naime, prema Platonu sve su stvari promjenjive i nesavršene te se empirijskim proučavanjem može steći samo mnijenje, a ne istinska spoznaja. Stvarna se bit stvari nalazi u njihovim *idejama* koje predstavljaju nadosjetilne entitete. Platonova metafizika odražava se i na njegovoj političkoj filozofiji. S obzirom da je živio u doba turbulentnih političkih događaja i promjena vladavine u grčkim polisima, Platon je smatrao da se savršeni oblik vladavini može naći u ideji savršene države, te da samo država ozbiljena prema ovoj ideji može steći trajnost i stabilnost<sup>16</sup>. U skladu sa svojim aristokratskim porijeklom<sup>17</sup>, ideju savršene države vidi u vladavini najmudrijih tj. u vladavini filozofa.

Platon u svom dijalogu *Timej* donosi i jednog od prvih znanstvenih modela po kojemu se svojstva tijela mogu svesti na elementarne oblike i njihovu strukturu, što je po svojoj osnovnoj ideji slično današnjem modelu po kojemu su tijela građena od elemenata koji su građeni od elementarnih čestica. Platon u svom modelu ulogu elemenata daje pravilnim poliedrima – tetraedru, heksaedru (kocki), oktaedru, dodekaedru i ikosaedru – pri čemu su ova, tzv. Platonova tijela, građena od istostraničnih trokuta, kvadrata i peterokuta (slika 4). Primjerice, kad „razmotamo“ tetraedar dobit ćemo istostranične trokute, a kad razmotamo dodekaedar dobijamo pravilne peterokute (slika 5).

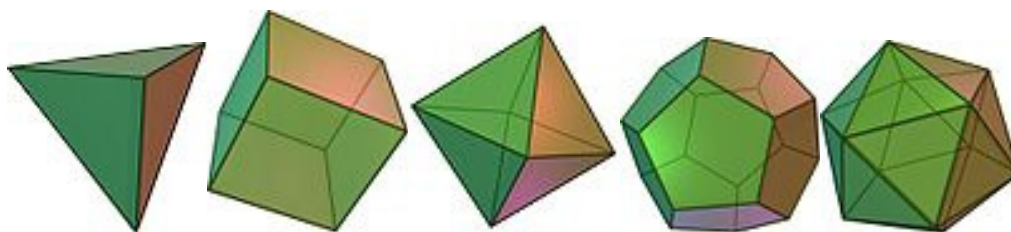
<sup>13</sup> U skladu s praktičnom svrhom svoje filozofije, Sokrat nije ostavio niti jedno pisano djelo.

<sup>14</sup> Eleuzinske misterije vjerojatno su predstavljale štovanje mita o Perzefoni, čija je latentna funkcija bila štovanje prirodnih ciklusa i suočavanje s vlastitom smrtnošću (i pobjeđivanje nad njome).

<sup>15</sup> Jedan od Sokratovih učenika i veliki atenski vojskovođa Alkibijad osumnjičen je za uništavanje atenskih kipova boga Hermesa, zbog čega je izbjegao iz Atene za vrijeme Peloponeskih ratova.

<sup>16</sup> Popper (2003:29).

<sup>17</sup> Platonovi ujaci bili su vođe tzv. Tiranije tridesetorice koja je vladala Atenom kratko vrijeme nakon Peloponeskog rata, a prije ponovne uspostave demokracije.



Slika 4 – Platonova tijela (redom: tetraedar, heksaedar, oktaedar, dodekaedar, ikosaedar)



Slika 5 - razmotani tetraedar i dodekaedar

Njihov izgled Platona navodi na tezu da su četiri elementarne čestice iz grčke filozofije sačinjene od ovih tijela. Primjerice, zemlja je sačinjena od heksedara, što tumači njezinu stabilnost tj. činjenicu da se raspada u veće komade, u grumenje. Vatra je građena od tetraedra, što daje dojam bockanja i boli prilikom njezinog doticanja. Voda je građena od ikosaedra jer teče lagano preko ruke, što podsjeća na osjećaj ikosaedra u ruci. Oktoedar Platon povezuje sa zrakom zbog svoje finoće i blagih prijelaza.

Iako se ovaj model danas ne smatra točnim, moderni modeli čestične građe materije inspirirani su istim idejama simetrije i jednostavnosti, kao i ovaj Platonov. Stoga su mnogi suvremeni fizičari, poput Heisenberga, isticali Platona kao uzor<sup>18</sup>.

Kako je vidljivo, atenske filozofske škole uglavnom su se bavile razmatranjem političkih i etičkih pitanja, a ne znanstvenih pitanja u užem smislu. Najbliže razvitku znanosti približila se **Aristotelova** (384. – 322.) škola (tzv. Peripatetska škola u Likeju), no ubrzo je Aristotelova filozofija prerasla u dogmatski sustav koji nije pogodovao razvoju daljnjem razvoju znanosti. Aristotelova dinamika (teorija gibanja) strogo je odvajala gibanja nebeskih tijela, kao tijela koja se gibaju jednoliko, nepromjenjivo po kružnici, od zemaljskih tijela koja se gibaju nepravilno. Zemaljska su gibanja dalje podijeljena na (1) gibanje živih tijela, kao tijela koja ne zahtijevaju nikakvu vanjsku silu za gibanje (2) prirodna gibanja tijela koja također ne zahtijevaju nikakvu silu za gibanje – npr. kamen bačen u zrak pada na zemlju jer je slične građe kao i ona, a dim iz peći idu u zrak jer je slične građe kao on (3)

<sup>18</sup> Simonyi (2012: 61).

gibanja koja zahtijevaju silu za gibanje jer se inače zaustavljaju – npr. predmet koji smo udarili zaustavit će se nakon nekog vremena jer je sila našeg udarca nestala<sup>19</sup>.

Sve navedene postavke Aristotelove dinamike proizlazile su iz promatranja i interpretiranja empirijskog svijeta, no opovrgnute su nakon pojave Galileja i Newtona.

Općenito se može reći da je u antičkoj Grčkoj vrhunac znanja predstavljala filozofija čiji je cilj bio stvoriti dobrog čovjeka i dobro društvo, a ne empirijski istraživati prirodu. Stoga znanstvena postignuća u to doba nisu bila kontinuirana, a znanost nije bila posebna društvena institucija. Ipak, osim racionalno-logičkog pristupa stvarnosti, prisutnog u filozofiji, u doba antičke Grčke dolazi i do prvih začetaka pojedinih znanosti i do formulacije pitanja na koja će se odgovoriti kasnijim razvojem znanosti.

U doba antičke Grčke dolazi do prvih razrađenih pokušaja tumačenja gibanja nebeskih tijela. Shvaćajući nebesku sferu kao područje savršenosti Grci su smatrali da se nebeska tijela moraju gibati po kružnici, kao najsimetričnijem obliku. Pokušavajući protumačiti kružno gibanje zvijezda tijekom noći<sup>20</sup> te nepravilnije putanje planeta<sup>21</sup>, grčki matematičar **Eudoks** smatra da se Svemir sastoji od niza prozirnih kugli na koje su pričvršćene zvijezde i planeti, a ovaj se model dobro slagao s poznatim kretanjima nebeskih tijela. Aristotel je također prihvatio ovaj model kretanja nebeskih tijela, no njihovo kružno kretanje kod njega proizlazi iz postavke po kojoj su nebeska tijela, za razliku od zemaljskih koja su građena od poznata četiri elementa, građena od petog elementa – etera. Ta tijela su zbog toga nepromjenjiva i mogu se kretati samo po savršenim kružnim putanjama. Zadnju kuglu u tom nizu, po Aristotelu, pokreće tzv. nepokretni pokretač tj. neko vrhovno biće.

U razdoblju antičke Grčke došlo je i do pojave historiografije kao znanosti. **Herodot** (484. – 425. p.n.e.) u svojem djelu *Povijest* donio je pregled razvoja Perzijskog carstva, grčko-perzijskih ratova<sup>22</sup>, kao i etnografske i geografske zapise o tadašnjim civilizacijama (Egiptu, Babilonu...). Za razliku od dotadašnjeg prenošenja povijesnog znanja putem predaja i mitova, Herodot pokušava racionalno, nepristrano i sustavno ispitati događaje oslanjajući se na analizu dokumenata i svjedočenja očevidaca. Zbog toga ga se obično i naziva „ocem povijesti“. Unatoč tome, još uvijek povijesne događaje dijelom objašnjava sudbinom i božanskom intervencijom uzrokovanom nemoralnim ponašanjem ljudi. Za razliku od njega, Tukidid (460.–395. p.n.e.) u svojem djelu *Povijest peloponeskog rata* napušta ideju božanske intervencije i događaje tumači uzročno-posljedičnim odnosima. Tako Peloponeski rat

<sup>19</sup> Simonyi (2012: 67).

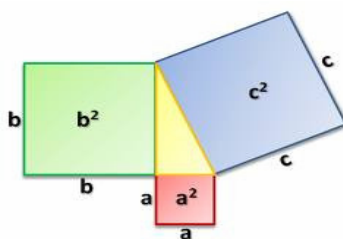
<sup>20</sup> Danas je poznato da se ovo kružno gibanje može protumačiti gibanjem Zemlje.

<sup>21</sup> Grci su ova tijela zato nazvali planetima (grč. „luralica“).

<sup>22</sup> Zahvaljujući Herodotu poznati su detalji velikih povijesnih bitaka između Grka i Perzijanaca – Maratonsko polje, Termopilski klanac, Salamina – čiji je ishod značajno utjecao na odnos Istoka i Zapada i nastanak zapadne civilizacije.

tumači ekspanzivom politikom Atene koja je dovela do reakcije Sparte i njezinih saveznika, pri čemu još pažljivije od Herodota analizira podatke na kojima temelji svoje zaključke. Stoga ga se često i naziva „ocem znanstvene povijesti“<sup>23</sup>. Tukidid se orijentirao isključivo na proučavanje političke povijesti, smatrajući sve ostalo nevažnim ili manje važnim, što će ostati dominantnim pristupom u historiografiji sve do 20. stoljeća<sup>24</sup>.

Uz **Pitagoru** (582. – 496. p.n.e.) i krug njegovih kolega i učenika – tzv. Pitagorejsku školu – vezuju se i značajni pomaci u matematičkom znanju, iako su matematiku razvijale i mezopotamijske civilizacije, osobito Babilonci. Pitagora je rođen na grčkom otoku Samosu, ali je mladost proveo u Egiptu i Babilonu (u zatočeništvu, nakon perzijskog osvajanja Egipta). Tamo se susreo sa dotadašnjim matematičkim spoznajama, ali je od egipatskog svećenstva preuzeo i ezoteričnost pa je njegova škola postala mješavina religijsko-filozofsko-matematičkih spoznaja o kojima se u širem krugu ljudi znalo malo. Škola je djelovala u Crotoneu, gradu koji se nalazi na jugu današnje Italije, a u to doba je bio grčka kolonija. Uplevši se u političke borbe u tom gradu, Pitagora i njegova škola nestali su, što je pojačalo mnogobrojne legende koje su postojale još za vrijeme njegova života. Danas Pitagoru najviše prepoznajemo po tzv. Pitagorinom teoremu, no on i njegova škola nisu ga otkrili, nego vjerojatno samo prvi dokazali. Veće značenje za znanost od spomenutog teorema imalo je pitagorejsko uvjerenje o matematičkoj suštini stvarnosti. Naime, Pitagora i njegov krug ne samo da je vjerovao da se stvarnost može opisati pomoću matematike, nego da sama stvarnost jeste matematika. Prema njima, brojevi nisu apstraktni entiteti, nego se nalaze u stvarima kao geometrijski oblici. Primjerice, pitagorejska definicija Pitagorinog teorema govori o tome da je u pravokutnom trokutu „kvadrat nad hipotenuzom jednak zbroju kvadrata nad katetama“, a ne da je  $a^2 + b^2 = c^2$ .



<sup>23</sup> Iako i tu treba napomenuti da je Tukidid u neka svoja tumačenja donio dozu subjektivnosti, što je zapravo i neizbježno kod proučavanja povijesti. Tako mu Karl Popper u svojoj knjizi *Otvoreno društvo i njegovi neprijatelji* spočitava nesklonost demokraciji i optuživanju Atene za demokratski imperijalizam. Popper smatra da je Tukidid, koji je inače bio aristokratskog porijekla, bio skloniji oligarhijskom uređenju koje je težilo statičnom društvu u kojemu vlada nekolicina i koje treba odbaciti promjene (demokraciju, trgovinu i sl.). Popper zbog toga drži da je Tukidid u svom tumačenju Peloponeskog rata skloniji zauzeti stranu Sparte i njezinih saveznika. O tome više u: Popper (2003:158-172).

<sup>24</sup> Zbog svoje ideje da se vanjska politika može svesti na težnju država da osvoje i prošire vlastitu moć smatra ga se i osnivačem doktrine političkog realizma, pa se njegovo djelo često proučava na diplomatskim i vojnim akademijama.

## Slika 6 – Pitagorejska interpretacija Pitagorinog teorema

Drukčije rečeno, kvadrat broja stvarno je postojeći geometrijski oblik koji postoji u stvarnosti, a ne apstrakcija. Ovaj „pitagorejski sindrom“<sup>25</sup> vezan uz matematičku narav stvarnosti bio je prihvaćen sve do 19. stoljeća kada se shvaća da za različite fizikalne fenomene važe različite vrste matematika, odnosno da matematička spoznaja nije općevažeca. Spoznaja da su dijagonala kvadrata i njegova stranica nesumjerljivi tj. da postoje iracionalni brojevi, otkrivena od strane Pitagorejske škole, stoga je među njima čuvana u strogoj tajnosti jer je dovođila u pitanje matematičku suštinu stvarnosti. Prema crnohumornoj legendi, Hipasus, pitagorejca koji je prvi došao do te spoznaje, bio je bačen s palube broda od strane drugih pitagorejaca.

U antičkoj Grčkoj dolazi i do prvih elemenata znanstvene medicine. Nasuprot prijašnjem magijsko-demonističko-animističkom pristupu (bolest kao rezultat opsjednosti "zlim silama"), grčki liječnik **Hipokrat** (460.-377. p.n.e.) razvija tzv. teoriju humoralne patologije koja je trebala imati empirijsku podlogu. Naime, Hipokrat je smatrao da do bolesti dolazi u slučaju neravnoteže između četiriju osnovnih tjelesnih tekućina – krvi, sluzi, žute i crne žuči. Osim ove teorije, Hipokrat je opisao simptome mnogih tada najvažniji bolesti (sušice, malarije itd.)<sup>26</sup>. Teorija humoralne patologije dovela je do metode liječenja putem puštanja krvi, a ova će metoda biti upotrebljavana sve do kraja 19. stoljeća kada se uviđa njezina neučinkovitost i znanstvena neutemeljenost<sup>27</sup>. Naime, ova je metoda mogla pomoći samo u nekim slučajevima (npr. visokog krvnog tlaka), a mogla je biti učinkovita još samo zbog tzv. placebo efekta.

Hipokratovo učenje nastavlja grčki liječnik **Galen** (129.-210.) koji je živio u antičkom Rimu. Galen je razvio prve teorije krvotoka i živčanog sustava, a bavio se i empirijskim seciranjem životinja kako bi došao do anatomskih i fizioloških spoznaja<sup>28</sup>. U rimsko se doba medicina nije značajnije razvila, iako su Rimljani iskustvenim putem došli do puno korisnih javno-zdravstvenih spoznaja (filtracija vodovodne vode, isušivanje močvara kako bi se spriječila malarija i sl.)<sup>29</sup>.

Razdoblje helenizma (širenja grčke kulture nakon osvajanja Aleksandra Makedonskog) označavalo je nešto jači razvoj znanstvenih istraživanja. Tako je **Eratosten** iz Aleksandrije (276. - 195. p.n.e.) empirijskim putem došao do procjene Zemljinog opsega. Naime, u njegovo se doba pretpostavljalo da je Zemlja okrugla na temelju nekih intuitivnih dokaza. Primjerice, brod koji otplovljava na pučinu polako nestaje s horizonta, pri čemu vrh jedara nestaje posljednji. Ovu je pojavu teško protumačiti ako

<sup>25</sup> Aronov (2003).

<sup>26</sup> Grmek (1996:93-94).

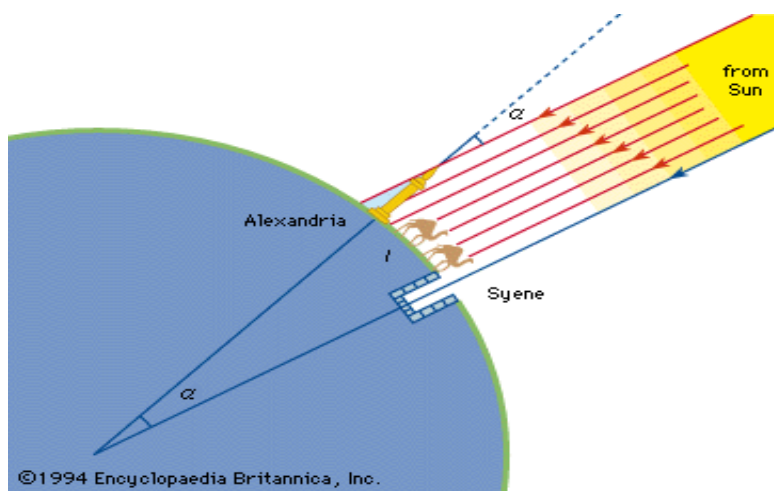
<sup>27</sup> U 19. stoljeću se za puštanje krvi najčešće koriste pijavice, a u ranijim razdobljima različiti kirurški instrumenti.

<sup>28</sup> Seciranje je radio na životinjama jer je seciranje ljudskog tijela bilo zabranjeno iz religijskih razloga.

<sup>29</sup> Grmek (1996:95).



ne pretpostavimo da je Zemlja okrugla. Eratosten je primijetio da u gradu Syeni (današnji Egipat) tijekom ljetnog solsticija ne postoje sjene na zidovima i pretpostavio je da se to događa zbog toga što sunčeve zrake u tom trenutku padaju okomito na taj grad. S druge strane, u tom istom trenutku u Aleksandriji se može izmjeriti sjena koja iznosi 7 stupnjeva. Uz malo geometrijskog znanja može se zaključiti da udaljenost između ova dva grada iznosi  $7/365$  opsega zemlje (slika dolje).



Slika 6 – Eratostenov izračun Zemljinog opsega

S obzirom da je bilo poznato da udaljenost između ova dva grada iznosi oko 800 km<sup>30</sup>, Eratosten je zaključio da ovaj opseg iznosi oko 40 000 km, što je blisko stvarnoj vrijednosti.

**Aristarh** iz Samosa (310. - 230. p.n.e.) kombinacijom empirijske metode i geometrijskog znanja došao je do procjene udaljenosti između Zemlje i Sunca te Zemlje i Mjeseca, a smatrao je i da je heliocentrički sustav točan. No, kako nije bilo moguće primijetiti pomicanje (paralaksu) zvijezda, a što bi se moralo dogoditi ako je heliocentrički sustav točan<sup>31</sup>, tadašnji su astronomi odbacili Aristarhov heliocentrizam, kojeg će ponovno oživjeti tek Kopernik. Umjesto heliocentrizma, bio je prihvaćen **Ptolomejev**<sup>32</sup> (83.-161.) geocentrički sustav. Ptolomej svoj je sustav opisao u djelu *Synthaxis*

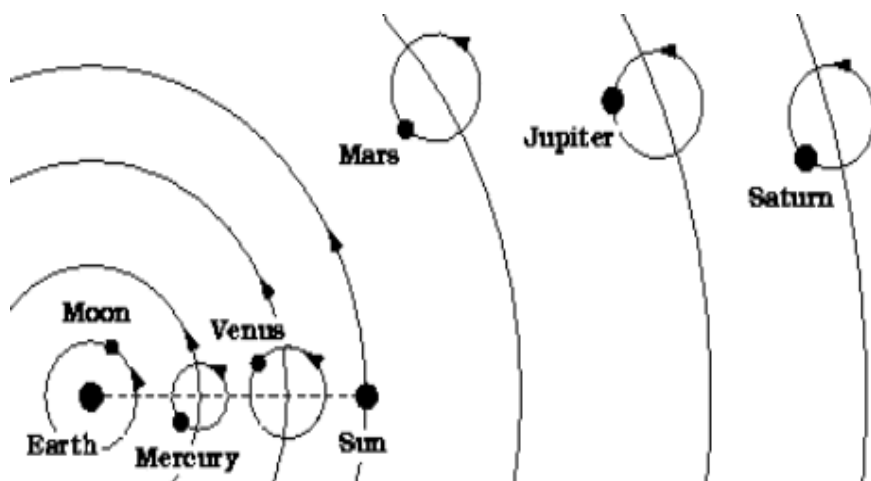
<sup>30</sup> Stvarna udaljenost nije bila točno poznata pa je i Eratostenova procjena opsega Zemlje bila približna.

<sup>31</sup> Današnjim astronomskim instrumentima paralaksu je moguće primijetiti, dok to u Aristarhovo doba nije bilo moguće, pa se činilo kao da zvijezde miruju jer zbog njihove velike udaljenosti nije bilo moguće primijetiti njihovo kretanje.

<sup>32</sup> Ptolomej je bio astronom koji je živio u Egiptu pod rimskom vladavinom, a pisao je na grčkom.



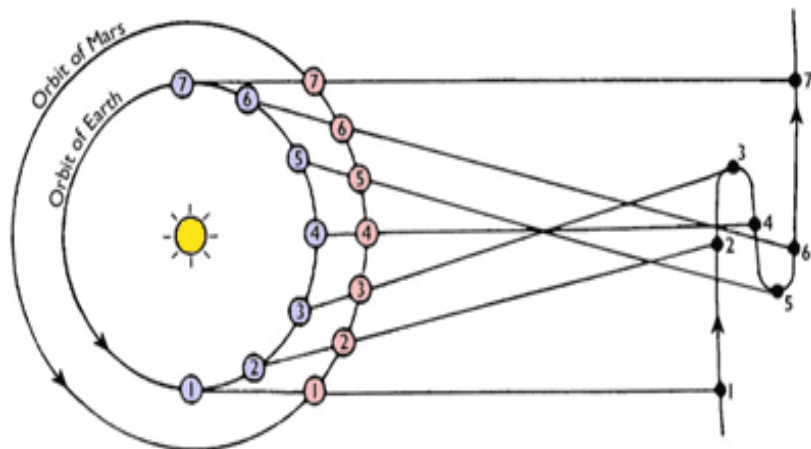
*Mathematice* (poznatije pod arapskim nazivom *Almagest*<sup>33</sup>), a prema njemu gibanje planeta oko Zemlje može se opisati jednom većom kružnicom, nazvanoj deferenta, dok se na deferenti nalazi središte manje kružnice ili epicikle, po kojoj se gibaju planeti. Ovakav model dobro se slagao s gibanjima planeta i služio je kao jedini i vladajući astronomski model sve do Kopernika i kasnijeg prihvaćanja njegovog učenja.



Slika 7 – Ptolomejev sustav

Pomoću epicikli Ptolomejev sustav mogao je protumačiti tzv. retrogradno kretanje planeta. Naime, davno je primijećeno da se planeti kreću u jednom smjeru, zatim zaustavljaju i mijenjaju smjer kretanja. U ptolomejskom sustavu, planet se u donjem dijelu epicikle kreće u jednom smjeru, u u gornjem dijelu u drugom smjeru. U donjoj je slici navedeno tumačenje ovog kretanja prema heliocentričnom sustavu.

<sup>33</sup> U značenju «velika rasprava». Arapski naziv Ptolomejeva djela poznatiji je od grčkog ili latinskog zbog toga što su, kao i kad su u pitanju drugi klasični mislioci, Europljani upoznali njegovo djelo preko Arapa.



Slika 8 – retrogradno kretanje planeta u heliocentričnom sustavu

Posebno značajna institucija za razvoj znanosti u helenističkom razdoblju bila je Aleksandrijska biblioteka. Grad Aleksandriju osnovao je makedonski vladar Aleksandar Veliki osvojivši Egipat pobjedom nad Perzijancima, a vlast nad Egiptom preuzima Aleksandrov vojskovođa Ptolomej. Biblioteka je osnovana vjerojatno u 3. stoljeću p.n.e. pod ptolomejskom dinastijom (Ptolomejevim nasljednicima), a cilj joj je bio skupljanje svih dotadašnjih znanstvenih spoznaja. Nije točno poznato koliko je knjiga (svitaka papirusa) imala (vjerojatno oko 500 000), ali prema legendi svaki brod koji je uplovljavao u aleksandrijsku luku morao je predati sve knjige, koje su zatim kopirane i ostavljane u knjižnici. Aleksandrijska je biblioteka bila dio muzeja koji je predstavljao i središte znanstvenog rada, budući da su se unutar njega nalazile predavaonice, čitaonice i neke vrste laboratorija. Mnogi poznati znanstvenici tog doba, poput Euklida i Arhimeda, dolazili su raditi u Aleksandriju, a neki od njih, poput Eratostena i Aristarha, bili su i glavni knjižničari Aleksandrijske biblioteke. Knjižnica je prvi i drugi puta uništena tijekom vojnih sukoba u rimsko doba. Treći puta namjerno je uništena od strane aleksandrijskog patrijarha nakon uredbе cara Teodozija o zatvaranju poganskih hramova. Četvrti i konačni puta uništena je od strane arapskog kalifa Omara 642. godine.

### 3. 1. 3. Postoji li starovjekovna znanost?

Znanost se kao posebna društvena institucija pojavila u Europi u 16 i 17. stoljeću, te se odatle od 19. stoljeća proširila kao model diljem svijeta. Postavlja se pitanje zašto se to nije dogodilo sve do tada i zašto je znanost kao institucija nastala baš u europskom (zapadnom) kulturnom krugu?

Prema Josephu Ben-Davidu (1986), ova se činjenica ne može objasniti nedostatkom talenta ili nepostojanjem pojma znanosti. Naime, u svim je društvima postojao sloj ljudi zainteresiranih za pravilnosti u prirodi, kao i ideja o razlikovanju ovih pravilnosti od magije i religije. Stoga su za nepostojanje znanosti kao posebne institucije vjerojatno odgovorni društveni i kulturni čimbenici. Naime, ova su se znanja pojavljivala i nestajala tj. nije bilo sustavnog i kontinuiranog znanstvenog istraživanja, kao niti prenošenja znanstvenog znanja. To je dovodilo do situacija da se pojedina znanstvena dostignuća zaboravljaju i ponovno otkrivaju tek stoljećima kasnije. Tako je grčka znanost djelomično otkrivena tek u razdoblju renesanse, a npr. Aristotela je srednjovjekovna Europa upoznala tek preko arapskog svijeta. Postojalo je i namjerno uništavanje znanstvenih spoznaja kako bi se zaustavio napredak (npr. u Kini krajem 3. stoljeća p.n.e.).

Za razliku od današnje situacije u kojoj postoje specijalizirane znanstvene institucije i mediji kojima se prenosi znanstveno znanje (specijalizirani časopisi, knjige i sl.), u starovjekovno se doba znanstveno znanje moglo naći u okviru filozofske, teološke ili tehnološke literature, a ovakva je situacija uglavnom ometala samostalni razvoj znanosti. Za prenošenje su znanja, dakle, uglavnom bili zaduženi filozofi, tehnolozi, liječnici ili teolozi (religijske vođe), no njihovi interesi i društvena uloga nisu bili posve sukladni cijepljenjima znanosti.

Tehnolozi-praktičari svoj su rad djelomično bazirali na znanstvenim spoznajama, no njihova praksa nije mogla dovesti do razvoja znanosti iz više razloga. Prije svega, teorija još uvijek nije bila razrađena i mogla je objasniti relativno malo stvari. Tako je astronomija kroz iskustvo astronomske pojave povezala s godišnjim dobima i stvorila primjenjive kalendare. No ovaj je zadatak potpuno riješen relativno rano (već u Babilonu) i daljnjeg napretka nije bilo. S druge je strane astrologija, unatoč što nije bila postavljena na znanstvenim osnovama, nudila rješenje mnogih praktičnih problema te su usluge astrologa bile vrlo cijenjene<sup>34</sup>. Na sličan je način i medicina bila suočena s relativno oskudnim znanjem i mnoštvom praktičnih problema – potrebom liječenja ljudi. Kako bi sa sebe skinuli odgovornost za liječenje ljudi i moguće neuspjehe liječnici su se oslanjali na magiju ili tradicionalnu medicinu; naime, u slučaju neuspjeha pri primjeni novih metoda liječenja odgovornost bi bila isključivo na liječnicima. Stoga se medicina nije posvetila medicinskom istraživanju utemeljenom na znanosti, nego joj je cilj bio povezati se s drugim oblicima znanja i uvjeriti ljude da je uspješna. U arapskoj civilizaciji, kasnom antičkom razdoblju i kršćanskoj Europi postojala i zabrana seciranja ljudskog tijela utemeljena na religijskim razlozima. Otud i konzervativnost medicine koja je trajala sve do modernog doba. Medicina je sve do prvih elemenata znanstvene medicine u antičkoj Grčkoj bila zasnovana na magijskoj i demonističko-animističkoj teoriji po kojoj do bolesti dolazi zbog opsjednutosti zlim duhovima ili božje kazne. U skladu s time, liječenje je bilo religijsko-magijski čin.

<sup>34</sup> Tako su se neki od poznatih astronoma (npr. Johannes Kepler) bavili astrologijom kako bi zarađivali za život.

Ipak, mnogi su narodi empirijskim putem došli do određenih pravila i postupaka koji su mogli pomoći u sprječavanju i liječenju bolesti<sup>35</sup>.

Graditelji i arhitekti, s druge strane, nisu toliko bili povezani s magijom i religijom i oslonjeni na tradiciju, ali njihova praksa nije zahtijevala puno znanstvene teorije da bi bila uspješna, pa stoga graditeljska tradicija nije niti mogla dovesti do većeg razvoja znanosti. Primjerice, prilikom izgradnje atenskog Partenona korišteno je iskustveno znanje o optičkim varkama, no ovo znanje nije bilo zasnovano na znanstvenim teorijama. Naime, u povijesti arhitekture poznata je izreka da "Partenon ne sadrži ravne linije", a njome se cilja na činjenicu da su linije, prema mišljenju koje je započelo sa starorimskim arhitektom Vitruvijem, namjerno zakrivljene upravo zato da bi gledatelj dobio dojam ravnih linija, što je posljedica optičkih varki. Tako se stepenice zakrivljuju u sredini, a stupovi su lagano podebljani također u sredini.



Slika 9 – atenski Partenon

Općenito je kod svih tehnoloških (praktičnih) struka – medicine, astronomije i graditeljstva - često dolazilo i do zaboravljanja znanstvene osnovice na kojoj je praksa sazdana budući da je bilo važnije primijeniti znanje, nego znati kako je do njega došlo.

Nepovezanost tehnologije i znanosti u starovjekovnim kulturama, osobito onoj helenističkoj, bila je rezultat ne samo nerazvijenosti znanosti nego i tipa tadašnje socijalne strukture. Naime, društva su bila podijeljena na slobodne ljude i robove, pri čemu su ovi potonji bili zaduženi za fizički rad za koji nisu bili plaćeni. Jeftini robovski rad zaustavljao je ekonomsku motivaciju za razvoj tehnologije, a time i za daljnji razvoj znanosti. Na indirektan način socijalna struktura zasnovana na robovskom radu stvorila

<sup>35</sup> Npr. Egipćani su ljudima koji su slabije vidjeli davali životinjsku jetru, što je zbog vitamina A koji se nalazi u jetri doista bilo učinkovito, unatoč tome što se tada nije poznavao uzrok te učinkovitosti (Grmek, 1996:84-92).

je i prezir prema fizičkom radu koji se, primjerice, ogleda u Aristotelovoj definiciji roba kao oruđa koje govori. Ovaj prezir doveo je do toga da su mnogi pripadnici intelektualne elite svoje interese prema humanističkim, a ne prema praktično-znanstvenom znanju koje bi moglo popraviti materijalne uvjete života.

Kod filozofa je, unatoč činjenici da su se bavili i znanošću, naglasak također bio na primjeni, a ne na teorijskom znanju. Zadatak filozofije bio je dati moralne poduke o tome kako stvoriti dobrog i mudrog čovjeka i dobro organizirano društvo. Stoga je i naglasak bio na filozofiji morala, politike i prava, a ne na empirijskom istraživanju prirode, Svemira i položaju čovjeka unutar njega. Zato je tradicija proučavanja prirode prenesena unutar magije i mistike, a ne u okvirima filozofije.

Dakle, znanost je mogla postati posebna društvena institucija samo ako joj se priznala posebna društvena uloga (pronalaženje teorijskog znanja o prirodnim fenomenima), a što u tradicionalnim društvima nije bio slučaj. Filozofi su bili usmjereni na pronalaženje pravila za nastanak savršenog čovjeka i savršenog društva, dok graditelji i liječnici također nisu bili oslonjeni na teoriju iz razloga koji su opisani. Znanost nije mogla dokazati da su njezine spoznaje važne s moralnog, religijskog ili magijskog stajališta pa se stoga i nije smatrala potrebnom.

### 3.2. Znanost u srednjovjekovno doba

Kako je ranije napomenuto, helenistička kultura nije značajnije povezivala tehnologiju i znanstveno znanje. Prezir prema radu i neefikasna ekonomija zasnovana na besplatnom robovskom radu, skupa s barbarskim osvajanjima, doveli su do pada Rimskog carstva i gubljenja tradicije helenističke kulture.

Klasično naslijeđe uglavnom je izgubljeno, iako su neka znanja ostala sačuvana. Prijenos klasičnog naslijeđa u srednjovjekovnu Europu jednim se dijelom dogodio direktno, a jednim dijelom preko Bizanta i Arapa<sup>36</sup>. Dobar dio znanja sačuvano je i preneseno zahvaljujući **Boeciju** (480. – 525.) i njegovim prijevodima dijelova **Euklidovih** Elemenata te dijelova Platonovog Timeja i Aristotelove logike. Boecije je bio savjetnik ostrogotskog vladara Teodorika Velikoga, a pogubljen je zbog političko-vjerskih neslaganja s njim. Kako je Crkva bila protivnica Ostrogota i njihovog arijanskog učenja, Boecije je proglašen mučenikom, a njegova djela sačuvana. Osim ovih prijevoda, sačuvana su i neka djela Seneke, Vitruvija, Lukrecija i drugih, pa **Izidor iz Seville** (560. – 636.) skuplja sva postojeća starovjekovna znanja u svojevrstu enciklopediju. Kako je bio jedan od posljednjih zapadnjaka koji je poznavao klasično naslijeđe, njegova su djela bila glavni izvor za proučavanje ovoga naslijeđa u srednjovjekovlju.

<sup>36</sup> Simonyi (2012: 129-136).

Jedan dio klasičnog naslijeđa prenesen je i putem Bizantskog carstva. Iako je Bizant bio poznat po tehnološkim dostignućima (npr. Aja Sofia, vojna tehnologija i sl.) te je bio gospodarski napredniji od Zapada najmanje do 12. stoljeća, najveći dio sačuvanog klasičnog naslijeđa ipak se odnosio na književnost, a tek manji dio na znanost. Najveći dio klasičnog naslijeđa indirektnim je putem prenesen putem Arapa.

Arap su, za razliku od Bizanta, potpuno ignorirali grčko književno naslijeđe (npr. dramsku književnost), ali su bili vrlo zainteresirani za njezinu znanost<sup>37</sup>. Doduše, u početnim osvajanjima nije bilo tako, pa je zabilježeno da je kalif Omar 641. godine uništio sve preostale knjige u Aleksandrijskog knjižnici, a time i veći dio klasičnog znanja. Arapi do grčkog znanja dolaze putem kršćana Nestorijanaca koji su živjeli u Siriji, kao i putem kršćanskih znanstvenika koji odlaze u Perziju nakon što je bizantski car Justinijan 529. godine ukinuo sve filozofske škole. Uslijedili su prijevodi svih važnijih grčkih mislilaca na arapski. Europa se s ovim prijevodima upoznaje na nekoliko točaka međucivilizacijskog kontakta, od kojih su najvažnije Sicilija, ponovna osvojena od Normana u 11. stoljeću, te Španjolska. U Španjolskoj su postojala arapska učilišta u Toledu, Salamanci i Segoviji, na kojima su studirali i neki zapadnjaci te se tako postupno upoznawali s klasičnim svijetom. Direktni prijevodi s grčkog na latinski većine najvažnijih mislilaca (Aristotela, Arhimeda, Euklida, Ptolomeja) događaju se uglavnom u 11. i 12. stoljeću.

Dugo razdoblje srednjovjekovlja, iako po mnogim obilježjima nije bilo pogodno za razvoj znanosti, dovodi do postupnog razvoja tehnologije i mijenjanja kulturološke valorizacije ljudskog rada<sup>38</sup>. **Sv. Benedikt iz Nursije** (480. - 543.) osniva vlastiti redovnički red, a u njegovim se pravilima naglašavaju i duhovni (kontemplativni) i aktivni život – *ora et labora (moli i radi)*. Time ljudski rad zadobiva novo dostojanstvo jer se shvaća kao aktivnost koja se također radi na milost božju tj. aktivnost koja predstavlja vjersku dužnost. Tjelesni rad tako postaje nešto dostojno i intelektualnih elita, a ne samo običnih ljudi. **Sv. Franjo Asiški** (1181. – 1226.) osnivanjem franjevačkog reda i svojim naglašavanjem ljubavi prema prirodi, dovodi do novog interesa za istraživanje prirode.

Kroz cijelo srednjovjekovlje dolazi do niza izuma poput postupnog usavršavanja upotrebe vodene energije – mlinovi, izvlačenje vode iz rudnika, usavršavanja pluga, izuma plodoreda – jesenska i zimska sjetva te trećina zemlje na ugaru. Ovi izumi omogućavaju postupni gospodarski razvoj, a zasnovani su, osim na religijskim promjenama navedenim gore, na promjeni socijalne strukture. Naime, budući da tijekom srednjovjekovlja postupno dolazi do nestajanja robovskog rada, dolazi do potrebe izuma strojeva, a time i do tehnološkog razvoja. Socijalna struktura zasnovana na podjeli na

<sup>37</sup> Simonyi (2012: 133).

<sup>38</sup> Simonyi (2012: 122).

feudalce i kmetove, također u određenoj mjeri motivira one koji rade na zemlji (kmetovi) na pokušaje povećanja produktivnosti u poljoprivredi.

Znanost u suvremenom smislu nije postojala u doba srednjovjekovlja, no veliki korak u tom smjeru učinjen je osnivanjem sveučilišta. Sveučilišta su bila organizirana kao korporacije tj. organizacije s vlastitom pravnom osobnošću koju su svjetovne i crkvene vlasti poštovale, što je stvorilo određeni prostor slobode u kojemu se moglo relativno neometano raspravljati o znanosti. Sveučilišta su, čak i kada određena pitanja nisu empirijski istraživala, postavljala znanstveno relevantna pitanja koja će biti odgovorena kasnije. Osim toga, sveučilišta su stvorila određenu vrstu "institucionalne memorije" tj. omogućila su prenošenje znanja stvarajući znanstvenike, ali i knjige, knjižnice i sl.<sup>39</sup> Znanost, naime, za vlastito prenošenje treba posebne institucije tj. ne može se prenositi prešutno, s generacije na generaciju, kao npr. tehnologija. Korijeni sveučilišne akademske slobode mogu se naći u dokumentu *Authentica Habita* (1155), kojim je car Fridrich I Barbarossa, potaknut okolnostima u Bologni, sveučilištima dao neke povlastice poput slobodnog putovanja u svrhu poučavanja i učenja, izuzeća od gradskih sudova i drugih povlastica koje su uobičajeno imali klerici (svećenstvo). Osobito je važno bilo izuzeće od kolektivnog kažnjavanja zbog djela koja su počinili sunarodnjaci sveučilištaraca. Naime, kako su studenti dolazi iz raznih dijelova Europe, zbog načela kolektivne krivice često su bili kažnjavani zbog nečega što su učinile osobe iz njihove države. Osim careva, ovakve povlastice davale su i pape, a često su dovodile do sukoba s gradskim vlastima budući da su sveučilištarci zloupotrebljavali imunitet i kršili lokalne zakone<sup>40</sup>. Često se događalo i da zbog sukoba sveučilištarci prekinu nastavu na nekoliko godina ili presele u drugi grad. Ova akademska sloboda, međutim, nije u potpunosti uključivala pravo samostalnog određivanja onoga što će se učiti i poučavati, iako je sloboda određivanja nastavnog programa bila različita u različitim područjima znanosti. Tako su područja geometrije, algebre i empirijske astronomije bila relativno neproblematična jer nisu bila u suprotnosti s crkvenim dogmama pa ih Crkva nije niti pokušala regulirati i nadzirati. S druge strane, pitanja prirode Svemira bila su vrlo osjetljiva jer su mogla doći u koliziju s crkvenim učenjem<sup>41</sup>

Prva srednjovjekovna sveučilišta u Europi obično su izniknula iz starijih škola koja su se razvijala oko katedrala i samostana. Primarna funkcija katedralnih škola bila je školovanje svećenstva, no s vremenom su se u njih primala i djeca iz aristokratskih slojeva koja nisu trebala postati svećenici nego su se školovali za položaje u administraciji. Katedralne škole se osobito brzo šire u razdoblju tzv. Karolinške renesanse, budući da Karlo Veliki, kroz zakon poznat kao *Admonitio Generalis*, osnivanje katedralnih škola čini obvezom svake biskupije. Katedralne škole imale su sličan nastavni program

<sup>39</sup> Bekar i Lipsey (2002).

<sup>40</sup> Vjerojatno najpoznatiji takav sukob između sveučilištaraca i građana bio je onaj u Oxfordu 1355., kada je u njemu stradalo stotinjak ljudi.

<sup>41</sup> Bekar i Lipsey (2002:13).

kao i kasnija sveučilišta, samo na nešto nižoj razini. No, katedralne škole nisu imale vlastitu pravnu osobnost tj. nisu bile korporacije, kao što je to slučaj sa sveučilištima.

U prvoj fazi razvoja sveučilišta latinska riječ za sveučilište – *universitas* - označavala je samo cehovsku zajednicu nastavnika i/ili studenata (npr. *Universitas magistrorum et scholarium*), dok u drugoj fazi počinje označavati sveučilište kao korporaciju. U prvoj se fazi sveučilište često označavalo izrazom *studium generale*, a taj izraz predstavlja osnovicu hrvatske riječi „sveučilište“. Ovim se izrazom naglašavalo da sveučilište treba imati sve tada uobičajne fakultete, a to je bio i jedan od osnovnih uvjeta za formalno stjecanje statusa i naziva sveučilišta. Prvo srednjovjekovno sveučilište u Europi osnovano je u Bologni 1088. godine, iako carsko priznanje dobiva tek 1158. godine. No, ranija se godina obično uzima kao godina osnivanja, a to danas čini i samo sveučilište u Bologni, zbog činjenica da je 1088. godine to sveučilište osnovano kao korporacija studenata, što je predstavljalo revolucionarnu i dalekosežnu novinu. Zatim su slijedila sveučilišta u Parizu (1150), Oxfordu (1167) itd<sup>42</sup>. Nastanak sveučilišta i njihovo masovno širenje upravo u 12. i 13. stoljeću može se povezati sa jačim gospodarskim razvojem koji dovodi do potrebe većeg broja obrazovanih (pismenih) ljudi za obavljanje administrativnih poslova. K tome, tzv. Gregorijanska reforma unutar Crkve jači je naglasak stavila na poznavanje kanonskog prava i jače obrazovanje samih svećenika i redovnika. Ova su sveučilišta činila jedinstveni akademski sustav u Europi budući da je akademski stupanj stečen na jednom od sveučilišta označavao mogućnost poučavanja na svim drugim sveučilištima (tzv. *ius ubique docendi*), iako su to pravo u početku imala samo sveučilišta u Bologni, Parizu i Salernu, a svako je sveučilište ovo pravo moralo dobiti posebnom papinskom ili carskom poveljom.

Sveučilišta su obično osnivana na tri načina, a načini njihova osnivanja obično su definirali i načine financiranja:

1. Sveučilišta osnovana od strane samih nastavnika i studenata (npr. Sveučilište u Bologni), pri čemu su nastavnika plaćali sami studenti.
2. Sveučilišta osnovana i financirana od strane Crkve (npr. Pariz)
3. Sveučilišta osnovana i financirana od strane države – vladara (npr. Oxford)

Osim načina financiranja, osnivač sveučilišta usmjeravao je i osnovnu orijentaciju sveučilišta. Tako se u Bologni uglavnom poučavalo pravo, a u Parizu teologija.

<sup>42</sup> Godine nastanka pojedinih srednjovjekovnih sveučilišta često su približne jer nisu poznati točni trenutci u kojima su ta sveučilišta bila priznata od strane carske i/ili papinske vlasti.



Studij je bio strukturiran na način da se prvih šest godina na Filozofskom fakultetu proučavalo tzv. sedam slobodnih vještina<sup>43</sup> (septem artes liberales) – trivij<sup>44</sup> (gramatika, retorika i dijalektika) i kvadrivij (aritmetika, geometrija, astronomija i glazba). Nakon toga se školovanje moglo nastaviti na medicinskom, pravnom ili teološkom fakultetu. Učenje nije bilo istraživačkoga tipa, nego je korištena tzv. skolastička metoda. Naime, uglavnom se učilo iz knjiga koje su smatrane vrhuncem spoznaje na nekom području (npr. Aristotelova *Fizika* ili *Summa theologiae* Tome Akvinskoga). Drugačije rečeno, istina nije bilo nešto što je trebalo pronaći metodama empirijskog istraživanja, nego nešto što je već poznato i zapisano u knjigama velikih učitelja. Upućenost na autoritete vidljiva je i iz činjenice da se sveučilišni kolegiji nisu organizirali prema temama (sadržajno), nego su okosnicu činile pojedine knjige. Stoga se o srednjovjekovnim sveučilištima i ne može govoriti kao o tvorcima znanosti i znanstvenog istraživanja, iako su prvi moderni znanstvenici obrazovani na sveučilištu i na njima su uglavnom i predavali (Galileo, Newton, Kopernik itd.)

Drugačije rečeno, svrha srednjovjekovnih sveučilišta bila je obrazovati svećenike, pravnike, državne službenike i liječnike, a ne proizvoditi znanost i znanstvenike. Stoga su se najvažnija znanja odnosila na filozofiju, teologiju, klasičnu filologiju i teorijske aspekte medicine. Znanost je nalazila svoje mjesto na sveučilištima, no to je mjesto bilo drugorazredno jer je znanost bila integrirana u druge discipline. Npr. kemija je bila dio medicine, a fizika dio filozofije, pa je iz tih razloga bavljenje znanošću bilo stvar individualnih sklonosti pojedinih znanstvenika, a ne dio sustava. Zato se i moglo dogoditi da se jedan nastavnik medicine mogao baviti kemijskim istraživanjima zbog svojih interesa za kemiju, dok bi se njegov nasljednik bavio samo praktičnim liječništvom te nije nastavio ta istraživanja jer to nije bio obvezan raditi<sup>45</sup>. Neutemeljenost pojedinih znanosti u empirijskim spoznajama može se vidjeti i na primjeru srednjovjekovne medicine. Naime, medicina je u srednjovjekovno doba bila uglavnom zasnovana na komentiranju starih tekstova (uglavnom Galena), a postojala je i podjela na teorijsku i praktičnu medicinu<sup>46</sup>. Teorijska medicina proučavana je na sveučilištima, a studenti koji su završili studij medicine zvali su se fizicima (ili medicima). Praktičnom medicinom bavili su se kirurzi koji su bili obrtnici i nisu bili sveučilišno obrazovani. U većini su zemalja zanimanja briača i kirurga bila fuzionirana, što ukazuje na neznanstvenu podlogu ovoga zanimanja u srednjovjekovno doba. Ovakva je podjela uglavnom rezultat crkvene zabrane bavljenja medicinom redovnicima, donešene na koncilu u Clermontu (1130.), kao i pravila da svećenik ne smije prolijevati krv<sup>47</sup>.

<sup>43</sup> Ove vještine su se nazivale slobodnim jer nisu uključivale znanje koje je bilo neposredno i praktično primjenjivo.

<sup>44</sup> Trivij je bio nešto jednostavniji od kvadrivija, iz čega proizlazi i etimologija riječi "trivijalan".

<sup>45</sup> Ben-David (1986:77).

<sup>46</sup> Jakšić (1996:41).

<sup>47</sup> Grmek (1996:99).

### 3.3. Znanstvena revolucija

Tzv. *znanstvena revolucija* u 16. i 17. stoljeću uglavnom se odnosi na otkrića koja su se dogodila u fizici (najviše astronomiji) i matematici. Međutim, prve naznake ove revolucije mogu se vidjeti i u srednjovjekovno doba, kao i u renesansi. Tako se u Europi od 11. stoljeća počinje osjećati buđenje duhovnog života, koje neki pripisuju ponovnom otkriću grčke misli, neki tehnološkom napretku, a neki povećanom utjecaju kršćanstva<sup>48</sup>. U renesansno vrijeme može se uočiti pomak prema drukčijem shvaćanju znanosti i spoznaje. Naime, renesansno razdoblje označava i potpuni pomak prema utilitarnosti ljudske spoznaje<sup>49</sup>. U antičkoj Grčkoj i Rimu visoko se cijnila teoretska spoznaja koja nije bila usmjerena prema praktičnoj koristi (Grčka), odnosno sudjelovanje u političkom životu (Rim). Primjerice, Grci su prezirali sve one ljudske aktivnosti koje su bile usmjerene nuždom (fizički rad, rad za plaću), nasuprot čistoj kontemplaciji istine (theoria) ili političkom životu. Svojevrsni prezir prema praktičnosti zadržan je u kršćanstvu, iako je ljudski rad, s obzirom da je bio posljedica prvobitnog grijeha, zadržao određenu vrstu dostojanstva. Renesansa dovodi do potpune reorijentacije odnosa prema praktičnosti spoznaje. Primjerice, Francis Bacon u djelu *Novum Organum* istinu izjednačava s korisnošću, smatrajući da se istina otkriva upravo tragajući za onim oblicima spoznaje koji ljudima donose praktičnu korist i ovladavanje svijetom Prirode.

Osobito veliki utjecaj na nastanak novovjeke znanosti imala je tradicija tzv. hermetizma, koja se temelji na djelu *Corpus Hermeticum*. Ovo je djelo na grčkom jeziku nastalo tijekom helenističkog razdoblja, no dugo je vjerovano da ga je napisao Hermes, kao i da predstavlja izvor iz kojega su ideje crpili svi veliki starovjekovni mislioci<sup>50</sup>. Istina je zapravo drugačija, budući da *Corpus Hermeticum* predstavlja kompilaciju judaizma, kršćanstva, platonizma, stoicizma, astrologije, alkemije i drugih tradicija<sup>51</sup>. U njegovoj osnovi stoji tajno znanje, dostupno samo povlaštenoj eliti mislilaca, a koje je čovjeka trebalo osposobiti na gospodarenje prirodom i upravljanje tajnim silama koji stoje u njenoj pozadini. Helenizam, u kojemu je nastalo ovo djelo, općenito je označavao pomak prema praktičnoj upotrebi znanja, nasuprot grčkom idealu teoretskog znanja koje se stječe zbog samoga sebe. Hermetizam je tako obećavao produženje života, stjecanje bogatstva, predviđanje budućnosti i slično.<sup>52</sup>

<sup>48</sup> Dougherty (2009).

<sup>49</sup> Prema Jaroszyński (2007: 134-138).

<sup>50</sup> Prema Jaroszyński (2007: 139-140).

<sup>51</sup> Tako je npr. Roger Bacon smatrao da je filozofija koju je Bog izvorno prenio Adamu, preko istočnjačkih mislilaca, Grka i Židova došla do tadašnje Europe. Drugačije rečeno, uvriježeno je mišljenje bilo da su prijašnji mislioci prenosili izvornu istinu, iako u nesavršenom obliku. Hermetička tradicija gledana je upravo na taj način.

<sup>52</sup> Prema Jaroszyński (2007: 140).

Upravo iz hermetičke tradicije Francis Bacon preuzeo je svoju ideju o znanju kao moći, iako je od nove znanosti zahtijevao metodičnost i empirijsku potkrijepljenost, a hermetički utjecaj postojao je i u slučaju Luthera i drugih protestantskih mislilaca. Luther je, primjerice, težnju za apsolutnim znanjem smatrao uzaludnom i grešnom, dok su spoznaja prirode i praktično znanje zauzimali puno važniju poziciju, kao načini shvaćanja božjeg stvaranja.

Hermetička tradicija bila je vrlo utjecajna u razdoblju renesanse, a njezine ideje utjecale su na nastanak suvremene znanosti. Primjerice, alkemijska tradicija utjecala je na nastanak kemije i drugih znanosti. Alkemičari su nastojali pronaći načine pretvaranja svih metala u zlato, polazeći od osnovne ideje da su svi metali građeni od iste tvari, ali da imaju različitu "dušu". Iako je ova ideja bila pogrešna, alkemičari su polazili od eksperimentalne metode, a tu su metodu preuzeli i novovjekovni znanstvenici<sup>53</sup>. Novovjekovna je znanost odstupila od hermetičke znanosti na način da je znanost učinila javnim i demokratskim projektom, dok je hermetizam smatrao da je znanje opasno prenositi širokim krugovima ljudi, te da samo znanstvenici mogu odlučiti koje je znanje moguće prenijeti drugima. Ova je ideja bila tako općeprihvaćena da su težnje novovjekovnih znanstvenika za demokratizacijom znanja dočekane s otporom trgovaca, obrtnika i državnika. Prve dvije skupine bojale su se gubitka profita, a državnici su smatrali da demokratizacija znanja može ugroziti državnu stabilnost<sup>54</sup>.

Određeni utjecaj na nastanak novovjeke znanosti imala je i židovska kabala («preneseno znanje»), koja je svojim misticizmom brojeva i utilitarnom usmjerenošću inspirativno djelovala i na renesansne mislioce<sup>55</sup>.

Znanstvena revolucija pripremljena je pojavom heliocentričnog sustava kojeg je predložio **Nikola Kopernik** (1473. – 1543.), a u kojemu se svi planeti (uključujući i Zemlju) gibali oko Sunca. Ovaj sustav unio je značajne promjene u pogledu na svijet, pa se obično i naziva *kopernikanskim obratom*. Naime, heliocentrični sustav značio je da Zemlja i ljudi nemaju povlašteni položaj u Svemiru, što je početak osporavanja religijskog svjetonazora. Pri tome valja spomenuti da Kopernik ipak nije mogao dati eksperimentalne dokaze u prilog svoje teorije, unatoč njezinoj matematičkoj jednostavnosti. Naime, kao i u slučaju Aristarha stoljećima ranije, nepostojanje zvjezdane paralakse korišteno je kao dokaz heliocentrizma. Osim toga, kretanje Zemlje nije moguće primijetiti u svakodnevnicima, dapače

<sup>53</sup> Prema Jaroszyński (2007:142)

<sup>54</sup> Iako treba naglasiti da je čak i Bacon, kao pionir težnje za demokratizacijom znanja, u svojoj *Novoj Atlantidi* iznio ideju da čak i državnici ne bi trebali biti upoznati sa svim znanstvenim otkrićima (Prema Jaroszyński (2007:142)

<sup>55</sup> Osnovne ideje kabale mogu se uočiti kod esenskih mislilaca u 2.st. p.n.e., a sam termin nastao je u 11. stoljeću. Najveći razvoj doživjela je među španjolskim Židovima, a nakon istjerivanja Židova iz Španjolske (kraj 15. stoljeća) kabalistička tradicija prenesena je u druge dijelove Europe (Prema Jaroszyński, 2007: 142)

svakodnevno iskustvo govori u prilog tome da je Zemlja nepomična<sup>56</sup>, zbog čega je heliocentrizam odbacio i poznati tadašnji astronom **Tycho Brahe**. Kopernikovo djelo na početku nije naišlo na osudu Crkve zbog toga što Kopernik vlastito djelo predstavio kao „matematičku hipotezu“, a ne kao fizikalnu stvarnost. Naime, Kopernik je naveo da se smještanjem Sunca u središte mogu preciznije predvidjeti astronomski fenomeni, a ne da je to nužno doista tako. Na taj način heliocentrizam postaje oruđe za predviđanje fenomena, a ne model stvarnosti. K tome, s obzirom na to da je i Kopernik smatrao da se putanje planeta kružne, nije mogao dati preciznije tumačenje kretanja nebeskih tijela od onih koje je u tome trenutku već davao ptolomejski sustav. Preciznije tumačenje moglo se postići tek dodavanjem novih pretpostavki, kao što su Ptolomejeve epicikle, no time je Kopernikova teorija gubila svoju glavnu prednost – jednostavnost. Kopernik je ostao u okviru tradicije i time što je vjerovao da su planeti pričvršćeni na kugle, što je vidljivo i iz naslova njegovog glavnog djela. Nakon Galileiovih dokaza u prilog heliocentričnog sustava, Kopernikovo glavno djelo *O kretanju nebeskih sfera* (*De revolutionibus orbium coelestium*) stavljeno je na tzv. indeks zabranjenih knjiga (*Index librorum prohibitorum*), a ovu je zabranu Katolička crkva u potpunosti skinula 1835. godine. Koliko su izložene ideje bile opasne, pokazuje i činjenica da je Kopernik oklijevao s objavljivanjem knjige i da ju je objavio tek neposredno prije vlastite smrti.

Prvi značajniji problemi s prihvaćanjem kopernikanskog sustava počinju onda kada talijanski dominikanac **Giordano Bruno** (1548. - 1600.) prihvaća Kopernikove ideje dodavši im postavke o beskonačnosti Svemira i mnogim postojećim svjetovima. Naime, Bruno je smatrao da je Zemlja jedan od postojećih planeta u mnogobrojnim svjetovima koji se okreću oko zvijezda, a Sunce je samo jedna od njih. S obzirom na to da je Bruno bio panteist koji je smatrao da su Svemir i bog jedno tj. da je opovrgavao ideju o izdvojenom osobnom bogu, kao i da je bio u sukobu s nekim teološkim dogmama o trojstvu, božanskoj naravi Krista i sl., Bruno je uhićen od strane Inkvizicije 1592. godine, a 1600. osuđen je na smrt i spaljen na lomači na Trgu cvijeća u Rimu. Prema kasnijim legendama, Bruno je inkvizitorima nakon presude rekao da „svoju presudu prihvaća mirnije nego oni koji su je izrekli“, aludirajući na nezaustavljivost istine koja će nužno izaći na vidjelo.

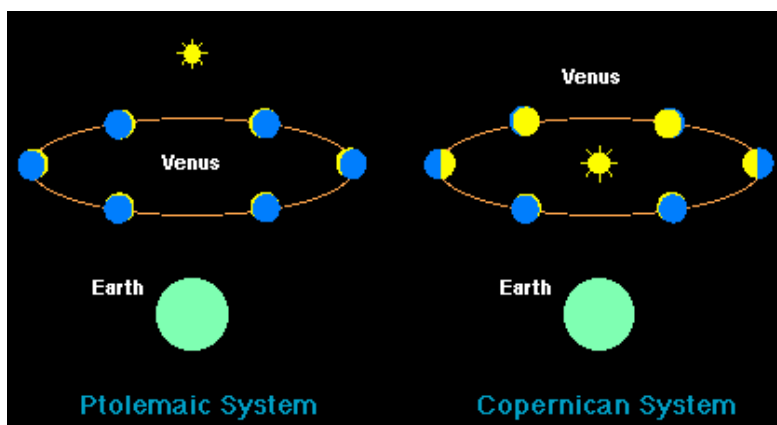
**Johannes Kepler** (1571. -1630.) u svojoj je najvažijoj knjizi *Nova astronomija* (*Astronomia nova*, 1609) dalje razvio heliocentrični sustav, matematički opisavši kretanje planeta oko Sunca po elipsama (tri Keplerova zakona). Kepler je jedan od prvih znanstvenika koji je, iako nije uspio pronaći fizikalne uzroke gibanja nebeskih tijela, pošao od ideje da Aristotelovo razdvajanje savršenih nebeskih tijela i nesavršenih zemaljskih objekata nije opravdano tj. pretpostavio je da i jednima i drugima vladaju iste zakonitosti i da su građeni od istih tvari. Ideju o istim zakonitostima kasnije će potvrditi Newton, koji

<sup>56</sup> Npr. kamen bačen u zrak pada na isto mjesto, što se ne bi trebalo dogoditi ako se Zemlja kreće. Djelovanje principa inercije tada je još uvijek bilo poznato.

je teorijom gravitacije objasnio i Keplerove zakone, a Galileo će teleskopskim promatranjima pokazati da su i nebeska tijela nesavršene građe.

Nove dokaze u prilog valjanosti heliocentričnog sustava dao je **Galileo Galilei** (1564. – 1642.) razvojem teleskopa i preciznijim astronomskim promatranjima. Utvrdivši postojanje sunčevih pjega i mjesecinih planina uzdrmao je dotadašnju vjeru u savršenost nebeskih tijela. Otkrićem mjeseca koji kruže oko Jupitera, koji se i danas nazivaju Galilejevi mjeseci, simbolički osporava i posebnost Zemlje kao planeta koja jedina ima vlastiti mjesec, kako se do tada vjerovalo. Na ovaj način se djelomično dovodi u pitanje do tada prihvaćena Aristotelova postavka po kojoj je Svemir uređen hijerarhijski, a planeti i zvijezde imaju građu i načine gibanje posve drukčije naravi od onih zemaljskih. Osobito je značajno i njegovo otkriće Venerinih faza, koje predstavlja prvi djelomični dokaz točnosti heliocentričnog nasuprot geocentričnog (ptolomejskog) sustava. Doduše, Galileo je ostao unutar klasičnog svjetonazora odbivši prihvatiti Keplerove dokaze u prilog eliptičnoj putanji planeta.

Na donjoj slici vidimo zašto je otkriće Venerinih faza bilo važno za osporavanje središnjeg mjesta Zemlje unutar Svemira. Kako je Venera na nebu uvijek blizu Sunca, očito je da bi se sa Zemlje, kada bi Sunce i Venera kružili oko nje, nikad ne bi mogla vidjeti posve osvijetljena. S druge strane, ako Venera i Zemlja kruže oko Sunca, sa zemlje se mogu vidjeti sve Venerine faze, a njihovo postojanje upravo je Galileo potvrdio teleskopskim promatranjima.



Slika 10 – značenje Galilejevog otkrića Venerinih faza

No i tu valja napomenuti da su se Venerine faze mogle protumačiti i sustavom u kojem bi se svi planeti kretali oko Sunca, a Sunce oko zemlje, a upravo je takav sustav zagovarao Tycho Brache<sup>57</sup>.

<sup>57</sup> Gingerich, 2004.

Eksperimentalnim dokazivanjem da tijela različite mase imaju istu akceleraciju slobodnog pada dokazao je netočnost Aristotelove fizike. Naime, Aristotelova je fizika smatrala da kretanje pojedinih tijela ovisi o njihovoj posebnoj građi<sup>58</sup>, kao i da su nebeska tijela drugačije građe od zemaljskih, a Galileo je opovrgnuo obje ove postavke. Iako nije ostavio cjelovitu teoriju gibanja, nekim svojim zapažanjima omogućio je Newtonu formulaciju takve teorije. Tako je, primjerice, shvatio načelo inercije, odnosno ideju da će se tijela nastaviti gibati jednolikom brzinom sve dok na njih ne počne djelovati neka vanjska sila tj. da za nastavak gibanja tijelu nije potrebna sila. Za razliku od ovoga, prema prihvaćenom Aristotelovom shvaćanju koje se slaže sa zdravorazumskim zapažanjem, tijelo će se prestati gibati ako se na njega stalno ne djeluje silom. Tako je Aristotel smatrao da će se jednom gurnuto tijelo prestati gibati zbog toga što je „potrošilo“ silu koja ga je pokrenula<sup>59</sup>. Međutim, Galileo je primijetio da će tijelo koje je gurnuto određenom silom i kreće se nekom brzinom prilikom pada s litice na tlo pasti jednako brzo kao i tijelo koje je s litice gurnuto drugom (većom ili manjom) brzinom. Međutim, tijelo s većom brzinom past će dalje, a tijelo s manjom brzinom bliže od podnožja litice. Galileo zaključuje da brzina pada na tlo ovisi samo o vertikalnoj sili koja djeluje na tijelo, dok se tijelo u horizontalnom pravcu nastavlja gibati svojom početnom brzinom. Drukčije rečeno, Galileo smatra da se ovakvo kretanje može podijeliti u dva neovisna kretanja i da za pad tijela s litice nije zaslužan gubitak „utisnute“ početne sile, nego privlačenje Zemlje. Zbog toga će tijelo padati u luku tj. neće se gibati horizontalno dok ne izgubi silu i onda pasti okomito, kako je to smatrao Aristotel.

Ovakvu ideju o podjeli gibanja na međusobno neovisne dijelove koji se mogu zbrajati te načelo inercije preuzet će Isaac Newton i učiniti ih dijelom svoje univerzalne teorije gibanja. Upravo u formulaciji kinematičkih načela Galileo je dao originalni prikaz znanstvene metode kao kombinacije teorijskog i eksperimentalnog načina razmišljanja. Naime, za probleme gibanja Galileo nudi idealizirane modele u kojima se zanemaruju utjecaji koji su slučajni i skrivaju pravu povezanost fenomena koji se proučavaju. Primjerice, zanemarivanjem otpora zraka i trenja, Galileo je uspio posve ili djelomično formulirati neke temeljne zakone poput slobodnog pada ili inercije<sup>60</sup>.

Zbog svih svojih pogleda iznesenih u knjizi *Dijalog o dva glavna sustava svijeta* (1632). Crkva ga je u inkvizicijskom postupku prisilila da se javno odrekne heliocentričnog sustava te je zadnje godine života proveo u kućnom pritvoru<sup>61</sup>. Kada je u pitanju "slučaj Galileo", autori koji pokušavaju obraniti

<sup>58</sup> Npr. prema Aristotelu čvrsta tijela padaju prema Zemlji jer su slične građe kao i ona, dok dim leti od Zemlje zato što je slične građe kao i zrak.

<sup>59</sup> Danas znamo da se tijelo koje se giba jednolikom brzinom prestaje gibati zbog sile koja na tijelo djeluje u pravcu suprotnom od pravca gibanja tj. zbog sile trenja, a ne zbog toga što je nestala sila koja ga je stavila u stanje gibanja tj. dala mu brzinu.

<sup>60</sup> Simonyi (2012).

<sup>61</sup> Treba, ipak, spomenuti da Galileo nije imao definitivne dokaze o točnosti heliocentričnog sustava, kao i da je vlastiti pristup znanosti pokušao teološki opravdati na način koji nije bio u skladu s tadašnjim službenim teološkim pristupom (doslovno tumačenje Biblije).

stav Crkve upućuju na to da je Crkva bila tolerantna prema heliocentričnom sustavu sve dok je bio tretiran kao hipoteza, a ne kao dokazana teorija. Budući da Galileo nije imao nedvosmislene dokaze u prilog heliocentrizma, Crkva je usudila njegovo učenje. Primjerice, Galilejevo otkriće Venerinih faza moglo je biti protumačeno i geocentričnim sustavom u kojem se svi planeti kreću oko Sunca, a onda skupa sa Suncem i oko Zemlje. Ovi autori dodatno ističu Galilejevu svadljivost, sujetu, aroganciju i vrijeđanje onih koji misle drugačije. Ovaj ton je prisutan i u spornom Galilejevom djelu (Dijalog o dva sustav svijeta), u kojemu je pristalica geocentrizma prikazan kao zatucana neznalica. Kritičari ovakve teze upućuju na pismo pape Pija V., koji je osuđujući Galileja naglasio da se heliocentričko učenje protivi Bibliji, čime se pokazuje da je barem djelomično u pitanju principijelno neslaganje o tome što je vrhovni izvor spoznaje – empirija ili božanska objava. K tome, u izjavi koju je Galileo morao potpisati nakon suđenja stoji da se odriče «lažnog učenja da je Sunce središte Svemira i da se ne kreće, odnosno da Zemlja nije nepokretna i da se kreće».

Današnje tumačanje sukoba Galilea i Crkve uglavnom se oslanja na povijesni kontekst, naglašavajući da Galilejevo inzistiranje na se fizikalni svijet ne može tumačiti Biblijom nije moglo biti prihvaćeno od strane Crkve. Galilejevo shvaćanje odnosa religije i znanosti bilo je vrlo slično onome koje je prvi iznio Kopernik, a kasnije je bilo prihvaćeno od Keplera i protestantskih reformatora. On je, naime, smatrao da Biblija u sebi ne sadrži dogme koje se odnose na fizikalne zakonitosti tj. da se Biblija i teologija primarno bave pitanjima ljudskog spasenja, a ne tumačenjem prirode. U skladu s time, bilo kakvo procjenjivanje znanstvenih teorija pomoću Biblije principijelno je neprihvatljivo jer znanost i teologija imaju različite domene tj. bave se različitim pitanjima. Ovakvo posezanje u teologiju u vremenu širenja Reformacije u kojemu je Katolička crkva morala pokazati svoju snagu dovelo je do netolerantnog stava Crkve. Sukob se dijelom može protumačiti i Galilejevom netaktičnošću i svadljivim karakterom, ali i spletom nespretnih okolnosti. Naime, Galileo je u svom Dijalogu zagovaranje geocentričkog sustava dao u zadatak liku koji se zvao Simplicio, nazvavši ga po poznatom komentatoru Aristotela. Budući da ovo ime na latinskom može implicirati i nedostatak inteligencije, kao i da se ovaj lik u knjizi stalno zapliće u kontradikcije, moglo bi se reći da je Galileo netaktično ismijao one koji zastupaju geocentrički sustav. Budući da je tadašnji papa Urban VIII (inače Galilejev prijatelj) zahtijevao da se kroz zastupnika geocentričkog sustava iznesu njegovi osobni argumenti, ovakvo ismijavanje moglo se shvatiti i kao ismijavanje samoga Pape. Kao dodatni razlog Galilejevog pada može se navesti i svađa s jezuitskim znanstvenicima sa sveučilišta Collegio romano (današnja papinska Gregorijana) oko pitanja putanje kometa. Kako su u ovoj svađi on i njegovi učenici uvrijedili jezuite (isusovce), koji su kao zaštitnici znanosti i red koji je dao mnogo znanstvenika bili njegovi dotadašnji prijatelji, izgubio je njihovu zaštitu.

Za razliku od Giordana Bruna, Katolička je crkva 1992. godine rehabilitirala Galileja. Različit odnos prema dvama osuđenim znanstvenicima vjerojatno se može protumačiti činjenicom da Galileo, za razliku od Giordana Bruna, nije dovodio u pitanje temeljne teološke istine.

U svom posljednjem djelu, *Razgovori i matematički dokazi vezani uz dvije nove znanosti* (1638), Galileo postavlja osnove mehanike, ali i iznosi svoje filozofske poglede o spoznaji. Naime, prema njemu, moguće je govoriti o dvije „knjige“ i dvije vrste spoznaje. Prva je knjiga Biblija, a u njoj se riječima govori o postanku svega i ljudskom putu prema spasenju. Druga je knjiga knjiga Prirode, a ona nije napisana riječima, nego jezikom matematike. Ovdje Galileo ponavlja pitagorejsko shvaćanje o matematičkoj suštini stvarnosti<sup>62</sup>.

Znanstvenu revoluciju na području fizike dovršio je **Isaac Newton** (1642.-1727.), koji je jedinstvenom teorijom gravitacije u djelu *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687) objasnio planetarna i zemaljska gibanja, pri čemu su svi objekti u Svemiru podložni posve istim zakonima. Newtonov rad predstavlja krunu znanstvene revolucije jer je u njemu na precizan, matematički način postavljena teorija koja je imala vrlo širok doseg tj. bila je vrlo općenita. Newtonovo će djelo u 18. i 19. stoljeću predstavljati model znanstvenog načina razmišljanja, a značajno će utjecati i na razvoj tehnologije tj. pojavu industrijske revolucije. Newton je nakon objave svojih glavnih djela doživio velika priznanja, a smatran je najvećim znanstvenikom koji je do tada živio.

Newtonovo djelo sastoji se od nekoliko početnih postavki – aksioma, iz kojih se matematičkim zaključivanjem dolazi do novih spoznaja koje se zatim empirijski provjeravaju. Kao najvažnije dvije Newtonove ideje mogu se izdvojiti postavka o odnosu sile, mase i akceleracije (tzv. Drugi Newtonov zakon) te njegova univerzalna teorija gravitacije<sup>63</sup>. Drugi Newtonov zakon tvrdi da je sila koja djeluje na tijelo jednaka umnošku njegove mase i postignute akceleracije ( $F = m \times a$ ). Opći zakon gravitacije kaže da je sila međusobnog privlačenja dvaju tijela proporcionalna njihovim masama, a obrnuto proporcionalna njihovoj udaljenosti tj.

$$F = (G \times m_1 \times m_2) \div r^2$$

Kao ilustraciju izvlačenja novih zaključaka iz postojećih spoznaja pokažimo kako iz ove dvije jednačice slijedi da će sva tijela bačena s neke visine do zemlje doći jednakom brzinom, neovisno o tome koliku masu imaju, pod pretpostavkom nepostojećeg ili malog otpora zraka. Naime, iz općeg zakona gravitacije slijedi da će zemlja privlačiti tijelo silom koja je proporcionalna njegovoj masi. Drukčije rečeno, što je veća masa tijela, veća je i sila privlačenja Zemlje. Međutim, iz prve prikazane

<sup>62</sup> Aronov (2003).

<sup>63</sup> Simonyi (2012: 256).



jednadžbe vidljivo je da će akceleracija kojom neka sila ubrzava tijelo biti manja ako tijelo ima veću masu. Drukčije rečeno, veća masa znači i manju akceleraciju. Na taj se način veća sila kojom Zemlja privlači tijelo poništava njegovom većom masom tj. otporom koji daje akceleraciji. Stoga će i kamen mase 1 kg bačen s neke visine pasti na tlo u isto vrijeme kada i željezna kugla sličnog oblika i mase 10 kg bačena s iste visine u isto vrijeme. Kako je ranije napomenuto, još je Galileo ustanovio ovu zakonitost, ali ju je tek Newton teorijski objasnio. Do nesklada stvarnosti i naše intuicije u ovom slučaju dolazi zbog toga što postoji otpor zraka koji je važan u mnogim slučajevima koje vidimo oko sebe. Tako spori pad lista papira na tlo pripisujemo njegovoj maloj masi, iako je za spori pad zaslužna njegova površina koja izaziva veliki otpor zraka.

Newton se, osim znanošću, bavio i biblijskom teologijom, a imao je i visoko mišljenje o magiji i alkemiji<sup>64</sup>. Tako je njegova ideja o univerzalnoj sili gravitacije koja djeluje na daljinu vrlo vjerojatno potekla iz magijske tradicije, budući da ju je aristotelovska fizika odbacivala, vjerujući da objekti mogu utjecati jedni na druge samo dodiranjem. Ova činjenica je još jedna potvrda teze da je magijska tradicija značajno utjecala na razvoj znanosti svojom usmjerenošću na empiriju i praktičnu korist spoznaje, a neki znanstvenici vjeruju da su mnoge ideje tzv. prirodne magije ugrađene u temelje rane moderne znanosti, dok je ono što danas smatramo magijom uglavnom simbolička magija zasnovana na pogrešnim analogijama<sup>65</sup>. Osim magije, Newton je djelomično slijedio i pitagorejsku tradiciju odnosno vjerovao u harmoniju univerzuma koja se temelji na brojnim omjerima koje možemo naći posvuda<sup>66</sup>.

Ovo doba donosi i prve pomake prema razvoju moderne kemije. **Robert Boyle** (1627. - 1691.), poznat i kao „otac suvremene kemije“, 1661. godine izdaje knjigu *Skeptični kemičar* u kojoj iznosi sumnje o točnosti Aristotelove teorije o četiri elementa (zemlje, vode, zraka i vatre) od kojih su građena sva zemaljska tijela. Boyle ponovno oživljava antičku atomističku teoriju po kojoj su sve tvari građene od osnovnih elemenata, pri čemu se svojstva tvari mogu objasniti brojem i razmještanjem osnovnih elemenata – atoma. Boyleovo objašnjenje bilo je u skladu s tadašnjim alkemičarskim shvaćanjima po kojima je tvari moguće pretvarati jedne u druge, iako ih on tumači na drukčiji način.

U to se doba javljaju i promjene u pristupu medicini koje se očituju u empirijskom pristupu proučavanju ljudskog tijela. Osobito je značajno djelo **Andrije Vezala** (1514.-1564.) *O ustroju*

<sup>64</sup> Newton se, kao i mnogi drugi znanstvenici njegovoga doba bavio alkemijom pokušavajući pronaći tzv. kamen mudraca koji sve predmete pretvara u zlato, te čovjeku omogućava besmrtnost. Iako su ovakva nastojanja bila neuspješna, treba napomenuti da je ideja o transmutaciji elemenata bila empirijski zasnovana (npr. metali se mogu miješati i zadobivati nova svojstva), kao i da su alkemičari prvi provodili kemijske pokuse i ismislili različite kemijske postupke (npr. destilacija, sublimacija i sl.). Alkemijske laboratorije imali su i mnogi tadašnji vladari, poput cara Rudolfa II.

<sup>65</sup> Prema Henry (2008).

<sup>66</sup> Tako je nakon otkrića da se svjetlost sastoji od više različitih svjetlosti s različitim valnim duljinama smatrao da se ove svjetlosti međusobno odnose kao tonovi u oktavi.

*ljudskog tijela* (De humani corporis fabrica), u kojemu ovaj liječnik empirijski ispravlja netočnosti galenske anatomije i utvrđuje princip po kojemu se anatomija mora izučavati izravnom autopsijom organizama<sup>67</sup>.

### 3. 3. 1. Sociokulturni preduvjeti Znanstvene revolucije

Mogu se izdvojiti četiri sociokulturna preduvjeta *znanstvene revolucije*:

1. Razvoj kapitalizma
2. Institucionalne promjene u znanosti
3. Religijske promjene (reformacija)
4. Duhovno nasljeđe antičke Grčke i kršćanstva

Razvoj kapitalizma doveo je do pojave novih klasa koje su u znanosti vidjele ne samo mogućnost komercijalizacije znanstvenih otkrića (pogotovo u pomorstvu i metalurgiji), nego i saveznika u društvenim promjenama (tzv. scijentistički pokret). Nova građanska klasa vjerovala je da će znanstvenom argumentacijom moći utjecati na promjenu feudalnog režima, koji se zasnivao na tradiciji, a ne na znanosti. Neizostavni dio razvoja kapitalizma i praktične orijentacije znanosti bila su i velika geografska otkrića, koja su mnoge vladare navele da financiraju novu praktičnu znanost, ne samo zbog otkrića navigacije i proširenja geografskih znanja, nego i zbog praktične upotrebe novootkrivenih prirodnih resursa.

Razloge nepojavljivanja znanstvene revolucije u nezapadnim civilizacijama možemo tražiti upravo u nepostojanju kapitalizma. Tako npr. kemičar i povjesničar znanosti Joseph Needham kao jedan od uzroka zaostajanja kineske znanosti vidi nepostojanje jake trgovačke klase u kineskom društvu<sup>68</sup>. Naime, kineska je znanost bila nadmoćna onoj zapadnoj sve do razdoblja Znanstvene revolucije (npr. izum baruta, kompasa, tiska, razvijena astronomija i sl.), no od tada započinje njezino zaostajanje. Kinesko je društvo bilo organizirano kao visokocentralizirano i birokratizirano carstvo, uglavnom zbog potrebe za navodnjavanjem i sprječavanjem poplava, a što je moglo biti poduzimano samo od strane jake centralne vlasti. Trgovačka je klasa bila malobrojna i nemoćna, a mandarinska birokracija i carevi u njoj su vidjeli mogućeg konkurenta i sprječavali njezinu moć visokim porezima. Na taj je

<sup>67</sup> Grmek (1996:102-103).

<sup>68</sup> Needham (1984).

način onemogućeno da trgovačka klasa zbog svojih potreba (npr. plovidba, mjerenje roba i sl.) jače utječe na razvoj kineske znanosti putem financiranja novih izuma. Naime, carstvo nije imalo osobiti motiv za daljnje poticanje znanosti i željelo je zadržati *status quo*. S druge strane, decentralizirana Europa, u kojoj središnja vlast nije mogla spriječiti razvoj kapitalizma, doživjela je intenzivan razvoj znanosti. Dodatni je razlog za nepojavljivanje znanosti u kineskoj civilizaciji njezina orijentiranost na humanističko, a ne na znanstveno znanje. Naime, u kineskim se školama uglavnom poučavala poezija, konfucijanska etika i povijest, budući da je svrha tih škola bilo stvaranje pismenih ljudi koji će služiti kao carski službenici (mandarini), a ne znanstvenika koji empirijski proučavaju prirodu<sup>69</sup> Obrazovanje je u osnovi služilo za političku kontrolu podanika, a ne za stjecanje znanja. Kina, naime, nije imala nasljednu aristokraciju, nego se na aristokratske položaje dolazilo napredovanjem u birokratskoj hijerarhiji. Ovakav je sustav vezivao podanike za carsku vlast jer je stimulirao lojalnost (birokrati su s godinama napredovali u hijerarhiji, što je smanjivalo vjerojatnost pobune). U skladu s time, kineske škole su bile usmjerene na poučavanje humanistike, a po svojoj samostalnosti nisu bile ni blizu europskim srednjovjekovnim sveučilištima.

Institucionalne promjene javljaju se sredinom 15. stoljeća u Italiji s osnivanjem tzv. *akademija*. Akademije su bile skupine amatera ili sveučilišno obrazovanih znanstvenika koji su se okupljali kako bi istraživali i razmjenjivali znanje tj. zadovoljili intelektualne interese koji nisu mogli biti zadovoljeni na sveučilištima. Njihov rad uglavnom su omogućavali bogati talijanski plemići koji su u tome vidjeli mogućnost podizanja vlastitog ugleda, a neke od poznatih talijanskih akademija bile su Accademia dei Lincei (čiji je član bio Galileo), Accademia del Cimento itd. Nisu sve akademije bile znanstvenog tipa, nego su mnoge bile posvećene pravu, književnosti, kazalištu i drugim vrstama umjetnosti. Neke od akademija u svoje su članstvo primale samo istaknute pojedince, pa su stoga bile vrlo formalizirane. Duh novih akademija najbolje izražava motto britanske Kraljevske akademije (Royal Society) – „nullius in verba“<sup>70</sup>.

Prve akademije nastaju u 16. stoljeću u Firenci i Rimu u humanističkim krugovima koji nastoje oživjeti klasičnu kulturu s ciljem stvaranja obrazovanih i kultiviranih građana. Nakon toga se u 17. stoljeću akademije granaju na one čiji je cilj promoviranje umjetnosti, jezične akademije i znanstvene akademije. Umjetničke akademije nastoje promovirati ispravne umjetničke stilove („akademski stil“), a jezične akademije stvaraju uglavnom vladari s ciljem kodificiranja jezika tj. stvaranja standardnih jezika. Primjerice, u Francuskoj kralj polovinom 17. stoljeća osniva *Académie de peinture et de sculpture*, umjetničku akademiju poznatu po slikarskoj i kiparskoj izložbi Salon. S druge strane, u isto vrijeme osnovana je i *Académie française* čiji je zadatak normiranje francuskog jezika. Za razliku od njih, znanstvene akademije osnovale su se s ciljem unaprjeđivanja znanosti pomoću novih empirijskih,

<sup>69</sup> Bekar i Lipsey (2002).

<sup>70</sup> U slobodnom prijevodu – nikome ne vjerovati na riječ. Izraz dolazi od Horacija.

eksperimentalnih metoda. Prve takve akademije u Italiji su bile Accademia dei lincei (današnja talijanska akademija znanosti) i kratkotrajna Accademia dei cimenti (doslovce – akademija eksperimenata). U drugoj polovici 17. stoljeća Leopold I daje službeni status već postojećoj Academia Naturae Curiosorum koja od tada nosi naziv Leopoldina (današnja njemačka akademija znanosti sa sjedištem u Halleu). U isto vrijeme Charles II također već postojećem Royal Societyju daje status službene kraljevske akademije, a krajem 17. stoljeća Luj XIV osniva Académie royale des sciences. Kako je rečeno, značaj znanstvenih akademija sastojao se u promoviranju znanstvene metodologije i širenju znanstvenih spoznaja u vremenu kada je većina sveučilišta još uvijek bila opterećena skolastičkim načinom mišljenja. Osim toga, članovi akademija bili su dio onoga što se nazivalo republikom pisama (Respublica literaria) tj. dio mreže znanstvenika i učenjaka koji su se međusobno dopisivali s ciljem širenja znanstvenih i drugih spoznaja i širenja ideja.

Talijanske su akademije zamrle kada su izgubile podršku nekolicine financijskih pokrovitelja (plemića) tj. u Italiji nije bilo društvenog sloja koji bi ih sustavnije podržavao na način na koji se to kasnije dogodilo u drugim europskim zemljama<sup>71</sup>, poput Engleske, Njemačke ili Nizozemske. U tim je zemljama novonastala građanska (kapitalistička) klasa podržala znanost kao novi tip spoznaje koji može donijeti korisne izume u pomorstvu (navigaciji), rudarstvu, metalurgiji i sl.

Dodatni razlog zbog kojeg je znanost doživjela ekspanziju u 17. stoljeću mogao bi biti i utjecaj protestantske reformacije. Sociolog Robert Merton prvi je iznio ideju po kojoj je protestantizam povezan s nastankom znanosti na Zapadu, pa se ova ideja obično i naziva *Mertonova teza*. Protestantizam je mogao povoljno djelovati na razvoj znanosti iz sljedećih razloga:

1. Sukladnost protestantske teologije i znanosti – neke grane protestantizma, poput puritanizma i njemačkog pijetizma, smatrale su da se empirijskom spoznajom prirode zapravo otkriva Božje djelo i da je to čovjekova dužnost.

Uobičajeno je shvaćanje u srednjovjekovlju bilo da je teologija "kraljica znanosti" (regina scientiarum), dok je filozofija "sluškinja teologije" (ancilla theologiae). Prema ovome shvaćanju, Bog se otkriva kroz kršćansku povijesnu objavu zabilježenu u Bibliji, ali i kroz prirodu, pri čemu je tumačenje prirode također u nadležnosti teologije. Stoga se i dijelovi Biblije koji govore o prirodnim zakonitostima i činjenicama trebaju shvatiti doslovno, a sve one znanstvene teorije koje govore suprotno ne mogu biti točne<sup>72</sup>. Protestantska reformacija donijela je drugačije shvaćanje u pitanjima transcendencije i imanencije kršćanskog boga. Nasuprot katoličkom shvaćanju po kojemu Bog poštuje prirodne zakonitosti, a prirodne zakonitosti govore nešto o njegovoj naravi, protestantizam donosi shvaćanje "radikalne suverenosti", po kojemu pridone zakonitosti ne mogu reći ništa o Bogu budući da

<sup>71</sup> Ben-David (1986:89).

<sup>72</sup> Zakai (2009: 126).

je njegova narav radikalno drugačija. Ovakva je interpretacija omogućila neometano istraživanje prirode, budući da radikalnim odvajanjem spoznaja Boga i spoznaja prirode nemaju puno toga zajedničkog<sup>73</sup>. Spoznaja prirode, prema protestantskim reformatorima, može nas ispuniti divljenjem prema njegovoj kreaciji, ali ova se spoznaja postiže neteološkim sredstvima. Ovakva interpretacija nije značila da su reformatori brzo prihvatili nove teorije koje su se pojavile u razdoblju znanstvene revolucije. Dapače, i Martin Luther i Jean Kalvin, kao glavni reformatori, odbacili su novi heliocentrički sustav kao besmislicu, ali su to učinili pomoću neteoloških argumenata, tvrdeći da se ovakva teorija protivi zdravom razumu. Ovakva interpretacija odnosa teologije i znanosti nije bila nova, ali su je reformatori preuzeli i dalje afirmirali. Naime, veće je Kopernik (koji je bio katolik) smatrao da je miješanje teologa u astronomska pitanja neopravdano jer se zasniva na besmislenom, doslovnom tumačenju Biblije i praktičnom neznanju o astronomskim pitanjima ("astronomija je pisana za astronome")<sup>74</sup>. Vrlo sličnu interpretaciju kasnije nalazimo i kod Keplera (protestant) i Galileja (katolik).

Prema Harrisonu (2008) nova je znanost u razdoblju znanstvene revolucije bila dočekivana sa skepsom jer se smatralo da je isključivo utilitarno orijentirana tj. da ne pridonosi moralnim i religijskim ciljevima čovječanstva. Drugačije rečeno, smatralo se da proučavanje prirode eksperimentalnim sredstvima ne govori ništa o čovjeku i smislu njegove individualne i društvene egzistencije tj. da novoj znanosti nedostaje humanistička dimenzija<sup>75</sup>. Zbog toga je nova znanost u prvoj fazi svoju funkciju morala opravdavati u religijskim terminima. Tako Francis Bacon u knjizi *Novum Organum* (1620) postavlja tezu da je čovječanstvo prvotnim grijehom izgubilo ne samo stanje moralne nedužnosti, nego i gospodstvo nad prirodom. Moralnu nedužnost, prema Baconu, čovjek iznova stječe vjerom (teologijom), a ponovno gospodstvo nad prirodom pomoću eksperimentalne znanosti<sup>76</sup>.

Protestantizam je kritizirao katolicizam zbog inzistiranja na ideji da je samo svećenički poziv svet, naglašavajući da svaki čovjek čak i kroz svjetovne pozive može ispunjavati svoju dužnost prema Bogu ili ga čak i spoznavati. Ovu ideju Kepler je primijenio u svojoj interpretaciji znanstvenog poziva kojim

<sup>73</sup> Zakai (2009).

<sup>74</sup> Zakai (2009:133).

<sup>75</sup> U ovome je smislu tipičan prikaz znanstvenika u jednoj od knjiga *Guliverovih putovanja* engleskog pisca Jonathana Swifta. U ovoj satiričnoj knjizi, nastaloj početkom 18. stoljeća, znanstvenici s imaginarnog otoka Laputa prikazani su kao ljudi opsjednuti bizarnim prirodnoznanstvenim problemima, nezainteresirani za bilo kakva praktična, moralna ili politička pitanja, pri čemu ljude procjenjuju samo na osnovu toga koliko su dobri u matematici. Swiftu su kao inspiracija poslužili tadašnji znanstvenici iz Kraljevskog društva (Royal Society).

<sup>76</sup> Harrison (2008:262).

se spoznaje božje kreacije i koji je dostupan svima. Na taj način znanstveni poziv u Keplerovom tumačenju postaje realizacija ideje o "svećenstvu svih vjernika", a na samo izabrane manjine<sup>77</sup>

2. Tenzija između katolicizma i znanosti – s obzirom na to da je Katolička crkva bila dobrim dijelom neprijateljski nastrojena prema novoj znanosti, protestantizam ju je podržavao. Tako je npr. Galileo u svom sukobu s Katoličkom crkvom bio podržan od strane protestanata (npr. prevodili su i tiskali njegove knjige)<sup>78</sup>

3. Politička slabost protestantskih crkvi – ove crkve su obično bile preslabe da bi suzbile znanost tj. nisu imale efektivnu kontrolu kakvu je imala Katolička crkva. Osim toga, u protestantskim je zemljama bilo puno različitih protestantskih crkvi (npr. u Engleskoj), pa je znanstvena metoda bila nešto oko čega su se mogli složiti jer nije zahtijevala nikakvo teološko slaganje. Otud i prihvaćanje eksperimentalne metode Francisa Bacona u Engleskoj<sup>79</sup>.

Zanimljivo je i da neka današnja istraživanja potvrđuju povezanost između znanstvene produktivnosti i protestantizma (protestantske zemlje imaju veću i kvalitetniju znanstvenu produkciju), što bi moglo značiti i da protestantski vrijednosni sustav (visoko vrednovanje znanja) možda još uvijek ima određeni učinak na ovom području<sup>80</sup>.

Četvrti je sociokulturni preduvjet znanstvene revolucije kreativno prožimanje kršćanstva i klasične grčke kulture. Tako je američki filozof Alfred North Whitehead nastanak znanstvene revolucije pripisao upravo kombinaciji teološke kršćanske misli i tradiciji grčke znanosti<sup>81</sup>. Kršćanska je teologija kao misao vodilju unijela ideju reda koji postoji u univerzumu i kojega je moguće pronaći racionalnim sredstvima, dok je tradicija grčke misli, kao i benediktinska praktičnost (agrikultura) ovu teoretsku misao usmjeravala činjenicama i empirijskoj verifikaciji. Osobito je značajna benediktinska tradicija koja je, nasuprot grčkom preziru prema radu i praktičnosti, rad učinila značajnim dijelom duhovnosti i redovničkog života, što je i dovelo do niza izuma u poljoprivredi. Moglo bi se reći da se kod benediktinaca pojavila plodna kombinacija teoretskog razmatranja i sklonosti prema praktičnoj primjeni ljudske spoznaje. Tehnološki je razvoj svakako bio potpomognut i ukidanjem ropstva pod

<sup>77</sup> Harrison (2008:263).

<sup>78</sup> Ben-David (1986:97).

<sup>79</sup> Ben-David (1986:100).

<sup>80</sup> Prpić i Brajdić Vuković (2005: 27).

<sup>81</sup> Njegova tzv. Lovell predavanja s Harvarda tiskana su u obliku knjige *Znanost i suvremeni svijet* (Science and the Modern World).

utjecajem crkvenog učenja o dostojanstvu svake osobe. Nepostojanje robova u kasnom srednjem vijeku doveo je do potrebe razvoja strojeva koji bi ih nadomjestili<sup>82</sup>

Značenje prožimanja grčke misli i kršćanstva može se prikazati na primjeru arapske civilizacije, kod koje nije postojala tako izrazita povezanost s grčkom kulturom. Arapska (islamska) je civilizacija sve do 12. stoljeća bila u znanstvenom smislu nadmoćna onoj zapadnoj. Arapi su Aristotelova djela, kao i djela drugih grčkih mislilaca, preuzeli od nestorijanskih kršćana iz Perzije i bizantskih Grka. Grčka je misao u Europu došla upravo preko Arapa. Međutim, njihovi su znanstveni interesi ipak prvenstveno bili usmjereni k alkemiji, astrologiji i magiji, što znači da su tragali za mističnim kvalitetama stvarnosti, a ne za racionalnim objašnjenjima prirodnih pojava<sup>83</sup> Islamska civilizacija nije poznavala niti odvajanje vjerske i svjetovne vlasti, a nije bilo niti potrebe za prihvaćanjem grčke filozofije i racionalnog načina razmišljanja, kao štom se to dogodilo u kršćanstvu. Kršćani su, naime, živjeli u grčko-rimskom kulturnom krugu, pa su biblijsku poruku morali pomiriti s grčkim racionalnim pristupom svijetu i vjerovanjem da svijetom upravljanju pravilnosti koje se može otkriti primjenom logičkih pravila. U islamu ovakav poticaj nije postojao, pa je neprijateljstvo prema grčkoj misli bilo vrlo rašireno<sup>84</sup> K tome, arapska civilizacija nije poznavala korporaciju kao pravni oblik tj. škole nisu imale onaj stupanj samostalnosti kao europska srednjovjekovna sveučilišta niti su imale onaj stupanj trajnosti koje je korporativno uređenje dalo srednjovjekovnim sveučilištima u Europi.

### 3. 3. 2. Hrvatski znanstvenici iz doba znanstvene revolucije

Kao najznačajnije hrvatske znanstvenike tijekom ili neposredno nakon znanstvene revolucije možemo izdvojiti **Rudera Boškovića** (1711. – 1787.) i **Fausta Vrančića** (1551.-1617.). Ruder Bošković rođen je u Dubrovniku gdje je završio isusovački kolegij. Nakon toga odlazi u Rimski kolegij (Collegio romano) gdje studira filozofiju, matematiku, teologiju, astronomiju, retoriku i logiku. Nakon prvoga odlaska iz Dubrovnika u njega se vratio još samo jedanput<sup>85</sup>, no za svoj grad obavljao je niz diplomatskih dužnosti (primjerice kao diplomatski posrednik riješio je spor oko navodnih francuskih brodova kod Dubrovnika koji bi značili narušavanje dubrovačke neutralnosti u napetostima između Engleske i Francuske). Na Rimskom kolegiju od 1740. do 1759. predavao je matematiku, a nakon toga odlazi na putovanje Europom. U Londonu 1761. godine postaje član Kraljevskog društva, a postaje i dopisni član Francuske akademije znanosti. Od 1764. do 1772. boravi u Paviji i Milanu gdje radi kao profesor i voditelj astronomskog opservatorija. Nakon toga se, uglavnom zbog ukinuća isusovačkog

<sup>82</sup> Navedeno prema Dougherty (2009).

<sup>83</sup> Dougherty (2009).

<sup>84</sup> Bekar i Lipsey (2002).

<sup>85</sup> Kadum (2007).

reda (isusovački red ukinut je 1773. zbog političke i ekonomske-trgovačke moći koje su mnoge tadašnje europske države smatrale prijetnjom), seli u Francusku. Uzima francusko državljanstvo i bavi se optikom u sklopu Ministarstva mornarice. Posljednje godine života provodi u Milanu.

Ruđer Bošković bio je vrlo svestran znanstvenik, a ponajviše se bavio teorijskom fizikom, primijenjenom matematikom, astronomijom i optikom. U svom glavnom djelu *Theoria philosophiae naturalis redacta ad unicam legem virium in natura existentium* (*Teorija prirodne filozofije svedene na jedinstven zakon sila koje postoje u prirodi*, 1758.) postavlja vlastitu teoriju atoma kojeg okružuju privlačne i odbojne sile, čime je inspirirao Bohrov model atoma, kao i Faradaya na formulaciju ideje fizikalnog polja. U matematici je ostao poznat po doprinosima sfernoj geometriji, određivanju pouzdanosti mjerenja te po prstenastom mikrometru. Najvažniji doprinos u području astronomije bilo je određivanje putanje nebeskih tijela. Tako je, primjerice, nakon Herschelovog otrića novoga nebeskog tijela bio jedan od prvih koji je ustvrdio da je u pitanju planet (Uran), a ne komet. Među prvima je utvrdio i da Mjesec nema atmosferu. U optici je poznat po radu na usavršavanju akromatskog teleskopa.

Kao i kod drugih znanstvenika, postoje kontroverze oko Boškovićevog porijekla i nacionalne pripadnosti. Naime, osim što je bio Dubrovčanin i Hrvat, što je i sam isticao, Bošković je po majci bio i Talijan. Veliki dio života proveo je u Italiji, pisao je i dopisivao se na talijanskom pa ga se može smatrati i talijanskim znanstvenikom.

Faust Vrančić rođen je u Šibeniku, no još kao dječak odlazi u Ugarsku kod svog ujaka, biskupa Antuna Vrančića. Studirao je filozofiju i pravo u Padovi, a njegov osnovni interes bilo je jezikoslovlje. Danas je u tom smislu najpoznatiji po svojem peterojezičnom rječniku (latinski-njemački-mađarski-hrvatski-talijanski), u kojemu obrađuje oko 5 000 riječi. Postavši tajnik cara Rudolfa II u Pragu se susreće s Keplerom i Bracheom te počinje gajiti interes za prirodne znanosti i tehniku. Njegovo najpoznatije djelo na ovom području je knjiga *Novi strojevi* (*Machinae Novae*) u kojemu daje nacрте za 56 izuma, među kojima su i nacrti visećeg mosta, kao i nacrti padobrana, ideje za iskorištavanje energije plime i oseke i slično. Njegov nacrt visećeg mosta smatra se prvim takvim u povijesti, a nacrt padobrana poboljšanom verzijom nacрта Leonarda da Vincija. S obzirom na to da je na otoku Prviću njegova obitelj imala ljetnu rezidenciju, 2012. godine tamo je otvoren *Memorijalni centar Fausta Vrančića*, s muzejskim postavom koji se sastoji od njegovih izuma.

### 3.4. Razvoj znanosti tijekom 18. i 19. stoljeća



Tijekom 18. stoljeća znanost postaje neraspletivo povezana s tzv. Prvom industrijskom revolucijom obilježenom izumom parnog stroja. Iako postoje mišljenja da su inovatori i tehničari toga vremena bili ljudi koji nisu poznavali znanost i koji su do otkrića dolazili metodom pokušaja i pogrešaka, vjerojatnije je da je upravo razvoj Newtonove mehanike bio presudan za razvoj industrije i to na dva načina: usvajanjem mehanicističkog načina mišljenja i neposrednom primjenom znanstvenih spoznaja<sup>86</sup> Newtonovska fizika u inovatorima je učvrstila ideju da priroda funkcionira poput stroja tj. da je fizikalne zakone moguće upotrijebiti izumom strojeva. Čak i kada nije postojalo jasno znanje o tim zakonitostima, postojalo je uvjerenje da se one mogu praktično iskoristiti. S druge strane, do novih izuma dolazilo je i neposrednom primjenom znanosti, a ne samo metodom pokušaja i pogrešaka. Npr. za izum prvih verzija parnog stroja od velike je važnosti bilo prethodno dostignuto razumijevanje prirode atmosferskog tlaka i vakuuma<sup>87</sup>, a izumitelj koji ga je usavršio 1769. godine, James Watt, bio je znanstveno obrazovan čovjek koji je bio povezan s krugovima oko Kraljevskog društva. Općenito se može reći da je velika većina izumitelja u Engleskoj toga doba, kao središtu Prve industrijske revolucije, relativno dobro poznavala znanost i bila intenzivno uključena u razmjenu znanstvenih spoznaja<sup>88</sup>

Krajem 18. stoljeća središte znanosti postala je Francuska, *Academie des Sciences* postaje najvažnija europska znanstvena ustanova, a francuski jezik postaje jezikom znanosti. Uz Francusku se vezuje i značajan kulturno-duhovni pokret 18. stoljeća – *prosvjetiteljstvo*. Prosvjetiteljski autori, poput **Diderota** (1713.-1784.), **D'Alemberta** (1717.-1783.), **Voltairea** (1694.-1778.), **Holbacha** (1723.-1789.) i drugih, nastoje potvrditi racionalistički svjetonazor znanosti nasuprot svim oblicima praznovjerja i neupitne tradicije. Immanuel Kant prosvjetiteljstvo definira kao poziv na izlazak čovječanstva iz „samoskrivljene nezrelosti“ nastale nekorištenjem razuma i nekritičkim prihvaćanjem tradicionalnih načina spoznaje i društvenih normi. Unatoč povremenim zabranama od strane francuske monarhije, francuski prosvjetitelji u razdoblju od 1751. do 1772. tiskali poznatu *Enciklopediju ili sustavni rječnik znanosti, umjetnosti i obrta*, poznatiju pod skraćenim nazivom *Enciklopedija* (franc. *Encyclopédie*). Enciklopedija je tiskana ukupno u 28 svezaka s ukupnih oko 72 000 članaka. Cilj ovoga djela bio je skupljanje postojećeg znanja, osobito onoga znanja koje bi moglo promijeniti način razmišljanja i poboljšati svakodnevne živote ljudi. Stoga je u Enciklopediji osobita pozornost obraćena na izume i primjenu znanosti u tehnici i obrtništvu. Enciklopediju je uređivao Denis Diderot, a krug ljudi koji su surađivali u njezinom pisanju poznat je pod nazivom *enciklopedisti*. Enciklopedija je, skupa s cijelim prosvjetiteljskim pokretom, inspirirala političke promjene i građanske revolucije, ali i doprinijela ugledu i osamostaljivanju znanosti i tehnike.

<sup>86</sup> Bekar i Lipsey (2002:1-10).

<sup>87</sup> Npr. shvaćanje da kondenzacija vodene pare može stvoriti vakuum tj. da se za podizanje klipa u parnom stroju može iskoristiti atmosferski tlak dovelo je do prve, Newcomenove verzije parnog stroja 1705. godine.

<sup>88</sup> Bekar i Lipsey (2002).

Francuska monarhija financijski potiče znanost, no sprječava njezinu povezanost sa scijentističkim pokretom i primjenom znanosti na društvenom, ekonomskom i političkom polju. Drugačije rečeno, francuski režim spriječio je mogućnost opravdavanja društvenih i demokratskih promjena znanstvenim argumentima. U doba nakon Francuske revolucije znanost je također bila podržavana i financirana od strane države, no francuska je znanost počela stagnirati zbog prevelike centralizacije i nedostatka konkurencije. U drugim je zemljama postojala konkurencija i dijalog između znanstvenika koji je vodio do napretka znanosti, dok su u Francuskoj pojedini znanstvenici imali sigurne pozicije te nije bilo poticaja za promjenom.<sup>89</sup>

U 18. stoljeću pojavljuju se i prvi američki znanstvenici, a među njima je najznačajniji **Benjamin Franklin** (1706. - 1790). Franklin je najpoznatiji po tome što je prvi pokazao da je munja električni fenomen tj. da postoji poveznica između svjetlosnih i električnih pojava. U poznatom eksperimentu uspio je pomoću zmaja „uhvatiti“ svjetlost munje u tzv. leidensku bocu tj. pokazati da je u pitanju elektricitet. Na temelju ovoga otkrića Franklin je dizajnirao prve gromobrane, koji ubrzo ulaze u širu upotrebu.

Tijekom 18. stoljeća dolazi i do jačeg razvoja ekonomije kao prve društvene znanosti koja se nastoji utemeljiti na sličnim načelima kao i prirodne znanosti. Ovaj razvoj, koji danas nazivamo imenom *klasična ekonomija*, ponajviše vezujemo uz ime škotskog filozofa i ekonomiste **Adama Smitha** (1723.-1790.). Najznačajnije je djelo Adama Smitha *Istraživanje prirode i uzroka bogatstva naroda* (1776.), najčešće skraćeno navođeno kao *Bogatstvo naroda*. U njemu Smith pokušava dokazati da je gospodarstvo samostalan sustav koji, uz minimalnu državnu intervenciju, funkcionira po vlastitim zakonitostima vođen interesima pojedinca. Smith je upotrijebio poznatu metaforu „nevidljive ruke“ koja pojedinca koji je motiviran sebičnim interesima vodi do ostvarenja društvenog interesa bolje od bilo koje političke vlasti koja nastoji ostvariti isti cilj. Primjerice, pojedinac koji želi uspjeti na tržištu i ostvariti profit zbog tržišne je konkurencije prisiljen proizvodnju organizirati na najefikasniji način, odnosno ostvariti maksimalne uštede. Na taj će način tržišne cijene biti svedene na minimum, od čega će korist uživati cijelo društvo kroz široku dostupnost tih proizvoda tj. povećanje životnog standarda. Smith, doduše, upozorava i na mogućnost stvaranja monopola i dogovaranja cijena na tržištu koji mogu ugrožavati društveni interes. Državi stoga dodjeljuje zadatak da sprječava monopole i pribavlja javna dobra poput nacionalne obrane i infrastrukture (cesta, kanala i slično) koje nijedan pojedinac neće pribaviti jer za njih nema profitnih interesa ili ne može prisiliti druge pojedince da ih plate. Primjerice, malo će pojedinaca svojevoljno izdvajati sredstva za nacionalnu obranu (vojsku) jer će u slučaju napada na zemlju njihovo vlasništvo biti obranjeno neovisno o tome jesu li pridonijeli obrani ili ne. Stoga država mora financirati vojsku iz poreznih prihoda. Smith tako državi pripisuje samo

---

<sup>89</sup> Ben-David (1986:129-137).

nužne funkcije zalažući se za slobodno tržište i slobodnu međunarodnu trgovinu. Zbog toga danas Smith i predstavlja točku referentnu točku i inspiraciju za sve one ekonomiste i političare koji su protiv državne intervencije u gospodarstvo i koji gaje povjerenje u tržišnu samoregulaciju. Smith je i jedan od prvih znanstvenika koji prilikom analiziranja tržišnih fenomena koristi pojmove tržišne ponude i potražnje, tumačeći tržišne cijene i količinu dobara kroz ravnotežu ovih dvaju čimbenika. Drukčije rečeno, tržišna cijena se postiže onda kada su ponuda i potražnja u ravnoteži. Kod prevelike cijene postoji manjak potražnje (cijene su previsoke i ljudi ne žele kupovati), a kod preniske cijene višak potražnje (postoji manjak robe jer je preveliki broj ljudi želi kupiti) koji tržište automatski, bez ičije intervencije i kroz interakciju velikog broja ljudi „tjera“ do ravnotežne cijene. Pisanjem ovisnosti ponude i potražnje o cijeni pomoću matematičkih jednadžbi, određivanje ravnotežne cijena i količine moguće je postići upravo matematičkim sredstvima i matematičkom preciznošću.

Temelje evolucijske teorije postavio je **Charles Darwin** u svom djelu *O podrijetlu vrsta* (1859). U njemu je Darwin, nasuprot dotadašnjem shvaćanju po kojemu se biljne i životinjske vrste ne mijenjaju, ustvrdio da su današnje vrste nastale od nekad postojećih vrsta uslijed slučajnih, postupnih modifikacija. Prema Darwinu, tijekom razvoja vrsta zadržavaju su one modifikacije koje su korisne (adaptivne) tj. osnovni mehanizam evolucije je prirodna selekcija. Npr. Darwin je tijekom istraživanja na Galapagosu utvrdio da postoji nekoliko različitih varijeteta iste vrsta ptica (zeba) koje su slične u svemu osim u obliku kljuna, a svaki od tih oblika prilagođen je lovu na pojedine vrste kukaca. U kasnijem djelu *O podrijetlu čovjeka* (1871) Darwin je ustvrdio da sličan mehanizam važi i za ljude tj. da su se ljudi i čovjekoliki majmuni vjerojatno razvili od zajedničkog pretka. Darwin je ideje za svoju teoriju crpio iz nekoliko izvora. Prvog su predstavljale novije spoznaje iz geologije po kojima se Zemlja razvijala vrlo sporo prolazeći kroz niz geoloških doba. Starost zemlje Darwina je uvjerila da je evolucije imala dovoljno vremena za djelovanje tj. da su vrste imale dovoljno vremena da se razviju u današnje oblike. Drugi izvor, kako je već spomenuto, su njegova istraživanja tijekom putovanja oko svijeta na brodu Beagle tijekom 30-ih godina 19. stoljeća. Kao prirodoslovac na tom brodu Darwin je primijetio raznolikost biljnog i životinjskog svijeta te prikupio veliki broj empirijskog materijala (između ostalih i fosila). Treći izvor mu je bio ekonomist Thomas Malthus koji je postavio tezu da se ljudska populacija širi geometrijskom, a izvori hrane aritmetičkom progresijom, zbog čega su neki ljudi osuđeni na siromaštvo. Darwin je ovu ideju proširio i na životinjski svijet postavši tezu o opstanku onih koji su najbolje prilagođeni na okolinu i borbu unutar vrste.

Evolucijska teorija, formulirana od strane Darwina, vjerojatno predstavlja teoriju iz područja prirodnih znanosti koja je imala najjači sociokulturni utjecaj. Naime, inspirirala je različite političke pokrete i društvene teorije (tzv. socijalni darvinizam) te potaknula niz istraživanja kojima se društveno ponašanje i psihološke osobine ljudi pokušavaju protumačiti njihovim biološkim naslijeđem.

Darvinistička je teorija utjecala i na različite filozofske pravce koji se zasnivaju na ideli vitalizma, kao i na razne umjetničke pokrete. Primjerice, osnivač naturalizma **Émile Zola** u svom spisu *Ekperimentalni roman* (1880) tako se zalaže za znanstveni pristup prilikom pisanja književnog djela tj. za tzv. eksperimentalni roman utemeljen na pomnom i objektivnom prikupljanju činjenica vođenim znanstvenim načinom zaključivanja. Književnik bi, prema njemu, trebao nadići dotadašnji književni realizam koji se zadovoljavao minucioznim opisom stvarnosti te pokušati otkriti determinizam koji upravlja ljudskim društvom i individualnom psihologijom. Inspiriran znanstvenim pozitivizmom i darvinizmom, Zola je smatrao da ljudskim ponašanjem upravljaju naslijeđene (genetske) osobine koje se modificiraju i različito manifestiraju u različitim društvenim okolinama<sup>90</sup>. Zadatak je književnika da objektivno i nepristrano varira te okolnosti i prikazuje manifestacije nasljednih osobina dolazeći tako do općih zaključaka.

U drugoj polovici 19. stoljeća augustinski redovnik iz Brna **Gregor Mendel** (1822. – 1884.) otkriva temeljne zakone nasljeđivanja bioloških osobina. Eksperimentirajući s biljkama (graškom) u samostanskom vrtu otkriva određene pravilnosti prilikom križanja biljaka. Primjerice, križajući visoke i niske biljke otkriva da su potomci uvijek visoki. Međutim, nakon što te visoke potomke križa međusobno, u drugoj generaciji visoke i niske biljke pojavljuju se u omjeru 3:1. Na temelju toga zaključuje da postoje nositelji nasljednih osobina, kasnije nazvani geni, koji se dobivaju od oba roditelji i čija kombinacija određuje manifestiranje vidljivih osobina. U spomenutom slučaju, Mendel zaključuje da je gen koji dovodi do višeg rasta biljke *dominantan*, a gen za niski rast recesivan. To znači da će biljka koja od jednog roditelja dobije gen za visoki rast, a od drugog roditelja gen za niski rast biti visoka. Tako će neke visoke biljke imati oba gena za visoki rast, a neke jedan gen za visoki i jedan gen za niski rast, odnosno različiti genotipi (genetsko naslijeđe) mogu dovesti do istih fenotipa (pojavnih osobina). Križanjem ovih biljaka, neke će biljke koje imaju po jedan gen za visoki i jedan za niski rast proizvesti potomke koji imaju dva gena za niski rast, pa se stoga u toj generaciji pojavljuju u niski potomci u omjeru 1:3 prema broju visokih potomaka.

<sup>90</sup> Primjerice, rudari iz *Germinala* (1885) suočeni s neimaštinom i glađu pretvaraju se u masu koja instinktivno i brutalno ruši sve pred sobom, a glavni junak tog romana svoju nasljednu impulzivnost i sklonost nasilju manifestira tek u stanjima životne ugroženosti i pod utjecajem alkohola. Slično tome, potencijalnim ili stvarnim napretkom na hijerarhiji likovi iz tog romana prestaju osjećati solidarnost i počinju prezirati svoje kolege, pripadnike radničke klase.

Tablica 3 – ilustracija Mendelovih eksperimenata

Roditelj br. 2	D – gen za visoki rast	d – gen za niski rast
Roditelj br. 1		
D – gen za visoki rast	DD (visoka biljka)	Dd (visoka biljka)
d – gen za niski rast	dD (visoka biljka)	dd (niska biljka)

Istovremenim eksperimentiranjem s različitim genima, Mendel zaključuje i da se različite osobine nasljeđuju neovisno. Iako Mendelov rad nije osobito primijećen za njegova života, početkom 20. stoljeća dovest će do razvoja genetike i pružiti supstancijalni dokaz za evolucijsku teoriju koju je formulirao Charles Darwin .

U drugoj polovici 19. dolazi i do eksperimenata i otkrića koji će omogućiti pojave prvih preciznijih modela atomske strukture tvari početkom 20. stoljeća. Tako eksperimenti s katodnim zrakama dovode do otkrića negativno nabijenih čestica – elektrona. Ruski kemičar **Dmitrij Mendeljejev** (1834. – 1907.) stvara *periodni sustav elemenata* zasnovan na ideji da kemijska svojstva elemenata ne neki način ovise o njihovoj atomskoj masi te da se ta svojstva periodički ponavljaju. Ovakva ideja Mendeljevu omogućuje predviđanje postojanja kemijskih elemenata koji će biti otkriveni tek kasnije. Otkriće periodnog sustava predstavljalo je jak motiv za daljnja istraživanja i postavljanja modela atoma kojima bi se mogle objasniti utvrđene pravilnosti i periodičnost svojstava elemenata.

U drugoj polovici 19. stoljeća nastaju i prvi pokušaji stvaranja *psihologije* kao znanosti koja će pomoću prirodno-znanstvenih metoda pokušati protumačiti ljudski duševni život i ponašanje. Tako **Wilhelm Wundt** (1832. – 1920.) 1879. u Leipzigu otvara prvi laboratorij za eksperimentalnu psihologiju. Ruski fiziolog **Ivan Pavlov** (1849. – 1936.) prilikom fizioloških istraživanja, za koja 1904. dobiva Nobelovu nagradu za medicinu, otkriva neka od načela koja će postati dijelom bihevioralne psihologije. Tako prilikom eksperimenata sa psima otkriva tzv. uvjetovani refleks, načelo koje se i danas koristi prilikom pokušaja modifikacije ljudskog ponašanja, osobito u reklamnoj industriji. Naime, Pavlov je primijetio da će uvjetovani podražaj koji se pojavljuje skupa s bezuvjetnim podražajem nakon nekog vremena i sâm izazvati reakcije bez pojavljivanja bezuvjetnog podražaja. Primjerice, psi koje je Pavlov hranio slinili su svaki puta kada im je donošena hrana (bezuovjetni podražaj). Nakon što je prilikom donošenja hrane svaki puta zazvonio zvoncem (uvjetovani podražaj), Pavlov je primijetio da nakon nekog vremena zvuk zvonca izaziva slinjenje pasa, čak i onda kada hrana uopće nije prisutna tj. kada psi ne vide hranu.

U 19. stoljeću znanost se u potpunosti profesionalizira i gubi ranije veze s filozofijom i teologijom (religijom). Znak profesionalizacije je i činjenica da se za empirijsko proučavanje prirode sve češće upotrebljava izraz "znanost" (scientia), nasuprot izrazu "prirodna filozofija" (philosophia naturalis), koji je ranije upotrebljavan. U 19. stoljeću znanost postaje neodvojivo povezana s industrijskim pogonom, a industrije vezane uz Drugu industrijsku revoluciju (ponajviše kemijska i električna industrija) izravno su ovisile o primjeni znanstvenih spoznaja i bile su utemeljene u njima. Dok je povezanost znanosti i industrije u Prvoj industrijskoj revoluciji bila donekle neizravna, u ovom se periodu ta veza intenzivira i postaje izravna<sup>91</sup>. Krajem 19. stoljeća središte znanstvenog života postaje Njemačka. U njoj istraživački rad po prvi puta postaje neodvojivim dijelom sveučilišta, a osnivaju se i posebne institucije koje se bave isključivo istraživačkim radom – znanstveni instituti. Napredak znanosti omogućen je i jakom konkurencijom unutar i između sveučilišta. U početku 20. stoljeća primat u znanosti preuzima SAD, a ta dominacija traje i danas.

### 3.5. Razvoj znanosti u 20. stoljeću

Prva polovica 20. stoljeća donosi značajna otkrića koja mijenjaju dotadašnja shvaćanja mikrosvijeta (elementarnih čestica), ali i do posve drukčijih pogleda na temeljne okvire ljudske percepcije – prostor i vrijeme.

Britanski kemičar i fizičar **Ernest Rutherford** (1871.- 1937.) nakon eksperimenata s alfa-česticama 1911. godine postavlja vlastiti model atoma. Naime, u eksperimentu utvrđuje da velika većina alfa-čestica prolazi kroz tanke listiće zlata, odnosno da se vrlo mali broj čestica odbija od listića. Na temelju toga zaključuje da se atom uglavnom sastoji od praznog prostora te da se u sredini nalazi pozitivno nabijena jezgra oko koje kruže negativno nabijene čestice. Ovaj modela podsjeća na minijaturni sunčev sustav u kojemu jezgra igra ulogu središta gravitacije (Sunca), a električne sile ulogu gravitacijskih sila<sup>92</sup>. Rutherford dolazi i do zaključka da broj elektrona određuje mjesto elemenata u periodnom sustavu. Nobelovu nagradu za kemiju Rutherford je dobio 1908. godine.

Danski fizičar **Niels Bohr** (1885. – 1962.) doraduje Rutherfordov modela atoma i postavlja vlastiti kvantni modela atoma. On pretpostavlja da se elektroni oko jezgre mogu kretati u samo određenim putanjama te da prijelaz između pojedinih putanja zahtijeva primanje ili otpuštanje točno određenih količina (kvanta) energije. Bohr je periodičnost svojstava elemenata prikazanu u periodnom sustavu elemenata tumačio brojem elektrona u zadnjoj putanji („ljuski“) atoma. Tijekom 2. svjetskog rata Bohr je u SAD-u radio na razvoju nuklearne bombe (tzv. Projekt Manhattan), iako je nakon toga bio jedan

<sup>91</sup> Bekar i Lipsey (2002:12).

<sup>92</sup> Simonyi (2012: 397).

od glavnih zagovornika isključivo mirnodopskog korištenja nuklearne energije. Za svoj rad dobio je Nobelovu nagradu za fiziku 1922. godine.

Na prijelazu stoljeća dolazi do promjene klasične paradigme koju je postavio još Isaac Newton. Radeći na temeljima Lorentza i Poincare, **Albert Einstein** (1879. – 1955.) 1905. godine postavlja tzv. *specijalnu teoriju relativnosti* kojom je uzdrmao tradicionalnu sliku svijeta utemeljenu na pojmovima apsolutnog prostora i apsolutnog vremena. Naime, još od Newtona smatralo se da promatrači moraju mjeriti iste udaljenosti bez obzira na to kreću li se jednoliko u odnosu jedan na drugog ili ne. Isto, tako dva događaja trebala bi se dogoditi istovremeno i za pojedinca koji se ne kreće i za pojedinca koji se kreće jednolikom brzinom u odnosu na prvog pojedinca. Drukčije rečeno, udaljenost (prostor) i vrijeme jednaki su za sve promatrače. Prvi problemi za ovakvu sliku svijeta pojavljuju se kada se eksperimentalno utvrđuje da je brzina svjetlosti jednaka za sve promatrače, neovisno o tome koliko se brzo kreću. Uzmimo, primjerice, da imamo dva pojedinca koji se nalaze na istom mjestu. Prvi ostaje na tom mjestu, dok se drugi počinje kretati brzinom od 150 000 km/s. Istovremeno s početkom kretanja drugog pojedinca u smjeru njegovog kretanja pustimo svjetlost koja se kreće brzinom od 300 km/s u odnosu na prvog pojedinca. Kada bi postojao apsolutni prostor i vrijeme, drugi bi pojedinac (koji se kreće brzinom od 150 km/s u smjeru svjetlosti) trebao mjeriti brzinu svjetlosti od 150 km/s, slično kao što krećući se automobilom 90 km/s pored automobila koji se kreće 80 km/s mjerimo brzinu od 10 km/s u odnosu na taj automobil. ispostavlja se, međutim, da će pojedinac koji se kreće 150 km/s svejedno mjeriti brzinu svjetlosti od 300 km/s. Einstein zaključuje da se ovakav nalaz može protumačiti samo time da pojedincu koji se kreće vrijeme mora prolaziti sporije u odnosu na pojedinca koji miruje. Stoga iz specijalne teorije relativnosti, koja je eksperimentalno potvrđena, proizlaze prognoze koje su u nesuglasju sa svakodnevnim iskustvom utemeljenom na apsolutnom prostoru i vremenu. Tako bi, primjerice, osoba koja bi se u raketu izrazito velikom brzinom odvezla sa Zemlje i vratila se na nju, utvrdila da je na Zemlji proteklo znatno više vremena nego kod nje u svemirskom brodu, odnosno da su svi vršnjaci te osobe odavno mrtvi.

Osobito je značajno i Einsteinovo utvrđivanje ekvivalentnosti mase i energije tj. mogućnosti pretvorbe jednu u drugu koje je inspiriralo rad na iskorištavanju nuklearne energije. Za svoje doprinose fizici, osobito za objašnjenje fotoelektričnog efekta, odnosno otkriće da je svjetlost sastavljena od fotona – diskretnih jedinica energije, 1921. godine dobiva Nobelovu nagradu.

Tijekom 20. stoljeća dolazi do intenzivnijeg razvoja društvenih i humanističkih znanosti. Tako se u ekonomiji profiliraju dvije temeljne teorije koje vode do različitih preporuka u pogledu ekonomske politike – *keynesijanizam* i *monetarizam* (Mills, 2002).. Prva je teorija zasnovana na radu **Johna Maynarda Keynesa** (1883. – 1946.), britanskog ekonomiste koji je vjerovao u nužnost jače državne regulacije gospodarstva. Naime, prema Keynesu nedovoljna potražnja dovodi do cikličkih



gospodarskih kriza pa država mora kroz potrošnju stimulirati oporavak gospodarstva. U tom smislu dopušteni su i fiskalni deficiti (zaduživanje tj. država troši više od onoga što prikupi putem poreza), država treba posuđivati neiskorišteni kapital od građana i ulagati ga u investicije ili potrošnju. Na ovim idejama bila je zasnovana i uspješna američka gospodarska politika New Deal-a i izlazak iz Velike gospodarske depresije (1929. – 1933.). Međutim, keynesijanizam doživljava pad povjerenja kad 1970-ih dolazi do pojave prevelikih državnih dugova i inflacije koju izaziva državna potrošnja. Monetaristička ekonomska teorija, zasnovana na klasičnoj ekonomiji i idejama austrijskih ekonomista iz prve polovice 20. stoljeća, smatra da je slobodno tržište nadmoćno državnim intervencijama u koje, prema njima, samo povećavaju inflaciju i ne utječu na ublažavanje gospodarskih ciklusa. Država bi, prema monetaristima, trebala samo prilagoditi rast novčane mase rastu gospodarstva. Uz monetarizam najčešće se veže ime **Miltona Friedmana** (1912. – 2006.), dobitnika Nobelove nagrade za ekonomiju 1976. godine. Nakon početka gospodarske krize u 2008. godini, keynesijanska teorija opet postaje sve prihvaćenija, odnosno počinje se zagovarati jače državno interveniranje u gospodarstvo.

U psihologiji 20. stoljeća postojalo je nekoliko različitih pravaca, no najširi kulturni utjecaj imali su *biheviorizam* i *psihoanaliza*. Biheviorizam u psihologiji zasnivaju **John Watson** (1878. – 1958.) i **B.F. Skinner** (1904. – 1990.), a temelji se na ideji da se psihologija treba baviti proučavanjem ponašanja koje ovisi o poticajima iz okoline, a ne unutrašnjim psihičkim procesima. Pojednostavljeno rečeno, pretpostavlja se da će se ljudi ponašati na način koji im donosi ugodu, a izbjegavati načine ponašanja koji im donose neugodu, što implicira i da ponašanje nije urođeno i da se može modificirati nagradama i kaznama. Biheviorizam je koncentracijom na fizičke manifestacije ponašanja i izbjegavanjem nutrašnjih psihičkih procesa koji se ne mogu proučavati objektivnim sredstvima nastojao psihologiju približiti prirodnim znanostima (Smith, 1990). Psihoanaliza austrijskog psihologa **Sigmunda Freuda** (1856. – 1939.) tumačenje ljudskog psihičkog života i ponašanja utemeljuje na ideji *nesvjesnog*. Naime, Freud je smatrao da se struktura ljudske psihe sastoji od *ida* (podsvjesnih želja), *ega* (svjesnog dijela ličnosti) i *super-ega* (savjesti utemeljenoj na društvenim normama). Prema Freudu, društveno neprihvatljive želje, uglavnom vezane uz seksualnost, potiskuju se u nesvjesno, odakle se pojavljuju u neurozama, snovima, i nesvjesnim omaškama. Različitim tehnikama, poput hipnoze, analize snova ili slobodnih asocijacija, psihoanalitičar može otkriti ove konflikte. Psihoanaliza je dovela do prvih psihoterapeutskih postupaka, a imala je široki kulturni utjecaj jer su njezine ideje preuzeli mnogi filozofi i umjetnici. Primjerice, nadrealizam je kao umjetnički pokret bio zasnovan upravo na odbacivanju racionalnog dijela ljudske ličnosti tj. na umjetničkoj afirmaciji podsvijesti i snova.

Dvadeseto stoljeće donosi značajne promjene u društvenom značenju, financiranju i organizaciji znanosti. Tako je Drugi svjetski rat donio veliku promjenu u načinu na koji se provode znanstvena



istraživanja i u količini financijskih sredstava dostupnih znanstvenicima. Razvoj nuklearnog oružja i poslijeratna utrka u naoružanju između SAD-a i Sovjetskog Saveza doveli su do velikih ulaganja u znanost od strane države, što je dovelo do značajnih znanstvenih i tehnoloških otkrića. Ova se promjena obično označava kao pomak od "male znanosti" (small science), u kojoj je znanost oslonjena na individualni rad pojedinačnih znanstvenika, prema "velikoj znanosti" (big science) koju karakteriziraju:

1. Veliki proračuni
2. Veliki broj znanstvenika koji zajednički rade
3. Velike istraživačke institucije

Krajem 20. stoljeća velike korporacije (industrija) postaju najveći ulagači u znanstvena istraživanja, što dovodi do u pitanje objektivnost znanstvenih istraživanja i njihovu općedruštvenu korist. Svega oko 10% utrošenog novca (države obično troše oko 2% do 4% BDP-a na istraživanja i razvoj – R&D) utroši se na fundamentalna istraživanja, dok su danas dominantna primijenjena i razvojna istraživanja. Znatni dio primijenjenih i razvojnih istraživanja odvija se unutar korporacijskih istraživačkih instituta i vladinih agencija, a ne unutar znanstvenih institucija u užem smislu riječi.

Suvremenu znanost obilježavaju:

1. Kompetitivnost
2. Timski rad i organizacijska struktura s malo hijerarhije
3. Sve veći naglasak na primijenjenu i razvojnu znanost nasuprot fundamentalnim istraživanjima

Kompetitivnost u znanosti znači da se znanstvenici natječu oko toga tko će najkvalitetnije objasniti određeno područje, pri čemu često dolazi do simultanih otkrića i neslaganja oko prvenstva. Jedan od najstarijih takvih neslaganja je pitanje tko je otkrio diferencijalni račun (Newton-Leibnitz). Razlika u produktivnosti između znanstvenika izrazito je velika. Tako, prema nekim američkim podacima, oko 6% znanstvenika objavi 50% svih članaka u znanstvenim časopisima, dok je razlika u citiranju još veća. Naime, oko 3% znanstvenika autori su oko 50% svih citiranih radova. Neravnomjernost u broju objavljenih radova često se opisuje tzv. Lotkinim zakonom po kojemu broj autora koji publiciraju  $n$  radova iznosi  $1/n^2$  od ukupnog broja autora koji publiciraju jedan rad. Tako će npr. u situaciji u kojoj 10 autora publicira po jedan rad broj autora koji publiciraju dva rada biti 4 ( $1/2^2 \cdot 10$ ), broj autora koji publiciraju tri rada oko 1,11 ( $1/3^2 \cdot 10$ ) itd.

Ova se razlika povećava tijekom karijere i može se objasniti s time da inicijalno kvalitetniji znanstvenici odlaze raditi na kvalitetnije institucije te surađuju s drugim kvalitetnim znanstvenicima. Isto tako, renomirani znanstvenici mogu lakše objaviti svoje radove nego manje renomirani, čak i ako je njihova kvaliteta podjednaka. Ova se pojava, kod koje male početne razlike kasnije dovode do velikih razlika, u znanosti naziva Matejev efekt (Matthew effect<sup>93</sup>). Pojavi je prvi dao ime američki sociolog Robert Merton koji je prvi pisao o ovome fenomenu. Slična stvar često se uočava i u obrazovnom sustavu, pri čemu talentiraniji učenici dobivaju više pažnje od strane nastavnika, pa se početne razlike između učenika tako još više povećavaju. I u ovome slučaju početna procjena talentiranosti djeluje kao samoispunjavajuće proročanstvo. U znanosti Matejev efekt ne djeluje neograničeno budući da postoje pojave koje ga donekle korigiraju<sup>94</sup>. Npr. kvalitetni znanstvenici će često otići u manje renomirane istraživačke centre jer tamo mogu igrati vodeću ulogu, manji centri mogu se koncentrirati na određena područja znanosti i tako privući kvalitetne znanstvenike, država može ujednačenim financiranjem umanjiti nejednakost između istraživačkih centara i sl.

Budući da je znanost nerutinski posao, prema predviđanjima organizacijske teorije znanstveni će se rad uglavnom odvijati u malim skupinama s dosta suradnje i relativno malom hijerarhijom. No, pojedine se znanosti znatno razlikuju u tom pogledu, pri čemu su neke od njih (npr. matematika) oslonjene na individualne doprinose znanstvenika i relativno malu podjelu rada, dok se druge (npr. kemija ili nuklearna fizika) sastoje od velikih grupa s relativno preciznom podjelom rada.

---

<sup>93</sup> Na osnovu jednoga izraza iz Evandjelja po Mateju.

<sup>94</sup> Prema Merton (1988).

## 4. Razvoj znanosti i znanstvene paradigme

### 4.1. Temeljni pristupi promjenama znanstvenih teorija

Postoje dva osnovna pristupa promjenama znanstvenih teorija:

1. Evolucionistički pristup
2. Kuhnov model znanstvenih revolucija

Prema evolucionističkom modelu razvoj se razvija postupno, pri čemu svaka teorija mijenja i dopunjava onu prethodnu. Prema ovakvom shvaćanju, znanstveni napredak postoji, budući da svaka teorija objašnjava svijet bolje od onih prethodnih.

Osnovna je ideja Kuhnovog pristupa razvoju znanosti da se znanost ne razvija kumulativno, dodavanjem novih spoznaja onim postojećima, nego na revolucionaran način, promjenom paradigme - fundamentalne slike vlastitog područja proučavanja i metodološkog pristupa. Neke od najpoznatijih promjena paradigmi su: Ptolomejev geocentrizam vs. Kopernikov heliocentrizam; Newtonova fizika vs. Einsteinova teorija relativnosti.

Prema Kuhn, povijest znanosti ukazuje na razdoblja tzv. normalne znanosti koje je obilježeno postojanjem jedinstvene paradigme. Nastanak paradigme dogodi se u trenutku kad nova generacija znanstvenika počne slijediti već postojeći pristup tj. kada svaka nova generacija svoj znanstveni rad ne počinje ispočetka, bez jakih poveznica s prethodnim generacijama. U razdoblju "normalne znanosti" znanstvenici se uglavnom bave s tri skupine problema:

1. Određivanje važnih činjenica – npr. Newtonova fizika usmjerava se na otkrivanje zakona gibanja, a evolucijska biologija na otkrivanje adaptivnih sposobnosti životinjskih vrsta.
2. Usklađivanje činjenica s teorijom – teorijske postavke pokušavaju se empirijski testirati
3. Artikulacija teorije – teorija se pokušava proširiti na nova područja – npr. Newtonova fizika pokušava objasniti i gibanje materijalnih predmeta na zemlji i gibanje planeta.

U razdoblju normalne znanosti znanstveni problemi se tretiraju kao zagonetke tj. kao problemi koji sigurno imaju rješenje, kojega samo treba pronaći. Tako npr. evolucijska biologija ponašanje životinjskih vrsta smatra u načelu objašnjivim pomoću mehanizama prirodne selekcije, stoga je neko ponašanje neke životinjske vrste "zagonetka" u smislu da je potrebno objasniti zašto je to ponašanje adaptivno, te se pretpostavlja da tako objašnjenje sigurno postoji. Na taj način znanstvenici koji djeluju unutar paradigme evolucijske biologije imaju jasne naputke kako istraživati određeni problem.

Ako neka paradigma nije u stanju objasniti tzv. anomalije, tj. fenomene koji nisu u skladu s predviđanjima koja proizlaze iz paradigme, tada nastaje kriza paradigme koja se može riješiti na način da se paradigma promijeni novom. Ovo se događa samo u situaciji kada nova paradigma već postoji – inače staru nije moguće promijeniti ni sa čime. Nova paradigma se od stare razlikuje po tome što nudi posve drugačiji pogled na predmet istraživanja, drugačiji “pogled na svijet”.

Kuhnova ideja o znanstvenim revolucijama dovela je u pitanje niz do tada uobičajenih mišljenja o znanosti<sup>95</sup>:

1. Realizam – znanstvene teorije na objektivan način objašnjavaju realnost
2. Razgraničenje – postoji jasna razlika između znanosti i drugih sustava vjerovanja (religije, umjetnosti, političkih ideologija...)
3. Kumulativnost – znanstvene se teorije nadograđuju jedna na drugu
4. Razlika između promatrača i teorije – opažanje i teorija međusobno su odvojivi, opažanja su neovisna o teoriji koju se zastupa
5. Temelji znanosti zasnivaju se na opažanjima i eksperimentima
6. Deduktivna struktura teorije – teorije se provjeravaju na temelju opažanja koja se deduktivno izvode iz teorije
7. Preciznost – znanstveni termini imaju jasno određena značenja
8. Otkriće i opravdavanje teorija može se odvojiti – psihološke i sociološke okolnosti nastanka teorije nisu važni kao razlozi prihvatanje neke teorije
9. Jedinstvo znanosti – sve se znanosti možda u konačnici mogu svesti na jednu temeljnu znanost

Neke od kritika koje se mogu uputiti Kuhnovom pogledu na razvoj znanosti su sljedeće:

1. Pitanje nesumjerljivosti paradigmi – Kuhn tvrdi da ne postoji jasan kriterij znanstvenog napretka budući da paradigme nude posve drugačiji pogled na svijet, no to je ipak upitno. Moguće je, naime, osmisliti ključne eksperimente kojima se može utvrditi koja je paradigma točnija

<sup>95</sup> Sardar, Z. i Van Loon, B. (2005: 54).

2. Jedinstvenost paradigme – Kuhn tvrdi da u razdoblju normalna znanosti postoji samo jedna paradigma što obično nije slučaj u većini znanosti, a pogotovo u društvenim i humanističkim znanostima.
3. Razlika između prirodnih i društveno-humanističkih znanosti – postavlja se pitanje zašto su društveno-humanističke znanosti u stanju nepostojanja paradigme ili postojanja nekoliko različitih paradigmi istovremeno. Ako znanstveni napredak doista ne postoji, kako to da se znanstvenici iz područja prirodnih znanosti slažu oko vlastite paradigme, a oni iz društveno-humanističkih ne?

Kuhnovo poimanje razvoja znanosti često se kritizira i kao dio antiznanstvenog relativizma prisutnog u dijelu humanističkih i društvenih znanosti. Unutar znanosti često se govori o dvije kulture – znanstvenoj i humanističkoj («tvrde» i «meke» znanosti) od kojih je samo ona prva zasnovana na idealnotipskom modelu znanosti. Ideju o postojanju dvaju znanstvenih kultura prvi put je iznio C.P. Snow kritizirajući prevladavajuće shvaćanje po kojemu bi svaki čovjek trebao imati osnovno obrazovanje s područja humanistike (npr. čitati i poznavati književne klasike), dok nije obvezno poznavati temelje prirodnih znanosti. Drugačije rečeno, poznavanje umjetnosti, jezika, povijesti i sl. smatra se odlikom obrazovana čovjeka (intelektualca), dok poznavanje znanosti nije nužno. Prema Snowu, humanističko se znanje smatra važnijim i samo ono karakterizira „kultiviranog“ čovjeka.

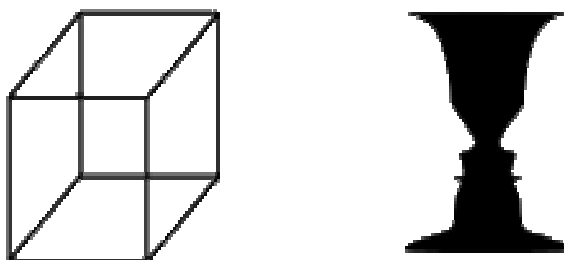
Jače sukobljavanje ovih dvaju kultura počinje s pojavom povijesti znanosti, filozofije znanosti i sociologije znanosti koji počinju znanost promatrati u društvenom i kulturnom kontekstu i donekle je relativizirati. Još jača relativizacija počinje s pojavom postmoderne teorije, kulturalnih studija, feminističke teorije i sl. Egzaktne znanosti danas često društvenim i, osobito, humanističkim znanostima prigovaraju površnost i nepridržavanje kanona znanosti, kao i relativizam i bezrazložno osporavanje znanosti. Suprotstavljenost „dvaju kultura“ doživjela je ponovno oživljavanje početkom 90-ih godina 20. stoljeća u tzv. ratovima znanosti. Ratovi znanosti započinju člankom „Prevazilaženje granica: prema transformativnoj hermeneutici kvantne gravitacije“, kojeg je američki fizičar Alan Sokal objavio u časopisu *Social Text*, jednom od najznačajnijih časopisa s područja kulturalnih studija. Nedugo zatim Sokal objavljuje da ovaj članak, u kojem je prezentirao konstruktivističku relativizaciju znanstvene istine, zapravo predstavlja podvalu tj. da je htio dokazati da se čak i besmisleni članci mogu objaviti ukoliko podilaze osnovnim idejama kulturalnih studija tj. relativiziraju znanstvenu istinu.

#### 4.2. Psihološki korijeni paradigmi

Kuhnovi pogledi na razvoj znanosti putem znanstvenih paradigmi donekle potvrđuju i neke spoznaje iz psihologije percepcije. Mogu se izdvojiti dvije takve spoznaje:

1. Holistička narav percepcije
2. Pristranost potvrđivanja

Prema spoznajama tzv. gestalt psihologije ljudske percepcija ne dobiva se zbrajanjem individualnih osjeta nego, nasuprot tome, ukupna slika koju imamo o određenom objektu određuje kako ćemo tumačiti određene detalje (holistička narav percepcije). Drugačije rečeno, jedan te isti detalj može značiti različite stvari u ovisnosti o našoj percepciji cjeline. Tako npr. pojedini detalji na Rubinovoj vazi mogu biti protumačeni na dva različita načina (dva lica ili vaza), a pojedine se stranice Neckerove kocke, dužim gledanjem u nju, nekad čine dijelom prednjeg plana, a nekad pozadine. Drukčije rečeno, događa se tzv. „gestalt switch“ u kome se pojedini dijelovi cjeline tumače na drukčiji način, slično promjeni paradigmi.



Slika 11 – Neckerova kocka i Rubinova vaza

U kontekstu paradigmi ovo može značiti da znanstvenici istu stvar mogu vidjeti na različite načine, u ovisnosti o ukupnoj slici koju imaju o predmetu istraživanja.

Pristranost potvrđivanja (eng. *confirmation bias*) odnosi se na sklonost ljudi da nove informacije tumače na način da potvrđuju njihova prijašnja uvjerenja ili stavove.

Pristranost potvrđivanja može se podijeliti na tri vrste:

1. Pristranost traženja informacija
2. Pristranost tumačenja
3. Pristranost prisjećanja

Pristranost traženja informacija odnosi se na situacije u kojima ljudi traže isključivo informacije koje odgovaraju njihovim prijašnjim uvjerenjima ili hipotezama. Drugačije rečeno, kod testiranja vlastitih uvjerenja ljudi traže one informacije koje bi bile točne kada bi njihovo uvjerenje bilo točno, umjesto da traže one informacije koje bi bile netočne u slučaju da je njihovo uvjerenje točno.

Neki od primjera pristranosti potvrđivanja su:

1. Postavljanje pitanja u anketnim upitnicima na način da potvrđuju hipotezu („Smatrate li da trenutna vladina politika nije dobra?“)
2. Polarizacija stavova – dvije skupine koje inicijalno imaju različite stavove o nekom pitanju još će se više razlikovati u stavovima kada budu izložene dodatnim informacijama.
3. Vjerovanja u astrologiju, parapsihologiju, proročanstva i sl. – ljudi iz takvih predviđanja biraju samo one slučajeve koji ih potvrđuju.
4. Nesklonost znanstvenika da publiciraju rezultate istraživanja koji opovrgavaju njihovu teoriju (npr. da su dva fenomena povezana), iako bi takvi rezultati bili dragocjeni za testiranje suprotnih teorija (onih koje tvrde da ti fenomeni nisu povezani)
5. Sklonost ljudi da se kod dokazivanja koncentriraju samo na „pozitivne-pozitivne“ slučajeve. U slučaju prikazanom u tablici većina ljudi će tvrditi da postoji povezanost između kišovitoг vremena i bolova u kostima samo zato jer je takvih slučajeva najviše, iako stvarna povezanost ne postoji (tablica pokazuje da je povezanost suprotna, da su bolovi u kostima rjeđi kad kiša ne pada).

	Pada kiša	Ne pada kiša
Bolovi u kostima	14	6
Nema bolova u kostima	7	2

Tablica 4 – "pozitivno-pozitivno" potvrđivanje

Kako kaže naziv, pristranost tumačenja odnosi se na različito tumačenje istih informacija u ovisnosti o prethodnim stavovima i uvjerenjima.

Neki su od primjera pristranosti tumačenja sljedeći:

1. Sklonost znanstvenika da osporavaju metodologiju istraživanja koja proturječi njihovim teorijama
2. Polarizacija stavova – polarizacija stavova se događa jer ljudi iste informacije tumače na načine koji odgovaraju njihovim stavovima
3. Važnost prvih dojmova – prve informacije obično stvaraju okvir unutar kojega se tumače informacije koje dolaze. Ova pojava može otežati prihvaćanje novih znanstvenih teorija

Zbog pristranosti prisjećanja ljudi se lakše prisjećaju stvari koje odgovaraju njihovim uvjerenjima i stavovima. Neki od primjera pristranosti prisjećanja su:

1. Sklonost zadržavanju uvjerenja koja nisu utemeljena – npr. suočeni sa znanstvenim dokazima ljudi koji vjeruju u alternativne sustave vjerovanja često će nastaviti vjerovati u njih jer će takve dokaze zaboraviti, a sjećat će se samo argumenata u prilog takvih sustava vjerovanja.
2. Ljudi skloni predrasudama prema drugim grupama ljudi sjećat će se samo onih slučajeva koji potvrđuju njihove predrasude.



## 5. Znanost i pseudoznanost

### 5. 1. Osnovna obilježja pseudoznanosti

Pseudoznanostu nazivamo sve one tvrdnje koje se predstavljaju znanstvenima, no obično ne zadovoljavaju znanstvene kriterije. U današnjim zapadnim društvima pseudoznanost skupa s praznovjermem i new-age vjerovanjima čini poseban kompleks vjerovanja koja su na ovaj ili onaj način suprotstavljena znanosti, no ove je pojmove ipak potrebno međusobno razlikovati<sup>96</sup> Praznovjerje čini skup fragmenata nekadašnjih religija ili magijskih praksi, a uglavnom su usmjerena na praktičnu korist, magijski utjecaj na druge ljude, predviđane budućnosti i sl. U epistemološkom smislu, praznovjerje je uglavnom zasnovano na različitim vrstama (pogrešnih) asocijacija ili empirijski neutemeljenih vjerovanja. Npr. neke vrste magijske prakse temelje se na načelu «slično-izaziva-slično» (npr. woodoo magija), praznovjerje vezano uz broj 13 vjerojatno je vezano uz 12 potpunih i jedan nepotpuni lunarni ciklus tijekom godine i sl.<sup>97</sup> Vjerovanja o "sretnim" brojevima, danima i predmetima također se temelji na pogrešnoj ideji da stvari koje su nam jednom bile sretna moraju to biti i u budućnosti tj. na ideji da jednom povezane stvari to moraju biti i u budućnosti. S obzirom da nekolicina istraživanja pokazuje da konvencionalni vjernici manje vjeruju u stvari koje obično nazivamo praznovjermem, Coll i Taylor (2004) zaključuju da se praznovjerje može shvatiti i kao nadomjestak za spoznajnu orijentaciju i identitet koje pružaju tradicionalne religije. Dakle, i religijska i praznovjerna vjerovanja nude pojedincu određenu razinu simboličke sigurnosti (odgovore na pitanja o vlastitoj sudbini, budućnosti i sl.), a pojedinci se obično odlučuju ili za jedno ili za drugo.

New-age vjerovanja čini skup vjerovanja koji dolazi iz istočnjačkih, azijskih religija (npr. reinkarnacija), parapsiholoških vjerovanja (npr. spiritizam) ili vjerovanja vezanih uz alternativnu medicinu (npr. kristalografija - liječenje posebno izbrušenim kristalima koji navodno oslobađaju neku vrstu energije). Pseudoznanost, za razliku od praznovjerja i većine new-age vjerovanja, tvrdi da se temelji na znanstvenim argumentima, no ti argumenti uglavnom nisu znanstveno valjani.

Kao najvažnija sastavnice pseudoznanosti mogu se izdvojiti sljedeća obilježja<sup>98</sup>:

1. *Neprovjerljive i nejasne tvrdnje* - npr. astrološka predviđanja, kao jedna od najzastupljenijih formi pseudoznanosti današnjice, najčešće su vrlo nejasna i ne mogu se pouzdano testirati.

<sup>96</sup> Navedeno na temelju Coll i Taylor (2004:758-759).

<sup>97</sup> Ovo praznovjerje je toliko da čak postoji i fobija od broja 13 (tzv. triskaidekafobija), mnogi hoteli nemaju sobe ili katove s brojem 13.

<sup>98</sup> Pavić (2012).

2. *Tvrdnje i teorije koje su višestruko opovrgnute* pomoću rigoroznih testova utemeljenih na strogim metodološkim načelima – npr. mnoge grane alternativne medicine u većini eksperimenata ne pokazuju učinak koji se ne bi mogao objasniti placebo efektom.
3. *Nemogućnost testiranja teorije* od strane drugih promatrača - npr. praktikanti alternativne medicine svojim klijentima nude individualizirane terapije koje nitko drugi ne može ponoviti.
4. *Ignoriranje protivnih dokaza* – pseudoznanost bira samo one empirijske dokaze koji potvrđuju njezine tvrdnje.
5. *Oslanjanje na anegdotalne dokaze* – nepouzdana dokazi često se uzimaju kao pouzdani, npr. Dan Brown u *Da Vincijevom kodu* nepouzdana legende o dolasku Marije Magdalene u Francusku proglašava povijesnom činjenicom.
6. *Teret je dokazivanja na onome tko opovrgava pseudoznanost (argumentum ad ignorantiam)* - npr. "teoretičari zavjera" obično zahtijevaju da se njihove, uglavnom neprovjerljive, teorije u potpunosti opovrgnu. Ako se to ne može učiniti, smatraju ih dokazanim.

Postoji nekoliko razloga zbog kojih je pseudoznanost raširena i popularna u danšnjim društvima<sup>99</sup>:

1. Značajke postmodernih društava
2. Medijski interesi
3. Suvremene komunikacijske tehnologije

U postmodernim društvima došlo je pada vjerovanja u tradicionalne institucije, pa tako i u znanost. Nasuprot nekadašnjim društvima, pojedinac danas nema stabilan identitet, nego sam bira svoj svjetonazor. U postmodernim društvima također vlada i relativizam i „demokratizacija“ znanja, po kojima svatko može vjerovati u ono što želi te nitko nikome ne može nametati vlastiti svjetonazor. Pseudoznanost ljudima nudi stabilan identitet koji im znanost ne može pružiti. Npr. astrologija nudi mogućnost kontrole vlastitog života, alternativna medicina mogućnost apsolutne kontrole vlastitog zdravlja, pseudopovijest i teorije zavjere tvrde da su povijesne slučajnost rezultat zlih namjere nekolicine moćnih ljudi<sup>100</sup> i sl. Sve su to stvari koje znanost obično ne može niti obećati niti pružiti. U društvenim i humanističkim znanostima također postoji trend relativizacije znanja, pogotovo u pokušajima da se znanje i znanost prikažu kao kulturalno relativni i ovisni o interesima i moći. U skladu s time, zapadna se znanost često prikazuje kao rezultat dominacije zapadnjačke patrijarhalne civilizacije nad različitim vrstama manjina (drugim civilizacijama, rasama, ženama i sl.)

<sup>99</sup> Prema Thompson (2009:121-141).

<sup>100</sup> Npr. njemački je nacizam u prvoj polovici 20. stoljeća za ekonomske krize upućivao židovske bankare, što je ljudima bilo znatno lakše prihvatiti od činjenice da su za ekonomske krize odgovorne ekonomske zakonitosti.

Medijske kuće pronalaze interes u plasiranju pseudoznanosti budući da je ona visokoprofitabilna (ima brojnu publiku). Nekada su se npr. ugledne izdavačke kuće ustezale od objavljivanja pseudoznanstvene literature, a danas tu vrstu literature objavljuju češće od one znanstvene.

Suvremene komunikacijske tehnologije, osobito internet, omogućile su brzo širenje pseudoznanstvenih spoznaja. Bilo koji pseudoznanstvenik može svoje ideje plasirati internetom i brzo steći skupinu sljedbenika.

## 5.2. Astrologija

Astrologija je vjerojatno nastala već oko 2 000. godine p.n.e. u Mezopotamiji, a vezuje se uz vjerovanja u božansku narav planeta tj. mogućnost da se poruke bogova pročitaju iz njihovih kretanja. Sve do uspostave kršćanske civilizacije (Konstantinovog preobraćenja na kršćanstvo u 4. stoljeću n.e.) astrologija je služila kao alat za predviđanje budućnosti tj. kao praktični vodič za djelovanje. Ponovnim otkrićem astrološke tradicije, koja u Europu dolazi preko islamske civilizacije, astrologija opet postaje popularna. Znanstvena revolucija u 17. stoljeću sa svojim racionalnim tumačenjem gibanja planeta ponovno astrologiju proglašava praznovjerjem i odriče joj svaku istinitost i važnost. Novi interes za astrologiju početkom 20. stoljeća stvaraju mediji (najviše novine) koji počinju publicirati dnevne horoskope kako bi zabavili čitatelje.

Astrologija se u svojim predviđanjima obično oslanja samo na položaje nekih nebeskih tijela – sazviježđa zodijaka i planeta. Sazviježđa zodijaka imaju važno značenje u astrologiji budući da leže u istoj ravnini kao i Sunce i planeti, pa se stoga svaki od planeta i Sunce uvijek nalaze u nekom od sazviježđa. Npr. ako od Zemlje pogledamo prema Suncu, iza Sunca nalazit će se neko od sazviježđa, a prema tome od kojeg je do kojeg datuma Sunce u kojem sazviježđu određeni su i horoskopski znakovi<sup>101</sup>. Značenje planeta nije izraženo samo zbog njihove blizine, nego i zbog toga što su Babilonci, koji su izumili horoskop, smatrali da je njihovo naizgled nasumično kretanje implicira njihovu božansku narav tj. neovisnost o bilo čemu drugome<sup>102</sup>

Astrologija je od svog izuma u Babilonu služila za predviđanje događaja i sudbina, uglavnom za potrebe vojskovođa i kraljeva, koji su obično imali svoje dvorske astrologe. U srednjem je vijeku, osim što je i dalje služila za potrebe aristokracije i kraljeva, astrologija popularizirana kroz almanahе koji su donosili različite astronomske i društvene podatke (doba sadnje pojedinih kultura, plime i

<sup>101</sup> Zbog kretanja samih zvijezda današnje konstelacije više nisu u onom položaju u kakvom su bile nekada. Zbog toga se Sunce npr. krajem godine ne nalazi u sazviježđu Strijelca, onako kako bi to trebalo biti prema horoskopu. Drugačije rečeno, osoba koja je rođena u horoskopskom znaku strijelca zapravo nije rođena u periodu kada je Sunce bilo u sazviježđu Strijelca.

<sup>102</sup> Pruzhinin (1995:87).

oseke, svece i sl.), ali i različite astrološke podatke (npr. konstelacije nebeskih tijela određenog datuma). Nakon znanstvene revolucije, osobito nakon Newtonove teorije gravitacije, astrologija pada u nemilost i biva proglašena pseudoznanošću. Ponovno oživljavanje astrologije u zapadnoj civilizaciji događa se krajem 19. i početkom 20. stoljeća kada mediji (novine) uviđaju mogućnost plasiranja astroloških prognoza koje služe za zabavu čitatelja. U ovu svrhu izabrana je relativno pojednostavljena verzija astrologije, koja se zasniva na znakovima zodijaka i zanemaruje položaje ostalih planeta.

Najvažnije su funkcije koje astrologija nudi svojim korisnicima sljedeće:

- a) zabava i djelomična samorefleksija
- b) samospoznaja kroz povezanost s drugim oblicima duhovnosti
- c) reduciranje anksioznosti koja postoji u "društvu" rizika

Prva se funkcija uglavnom odnosi na korisnike koji astrološke prognoze prate kroz pojednostavljene medijske horoskope. Za njih je horoskop oblik zabave i ne vjeruju mu previše, ali im on nudi priliku da kroz čitanje horoskopa barem djelomično razmisle o sebi, odnosu s drugim ljudima i vlastitoj budućnosti. Druga funkcija horoskopa odnosi se na povezanost astrologije s drugim oblicima duhovnosti koji naglašavaju povezanost čovjeka s prirodom i univerzumom (new age pokret, ekomisticizam, teozofija i sl.). U ovome smislu horoskop nudi dubinsko shvaćanje vlastitog identiteta i mjesta u svijetu, koji se obično shvaćaju kao neraskidivo povezani s prirodom. Na povezanost horoskopa i drugih oblika alternativne duhovnosti ukazuje činjenica da praktikatni ovih oblika duhovnosti vrlo često istovremeno vjeruju u astrologiju tj. astrologija je sastavni dio njihovih vjerovanja. Isto tako, ponovni uspon astrologije u sklopu popularnih vjerovanja krajem 19. stoljeća poklapa se s rastom alternativne duhovnosti (magija, teozofija, interes za istočnjačke religije). Treća funkcija astrologije može se povezati s obilježjima suvremenih društava kao "društava rizika" u kojima je tehnološka i društvena kompleksnost dovela do pojave novih rizika koje je stvorio sam čovjek i koji izazivaju nove osblike nesigurnosti među ljudima. Npr. nove tehnologije dovele su do mogućnosti ekoloških incidenata koji mogu uništiti cijeli svijet (npr. nuklearna tehnologija), ekonomska međuovisnost dovodi do ekonomskih kriza koje se brzo šire cijelim svijetom, zdravstveni rizici od genetski modificirane hrane, upotrebe novih tehnologija, kemijskih sredstava i sl nisu posve poznati i predvidivi itd. Rizici izazivaju strah od budućnosti koja se pokušava predvidjeti i tako simbolički kontrolirati, između ostalog i pomoću alternativnih, neznanstvenih oblika spoznaje, poput astrologije. Dodatnu anksioznost može izazivati i najvažnije obilježje suvremenih društava, a to je njihovo zasnivanje na pojmu individualnog interesa. U današnjim se društvima od ljudi očekuje da

slijede svoje vlastite interese, a ovakva je ideja na polje cijele društvenosti prenesena s područja ekonomije, u kojemu je egoistični pojedinac koji svoje interese ostvaruje na tržištu izvor inovativnosti i konkurentnosti. Ovakva individualizacija dovodi do pada povjerenja među ljudima i nestabilnosti svih tradicionalnih društvenih institucija (obitelji, religije, političkih institucija i sl.). Iz tog razloga ljudi koriste alternativnu spoznaju, pa tako i astrologiju, kako bi predviđeli ponašanje drugih ljudi i smanjili napetost do koje dovode izraženo nepovjerenje i sumnja. Neka istraživanja potvrđuju da anksiozniji (zabrinutiji) ljudi češće čitaju horoskope. Tako je npr. Weimann (1982) utvrdio da zabrinutost vodi do češćeg čitanja horoskopa, iako zabrinutiji ljudi sami po sebi češće ne vjeruju astrološkim prognozama. Dakle, čak i samo čitanje horoskopa može smanjiti neizvjesnost i zabrinutost, čak i ako se intimno ne vjeruje horoskopskoj prognozi<sup>103</sup>.

U današnjim razvijenim zemljama oko 20% ljudi vjeruje da horoskop sadrži neke elemente istine tj. da može predviđati buduće događaje ili da horoskopski znak pod kojim je osoba rođena govori nešto o njezinoj osobnosti ili karakteru. Osobito je značajno da većina današnjim korisnika horoskopa vjeruje da im horoskop može pomoći u samospoznaji, pa je stoga vjerovanje u horoskop značajan dio nekih današnjih religijskih ili duhovnih pokreta (npr. New Age). Drugačije rečeno, za razliku od nekadašnje funkcije predviđanja, danas astrologija ljudima služi kako bi spoznali sebe ili upoznali druge ljude, a služi im i kao način tumačenja vlastite povezanosti s prirodom. Neobvezujuća narav astrologije (svako je može tumačiti na individualan način) odgovara i današnjem individualističkom mentalitetu.

Astrologija spada u pseudoznanost zbog toga što ne ispunjava kriterije koje zahtijeva znanstveni način objašnjenja<sup>104</sup>:

1. Osnovni postulati astrologije nejasni su i višeznačni
2. Zaključci koji se izvlače iz ovih postulata subjektivni su (svaki astrolog iz istih postavki izvlači različite zaključke)
3. Empirijske prognoze koje nudi astrologija često su nejasne i dvosmislene
4. Empirijska testiranja astroloških prognoza pokazuju da ove prognoze nisu točne<sup>105</sup>

### 5.3. Alternativna (komplementarna) medicina

Današnja medicina razvila se iz sukoba triju medicinskih pristupa:

<sup>103</sup> Ovaj rezultat donekle je upitan zato što nije posve jednostavno utvrditi vjeruju li ljudi horoskopu ili ne. Naime, čak i oni ljudi koji vjeruju često će oklijevati da to i priznaju kako ne bi bili proglašeni praznovjernim.

<sup>104</sup> Narlikar i sur. (2009:641).

<sup>105</sup> Npr. u nizu eksperimentalnih istraživanja astrolozi na temelju horoskopa nisu uspjeli predvidjeti koja su djeca akademske uspješnija, koji su brakovi uspješni, a koji neuspješni i sl.

1. Alopatska medicina – medicina koja se temelji na znanstvenim načelima
2. Osteopatska medicina – medicina koja se zasniva na liječenju fizičkom manipulacijom ljudskim tijelom (kiropraktika, masaža i sl.)
3. Homeopatska medicina – zasniva se na uglavnom biljnim preparatima koji se pripremaju na osnovu načela "slično izaziva slično"

Današnja je službena medicina alopatska, dok se sve ostalo smatra alternativnom medicinom. Neki od primjera alternativne medicine su homeopatija, osteopatija, herbalizam, akupunktura, bio-feedback, hipnotička terapija, kristalografija i sl.

Iako alternativna medicina uključuje mnogobrojne i raznolike grane, sve one uključuju neke fundamentalne intelektualne, političke, emocionalne i zdravstvene premise, od kojih se mogu izdvojiti četiri ključne: priroda, vitalizam, "znanost" i duhovnost<sup>106</sup>. Kako ističu navedeni autori, ove premise alternativnoj medicini daju određenu prepoznatljivost i povećavaju njezinu snagu u "borbi" protiv konvencionalne medicine. Oslanjanje na prirodu u alternativnoj medicini odnosi se na niz polariteta poput prirodno-umjetno, niskotehnološko-visokotehnološko, organsko-sintetičko, sirovo-procesirano i sl., u kojima se prvi član polariteta smatra pozitivnim (korisnim), a drugi negativnim (štetnim). Pozitivno vrednovanje prirode očituje se u naglašavanju svih onih terapija koje se služe nesintetičkim lijekovima (herbalna medicina, meditacija, akupunktura i sl.). Orijentacija na prirodu ima i šire sociokulturno značenje, budući korisnici alternativnu medicinu vide kao sredstvo "pročišćavanja" učinaka "toksične" i previše razvijene suvremene civilizacije. Na taj se način priroda suprotstavlja civilizaciji, a individualna promjena smatra se dijelom potrebnih društvenih i kulturnih promjena tj. dijelom popravljanja društvenog poredka<sup>107</sup>. Vitalizam se odnosi na različite vrste korisnih i dobrohotnih "životnih sila" koje se u različitim granama alternativne medicine različito nazivaju – u homeopatiji "životna esencija", u akupunkturi "chi", u New Age medicini "psihička energija" i sl.<sup>108</sup> Vitalizam je često isprepleten s idejom da su pojedinčeva snaga volje i autonomija osnovne determinante njegovog/njezinog zdravlja. Iako većina grana alternativne medicine sa stajališta znanstvene, konvencionalne biomedicine predstavljaju pseudoznanost, alternativna medicina sama sebe smatra znanstvenom disciplinom. Međutim, kriteriji znanstvenosti koje primjenjuje alternativna medicina razlikuju se od biomedicine koja primjenjuje randomizirane eksperimente, odnosno kliničke testove. Nasuprot, ovome apstraktnom i generalizirajućem pristupu, alternativna medicina pacijentima pristupa na holistički način, uvažavajući njihova životna iskustva. Iz epistemološkog kuta gledanja alternativna medicina upotrebljava kanone znanstvenosti koji su izvorno aristotelijanski.

<sup>106</sup> Navedeno prema Kaptchuk i Eisenberg, (1998:1061).

<sup>107</sup> Kaptchuk i Eisenberg (1998:1062).

<sup>108</sup> Kaptchuk i Eisenberg (1998:1062).

Naime, Aristotel je smatrao da se proučavanjem neke pojave dolazi do četiri vrste uzroka: materijalni (sama tvar od koje je neki objekt izrađen), formalni (specifični oblik tj. bit nekog objekta), efektivni (neposredni uzročnik nekog objekta) i finalni (svrha zbog koje postoji neki objekt). Suvremena znanost uglavnom odbacuje sve ove uzroke osim onoga efektivnog tj. objektima pristupa na redukcionistički i mehanički način. Dakle, suvremena znanost ne propituje konačnu svrhu neke stvari, nego proučava neposredne uzroke zbog kojih je ta stvar takva kakva je. Nasuprot konvencionalnoj medicini koja proučava neposredne uzročnike određene bolesti, alternativna medicina pacijentu pristupa na holistički način, proučavajući njegov osjećaj ukupne dobrobiti i svrhe života.

Alternativnoj se medicini može pripisati i obilježje duhovnosti zato što vlastitim praktikantima obećava otkrivanje ultimativnih značenja i povezanosti s univerzumom. Stoga se i različite terapije, poput meditacije i vegetarijanske prehrane, imaju za svrhu poljšavanje tjelesnog stanja, ali istovremeno i transcendentalno obilježje<sup>109</sup>

Prema istraživanjima<sup>110</sup> u europskim zemljama alternativnu medicinu koristilo je između jedne petine i jedne trećine stanovnika, a uglavnom je riječ o mlađim i obrazovanim ljudima. Postoji nekoliko razloga zbog kojih ljudi koriste alternativnu medicinu kao dopunu ili alternativu klasičnoj, ortodoksnoj medicini<sup>111</sup>:

1. Dopuna u liječenju kroničnih bolesti (bolovi vezani za reumatizam, bolove u leđima i sl.). Istraživanja pokazuju da pacijenti koji manje vjeruju u uspješnost klasične medicine u ublažavanju ovih vrsta boli češće koriste usluge alternativne medicine.

## 2. Loš odnos liječnik-pacijent

Istraživanja pokazuju da alternativnu medicinu više koriste pacijenti koji vjeruju da je moderna medicina dehumanizirana (pristup „tekuće vrpce“) i da ne vodi dovoljno računa o individualnom i holističkom pristupu pacijentima. Zadovoljstvo vlastitim liječnikom opće prakse značajan je prediktor korištenja alternativne medicine. Od praktikanata alternativne medicine ljudi očekuju humaniji pristup.

3. Tzv. postmoderni vrijednosni sustav, koji uključuje smanjeno povjerenje u znanost i tehnologiju, jače naglašava emocije i holističko poimanje zdravlja kao nečega što počinje „promjenom iznutra“. Budući da su praktikanti alternativne medicine skloniji uključivanju pacijenata u proces liječenja te izbjegavaju komercijalne lijekove, onda i privlače ljude postmodernog svjetonazora. Mnoga su istraživanja pokazala korelaciju između korištenja alternativne medicine te vjere u veću potrebu uključivanja pacijenta u proces liječenja („slušati vlastito tijelo“).

<sup>109</sup> Kaptchuk i Eisenberg (1998:1063).

<sup>110</sup> Prema Fulder (1996).

<sup>111</sup> Prema Siahpush (2000).

4. Alternativna medicina ponekad služi kao svjetonazor koji pruža egzistencijalnu utjehu koju je ranije pružala religija (pacijenti obično vjeruju da su „dio neke veće cjeline“ i sl.). Kako ističu Kaptchuk i Eisenberg (1998), privlačnost alternativne medicine ne sastoji se samo u njezinim medicinskim aspektima tj. mogućnosti izlječenja, nego u tome što prakticiranje alternativne medicine daje osjećaj svrhovitosti postojanja i povećava povjerenja u vlastite sposobnosti kroz utjecaj na vlastito zdravlje.

Prigovori službene medicine alternativnoj medicini uglavnom se odnose na neznatnu podlogu, zanemarivanje organskih uzroka bolesti, što može dovesti do kasne dijagnoze ili pogoršavanja bolesti. Istraživanja pokazuju da se alternativna medicina zapravo svodi na tzv. placebo efekt (autosugestija tj. vjerovanje da će određeni tretman pomoći dovodi do stvarnog poboljšanja) i da ne liječi pacijenta, nego samo mijenja njegovu percepciju bolesti i tješi ga. No, treba napomenuti da većina liječnika u istraživanjima smatra da neki aspekti alternativne medicine (akupunktura, biljni lijekovi, kiropraktika, hipnoza i sl.) mogu biti korisni. Iz ovih je razloga zakonsko tretiranje alternativne medicine različito u različitim zemljama. U nekim je zemljama ona u potpunosti izvan službenog zdravstvenog sustava, dok je u nekim donekle integrirana u njega. Primjerice, u Njemačkog alternativni liječnici (tzv. Heilpraktiker) moraju imati službenu licencu, koju stječu nakon polaganja odgovarajućeg ispita. Također, u Engleskoj su homeopatske<sup>112</sup> klinike dio zdravstvenog sustava i pokrivaju se iz zdravstvenog osiguranja.

## 5.4. Kreacionizam

Evolucijska teorija danas se među biolozima smatra teorijom koja je jasno empirijski dokazana pomoću tri skupine dokaza<sup>113</sup>:

1. Fiziološki dokazi srodnih struktura – građa tijela srodnih životinjskih i biljnih vrsta vrlo je slična<sup>114</sup>
2. Fossilni dokazi ukazuju na zajedničko porijeklo
3. Biogeografski dokazi – obrasci migracija pokazuju sličnost s obrascima evolucije<sup>115</sup>

<sup>112</sup> Homeopatija je vrsta alternativne medicine koju je izmislio njemački liječnik Samuel Hahnemann, početkom 19. stoljeća. Zasniva se na načelu "slično izaziva slično" tj. pacijentu se daju pripravci koji izazivaju iste simptome kao i njegova bolest, kako bi se u pacijentu probudila "životna energija". Homeopatski pripravci paze se tako da se aktivna tvar razblažuje s vodom u vrlo visokom omjeru i tako nekoliko puta, tako da u većini slučajeva naposljetku u pripravku ostaje malo ili nimalo aktivne tvari. Homeopati, međutim, tvrde da se posebnim postupcima (jakom trešnjom priprema) postiže pamćenje svojstava aktivne tvari od strane vode.

<sup>113</sup> Navedeno prema Thompson (2009:38).

<sup>114</sup> Npr. prednji udovi (ruke, krila, preraže...) svih sisavaca imaju sličnu strukturu kostiju, unatoč tome što imaju različite funkcije (rukovanje predmetima, letenje, plivanje...).



#### 4. Dokazi vezani za molekularnu biologiju

Osim klasičnih dokaza u prilog evolucijske teorije, osobito uvjerljive dokaze pruža suvremene molekularna biologija<sup>116</sup> Prije svega, molekularna biologija dokazuje jedinstvo svih živih organizama budući da je kod svih organizama nositelj nasljednih osobina isti – DNA. Drugo, kroz stupanj sličnosti genetske strukture različitih vrsta može se pokazati njihova veća ili manja srodnost. Na taj način molekularna biologija pruža još preciznije dokaze evolucijske srodnosti od onih koje pružaju tradicionalne discipline (paleontologija, biogeografija i komparativna anatomija).

Od njenog nastanka pa do danas evolucijska teorija bila je plod društvenih kontroverzi iz tri temeljna razloga:

1. Po evolucijskoj teoriji čovjek je tek jedna od mnogih prirodnih vrsta – evolucijska postavka po kojoj čovjek ima zajedničko porijeklo s drugim vrstama u osnovi je protivna teološkim postavkama većine velikih religija<sup>117</sup>
2. Evolucijska se teorija može koristiti za objašnjavanje ljudskog ponašanja (tzv. sociobiologija). Mnoge vrste ponašanja koje imaju moralno značenje na taj se način mogu svesti na njihovu evolucijsku funkciju. Npr. roditeljsko ponašanje i roditeljska ljubav kod ljudi može se svesti na korisnost takvog ponašanja i emocija za prenošenje gena. Na taj se način jedna naizgled nesebična emocija može svesti na „genetski egoizam“.
3. Evolucijska je teorija zolupotrijebljena u obliku tzv. socijalnog darvinizma – socijalni darvinizam ustvrdio je da zakoni prirodne selekcije važe i trebaju važiti i među ljudima, što je poslužilo kao opravdanje kolonijalnim, rasističkim pokretima i njemačkom nacizmu. Krajem 19. stoljeća nastao je i tzv. eugenički pokret, po kojemu bi cilj čovječanstva trebalo biti genetsko popravljivanje ljudi sprječavanjem genetski «inferiornih» (psihički bolesnih ljudi, kriminalaca i sl.) da imaju potomstvo.

Iz prethodno navedenih razloga postoji relativno široko prisutno protivljenje teoriji evolucije u javnosti. Tako, prema jednom istraživanju, svega 44% Amerikanaca vjeruje da se «ljudska vrste

<sup>115</sup> Skupina životinja koja migrira uskoro postaje novom životinjskom vrstom, kako je to prvi pokazao Darwin proučavanjima na Galapagosu.

<sup>116</sup> Navedeno prema Ayala (2009:332).

<sup>117</sup> Darwin je iz ovih razloga dugo oklijevao s objavljivanjem svoje teorije. Objavio ju je tek nakon što je drugi znanstvenik, Alfred Wallace, došao do sličnih ideja.

razvila iz ranijih životinjskih vrsta»<sup>118</sup>, dok prema drugom istraživanju, svega 10% studenata muslimanske vjeroispovjesti na britanskim sveučilištima vjeruje u točnost teorije evolucije<sup>119</sup>. Teološko-znanstveno protivljenje teoriji evolucije naziva se kreacionizam, iako se sve grane kreacionizma ne mogu nazvati pseudoznanošću. Kreacionizam se može podijeliti u nekoliko vrsta, u ovisnosti o tome u kojoj mjeri odbacuje teoriju evolucije (prerađeno iz Scott, 1997: 267-272):

1. Kreacionizam «mlade Zemlje» (Young Earth Creationism) – prema ovoj teoriji zemlja postoji tek nekoliko tisuća godina, a stvaranje i razvoj Zemlje i života na njoj dogodio se doslovno na način prikazan u Bibliji
2. Teorija jaza (Gap Theory) – prema ovoj verziji kreacionizma Zemlja je stara više milijardi godina, no između njezinog stvaranja i stvaranja čovjeka, opisanog u Bibliji, protekao je veliki vremenski period. Na ovaj se način ova vrsta kreacionizma pokušava dovesti u sklad s geološkim dokazima o starosti Zemlje
3. Progresivni kreacionizam – progresivni kreacionisti tvrde da je bog stvorio pojedine biljne i životinjske porodice tj. da je odgovoran za makroevoluciju (evoluciju iznad razine vrsta)<sup>120</sup>. Unutar pojedinih vrsta evolucija se odvija na način na koji to tvrdi teorija evolucije. Drugačije rečeno, progresivni evolucionisti prihvaćaju mikroevoluciju, ali ne prihvaćaju makroevoluciju.
4. Teorija inteligentnog dizajna – ova teorija prihvaća nalaze teorije evolucije tj. prihvaća da su pojedine vrste nastale jedne iz drugih tijekom vremena, no ne prihvaća da su nastale prirodnom selekcijom nego tvrdi da ih je stvorio Bog. Osnovni argument teoretičara inteligentnog dizajna je tzv. nesvodiva kompleksnost, odnosno tvrdnja da pojedini dijelovi organizama nisu mogli nastati postupno jer su prijelazne forme bile nefunkcionalne. Npr. krila ptica nisu mogla nastati iz prednjih udova prijašnjih vrsta jer prijelazne forme nisu mogle služiti za letenje niti za druge svrhe. Iako argumenti teoretičara inteligentnog dizajna vezani uz nesvodivu kompleksnost zvuče uvjerljivo, evolucijski biolozi pronašli su dokaze da biološke strukture nisu nesvodivo kompleksne tj. da svi kompleksni organski sustavi imaju svoje manje kompleksne prethodnike koji su imali svoju evolucijsku svrhu tj. pridonosili su adaptivnosti organizama čiji su dio bili. Tako se npr. ljudsko oko nije razvilo kao kompleksna struktura u jednom koraku, nego u nizu koraka, pri čemu je u svakom koraku prethodnu strukturu oka zamijenjivala nova, adaptivnija struktura<sup>121</sup>. Već prije 700 milijuna godina preci današnjih kralješnjaka imali su organe niskog stupnja kompleksnosti koji su bili osjetljivi na svjetlost, daljnja evolucija dovela je do sve kompleksnijih struktura. Pokazatelji ovakve evolucije

<sup>118</sup> Navedeno prema Scott (1997:263).

<sup>119</sup> Navedeno prema Thompson (2009:48).

<sup>120</sup> Npr. porodica mačaka (Felidae) i pojedine vrste (lavovi, tigrovi, domaće mačke...) stvoreni su božanskim naumom, no pojedine pasmine unutar vrsta nastale su evolucijom tj. prirodnom selekcijom.

<sup>121</sup> Ayala, 2009:325.

moгу se naći i u raznolikim strukturama organa vida prisutnim u današnjim životinjskim vrstama.

5. Teistička evolucija – prema ovoj teoriji vrste su se razvijale onako kako tvrdi teorija evolucije, no taj je razvoj proizvod božanskog nauma. Bog je tako intervenirao prilikom ljudske evolucije stvorivši ljudsku dušu. Ovakva je pozicija trenutno službena pozicija Katoličke crkve i ne može se nazvati pseudoznanošću, budući da se unutar nje razdvaju znanstveni pristup i religija.

## 6. Stav javnosti o znanosti

Unatoč kritikama suvremene znanosti, većina građana ima pozitivan odnos prema znanosti. U tablici 4 prikazani su rezultati istraživanja odnosa hrvatskih građana prema znanosti. Ovi rezultati pokazuju visoko povjerenje u pozitivne strane znanosti, kao i povjerenje u moralni integritet znanstvenika, no istovremeno pokazuju i sumnju u mogućnost znanost da pruži potpuni svjetonazor (sliku svijeta), kao i oprez u pogledu brzine promjena koje znanost donosi.

Tablica 5 – stavovi hrvatskih građana o znanosti.

Tvrdnja	Stupanj slaganja
Znanost je objektivna i racionalna	90,2%
Znanost ne može pružiti potpunu i istinitu sliku svijeta	78,1%
Znanost i tehnologija čine naše živote zdravijima, lakšima i udobnijima	82,1%
Ne može se okrivljavati znanost za zloupotrebu njezinih rezultata	78,6%
Znanost suviše brzo mijenja naš način života	73,9%

Izvor: prilagođeno iz Prpić (2007:74).

Moguće je izdvojiti tri čimbenika koji utječu na pozitivan ili negativan stav prema znanosti pojedinaca<sup>122</sup>:

1. Razina znanstvene pismenosti
2. Religioznost
3. Društvena integriranost

Istraživanja pokazuju da veća razina znanstvene pismenosti utječe na pozitivniji stav prema znanosti. Međutim, isto tako je moguće da pozitivan odnos prema znanosti utječe na količinu znanstvenih znanja koje će pojedinac usvojiti. Treba napomenuti i da u suvremenim postmodernim društvima ova korelacija postaje slabija budući da i obrazovaniji pojedinci postaju skeptičniji u pogledu društvene

<sup>122</sup> Gauchat (2008: 340-342).

uloge znanosti i koristi koje ona donosi (tehnološki rizici, ekološke posljedice znanosti, služenje interesima velikih korporacija i sl.).<sup>123</sup>

Viša razina religioznosti obično vodi do negativnijeg odnosa prema znanosti, pri čemu religiozniji ljudi obično češće smatraju da znanost i njezina primjena dovode do štetnih moralnih i društvenih posljedica. Religiozniji ljudi imaju negativniji stav prema znanosti zbog toga što vjeruju da znanost neopravdano osporava religijske tvrdnje i/ili autoritete (npr. genetički inženjering kao neopravdano "igranje uloge boga"), zbog toga što smatraju da upotreba znanosti često vodi do nemoralnih posljedica ili zbog toga što znanost dovodi u pitanje moralne stavove pojedinaca<sup>124</sup>.

Veća društvena integriranost (broj društvenih grupa kojima pojedinac pripada, povjerenje u društvene institucije, uključenost u politiku...) utječe na pozitivniji odnos prema znanosti. Drugačije rečeno, što je pojedinac više uključen u društvo i više vjeruje u njegovu legitimnost, to ima pozitivniji stav prema znanosti. Objašnjenje ove pravilnosti leži u činjenici da su suvremena društva zasnovana na znanosti tj. da se javna politika i tehnologija zasnivaju na znanstvenim načelima.

Od početka njezina razvoja znanost se počinje suočavati sa sumnjama u mogućnost njezine zloupotrebe. Primjeri ovakvih bojazni mogu se naći i unutar književnosti 19. stoljeća – Frankenstein (Mary Shelley) i Dr. Jekyll i g. Hyde (Robert Louis Stevenson). Nasuprot nekadašnjem pogledu na znanstvenika kao na herojske pojedince koji tragaju za istinom s ciljem ostvarenja općeg dobra, danas u javnosti postoji niz negativnih karakteristika koje se pripisuju znanosti i znanstvenicima<sup>125</sup>:

1. Upitna etičnost rada znanstvenika – eksperimenti na životinjama i ljudima
2. Podložnost interesima korporacija i vojne industrije – znanost se danas dobrim dijelom nalazi u službi profita, a ne traganja za istinom (dominacija primijenjenih i razvojnih istraživanja koja su privatno financirana)
3. Negativne posljedice suvremene tehnologije koju je proizvela znanost – znanstvena otkrića dovela su do ekološke krize i drugih negativnih posljedica po zdravlje ljudi i održanje biosfere
4. Skupa istraživanja bez jasne svrhe – mnoga od istraživanja koja se danas provode nisu komercijalno iskoristiva. Javnost sve više i više zahtijeva da znanstvenici opravdaju ulaganja iz državnog proračuna u njihova istraživanja.

<sup>123</sup> Prpić (2007: 68-69).

<sup>124</sup> Vidjeti ranije poglavlje o kreacionizmu.

<sup>125</sup> Sardar, Z. i Van Loon, B. (2005: 6-10).

Iz ovih razloga ljudi sve manje prihvaćaju znanstvenu ekspertizu bez pogovora tj. počinju sumnjati u znanje i etičnost motiva znanstvenika koju daju svoje ekspertize.

Osim nerazumijevanja znanosti od strane javnosti, može se govoriti i o čestom nerazumijevanju suvremenog društvenog položaja znanosti i od samih znanstvenika. Neke od pogrešnih mišljenja znanstvenika o znanosti su<sup>126</sup>:

1. Zabluda o metodama - znanstvene metode su objektivne i nepristrane te dovode do objektivne istine koju može prihvatiti bilo koji racionalni pojedinac.
2. Zabluda o financiranju – nasuprot nekadašnjem vladinom financiranju danas sve više dominira financiranje od strane velikih korporacija, što znanost više ne čini zastupnikom javnih interesa
3. Zabluda o samodostatnosti znanosti – znanost više ne može funkcionirati odvojeno od demokratske kontrole javnosti; javnost zahtijeva uvid u rizike znanstvenih otkrića, kao i u njihovu isplativost
4. Zabluda o stavovima o znanosti – znanstvenici često smatraju da bi javnost bolje prihvatila znanost kad bi bolje razumjela njezinu tehničku stranu. Javnost je, međutim, zainteresirana za etička i financijska pitanja znanosti koja nemaju veze sa razumijevanjem rada samih znanstvenika.

Devedesetih godina 20. stoljeća došlo je do tzv. pokreta javnog razumijevanja znanosti (Public Understanding of Science – PUS) čiji su dva osnovna cilja:

1. Kroz bolje razumijevanje rada znanstvenika (znanstvenih teorija – tehničke strane znanosti) povećati broj ljudi koji na znanosti gledaju pozitivno
2. Kroz poboljšavanje komunikacijskih vještina znanstvenika poboljšati i komunikaciju između znanosti i javnosti
3. Kroz educiranje novinara povećati kvalitetu izvještavanja o znanosti

Kritičari ovoga pristupa smatraju da razumijevanje tehničkih aspekata znanosti neće riješiti etičke dileme koje postoje u znanosti niti negativne aspekte primjene znanstvenih otkrića i pitanje financiranja i društvene koristi znanosti.

<sup>126</sup> Sardar, Z. i Van Loon, B. (2005:18).

## 7. Znanost i mediji

Svakodnevno prezentiranje znanstvenih informacija u medijima često se smatra nedovoljno dobrim, a ovo mišljenje pogotovo je izraženo u znanstvenim krugovima. Uz niz drugih čimbenika, obilježja medijske forme često se smatraju preprekom za kvalitetno prenošenje znanstvenih otkrića široj javnosti. Postoji nekoliko karakteristika medijske produkcije koje mogu utjecati na iskrivljavanje znanstvenih rezultata prilikom medijskog izvještavanja o njima<sup>127</sup>:

1. Naglašavanje jasnih naslova – novinski se članci obično pišu u formi tzv. obrnute piramide u kojoj naslov i prvih nekoliko rečenica nose najveći dio poruke. Ovakva forma neizbježno dovodi do pojednostavljivanja složenijih znanstvenih istraživanja.
2. Korištenje poznatih naracija – novinski se izvještaji obično koriste poznatim i stereotipnim naracijama i metaforama. Npr. znanstvenici se predstavljaju ili kao nesebični idealisti koji pomažu čovječanstvu ili kao beskrupulozni i nemoralni pojedinci koji su sluge velikih korporacija ili politike.
3. Naglašavanje konflikta – medijsko izvještavanje obično naglašava konflikt između suprotstavljenih stajališta, čak i onda kada on nije prisutan, kako bi se priča dramatizirala i bila zanimljivija<sup>128</sup>.
4. Crno-bijelo prikazivanje – novinari znanstvene rezultate prikazuju kao definitivne i sigurne, iako je u znanosti to rijetko slučaj.
5. Zanemarivanje tehničkih aspekata istraživanja – novinari rijetko navode kvantitativne detalje koji daju jasniji uvid u postignute znanstvene rezultate.
6. Zanemarivanje konteksta – znanstveno istraživanje rijetko se stavlja u kontekst već postignutih spoznaja, a zanemaruju se i njegove slabosti i ograničeno važenje. Tako se stvara dojam da su znanstvena istraživanja međusobno kontradiktorna<sup>129</sup>.
7. Preveliko personaliziranje – novinari zbog dramaturgije zanimljivosti priču najčešće konstruiraju oko sudbina pojedinačnih ljudi, što može iskrivljavati pravo stanje stvari jer se naglašavaju izuzetci, a ne pravila<sup>130</sup>.

<sup>127</sup> Salleh (2001).

<sup>128</sup> Tako se npr. može stvoriti dojam da se podjednak broj znanstvenika slaže odnosno ne slaže s hipotezom o postojanju globalnog zatopljavanja, iako je broj znanstvenika koji se s njom slaže znatno veći.

<sup>129</sup> Npr. povećani unos nekog vitamina nekim ljudima može biti štetan, a nekima koristan. Zanemarivanje ovog konteksta u medijskim izvještajima može stvoriti dojam da se ne zna je li taj vitamin štetan ili koristan.

<sup>130</sup> Npr. neki lijek je mogao naškoditi pojedinačnoj osobi o kojoj novinar piše, no mogao je istovremeno pomoći mnogim drugim ljudima.

Kada je znanost u pitanju, istraživanja pokazuju da su mediji osnovni izvor informiranja javnosti o znanosti, te da nadilaze utjecaj znanstvenih časopisa i škole/fakulteta.

Može se reći da postoje dva osnovna novinarska pristupa znanosti<sup>131</sup>:

1. Znanstvena popularizacija – slika znanosti kao progresivne djelatnosti koja rješava probleme i korisna je društvu i čovječanstvu
2. Znanost kao vijest – ukazuje se i na negativne posljedice znanosti, njezinu neetičnost, spregu s korporativnim i političkim interesima i sl.

U formalnom se smislu vijesti o znanosti mogu svesti na tri skupine:<sup>132</sup>

1. Znanstvene vijesti – vijesti o znanstvenim konferencijama, novim istraživanjima, portreti znanstvenika i sl. (obično oko 60% svih znanstvenih vijesti)
2. Vijesti o znanstvenoj politici – pitanja organizacije i financiranja znanosti (obično oko 20% svih znanstvenih vijesti)
3. Komentari znanstvenika i eksperata – komentari aktualnih znanstvenih ili javnih zbivanja od strane znanstvenika (obično oko 20% svih znanstvenih vijesti)

Jedna analiza hrvatskog dnevnog tiska pokazala je da oko 3,5% svih vijesti u vodećim hrvatskim dnevnim novinama mogu svrstati u kategoriju znanstvenih vijesti, a sličan udio dobiven je i u većini inozemnih istraživanja ovoga tipa. Kada su u pitanju znanstvena područja, istraživanja redovito pokazuju da je područje biomedicine (tematika zdravlja) najviše prisutno u medijskim izvještajima, dok su obično najmanje izvještava o biotehničkim znanostima.

Istraživanje tiskanih medija u Hrvatskoj pokazuje da se većina znanstvenih vijesti pojavljuje u obliku kratkih vijesti (nasuprot komentarima i dubljima analizama) te da su u manje od 50% slučajeva te vijesti svrstane u „ozbiljne“ dijelove novina<sup>133</sup>.

U razvijenim je zemljama uobičajeno da znanstveni časopisi izdaje objave za tisak (tzv. press-release) u kojima na sažet način prikazu sadržaj časopisa. Istraživanja pokazuju da se oko 80% znanstvenih

<sup>131</sup> Brajdić Vuković i Šuljok (2008:293).

<sup>132</sup> Brajdić Vuković i Šuljok (2008:294).

<sup>133</sup> Brajdić Vuković i Šuljok (2005: 302-303).



vijesti u medijima temelji na ovakvim objavama. U Hrvatskoj je ovakav oblik međusobnog komuniciranja znanosti i medija vrlo rijedak.

## 8. Etički aspekti znanosti

### 8. 1. Etičke dileme suvremene znanosti

Današnja znanost obilježena je kombinacijom neizvjesnosti oko rizičnosti primjene znanstvenih otkrića te komercijalizacijom znanosti koja može utjecati na objektivnost znanstvenika tj. na to koja će se pitanja više, a koja manje istraživati. Niz je primjena znanstvenih otkrića u praksi svoju opasnost pokazao godinama kasnije. Npr. bolest nazvana "kravlje ludilo" pojavila se godinama nakon što su bjelančevine životinjskog porijekla počele biti korištene u prehrani goveda. Genetski modificirane žitarice u nekim su slučajima dovele do pojave alergena kod drugih biljaka, pa opasnost od genetski modificiranih organizama još nije posve poznata. Imajući u vidu da samim znanstvencima, koje financiraju korporacije, često nije u interesu upozoriti na opasnosti i rizike vlastitih otkrića, danas se sve više govori da se znanost u društvenom smislu nalazi u tzv. postnormalnoj fazi koju karakteriziraju neizvjesnost znanja i veliki potencijalni rizici, za razliku od tzv. normalne faze znanosti koja je završena i koju je karakteriziralo bezgranično povjerenja u znanost i njezina predviđanja. Stoga postnormalnu znanost obilježavaju sljedeća društvena obilježja<sup>134</sup>:

1. Umjesto znanstvene sigurnosti postoji dijalog šireg kruga zainteresiranih (građani, političari, lokalna zajednica, mediji, poduzetnici i sl.).
2. Umjesto znanstvenih „čvrstih“ činjenica u obzir se uzimaju i osobna iskustva, medijski izvještaji i druge informacije.
3. Umjesto znanstvene istine u prvi plan dolazi kvaliteta života građana - ako građani smatraju da im primjena znanosti smanjuje kvalitetu života, njihovo mišljenje je važnije od mišljenja znanstvenika.
4. Umjesto znanstvenog fundamentalizma sve perspektive postaju jednakovrijedne.

Drugačije rečeno, osnovna su načela postnormalne znanosti demokratizacija znanosti (uključenost svih u raspravu o štetnosti znanosti) i tzv. načelo preventive, koje je prvi puta definirano na Konferenciji o klimatskim promjenama u Rio de Janeirou 1992. godine. Prema ovom načelu primjenu znanosti mora

<sup>134</sup> Sardar, Z. i Van Loon, B. (2005:157).

voditi opreznost, mora postojati vrlo visok stupanj sigurnosti da određena tehnologija nije opasna. Postoji li i najmanja sumnja, tehnologiju ne treba primijeniti. Osnovna je ideja načela preventive da će neoprezna i brzopleta primjena novih tehnologija dovesti do toga da će znanstvenici i korporacije ići za profitom i štetiti sadašnjim i budućim generacijama.

Etička pitanja vezana za znanost mogu se podijeliti u četiri skupine:

1. Etička pitanja vezana uz eksperimentalna istraživanja
2. Etička pitanja vezana uz objavljivanje znanstvenih istraživanja
3. Etička pitanja vezana uz biomedicinska (genetička) istraživanja
4. Etička pitanja vezana uz patentiranje znanja

## **8. 2. Etička pitanja vezana uz eksperimentalna istraživanja**

Dva najvažnija dokumenta koja reguliraju etiku eksperimentalnih znanstvenih istraživanja su sljedeća:

1. Nirnberški kodeks (1947.)
2. Helsinška deklaracija (originalna 1964., nekoliko puta novelirana)

Nirnberški kodeks nastao je nakon suđenja za ratne zločine i zločine protiv čovječnosti u istoimenom gradu nakon 2. Svjetskog rata, a sastoji se od 10 načela:

1. Slobodni pristanak sudionika istraživanja (eksperimenta)
2. Istraživanje mora biti nužno i društveno korisno
3. Anticipirani rezultati moraju opravdati provođenje istraživanja
4. Istraživanje ne smije nanositi nepotrebnu tjelesnu i duševnu bol
5. Istraživanje se ne smije provesti ako se može pretpostaviti da će dovesti do nečije smrti
6. Stupanj rizika nikad ne smije nadmašiti pretpostavljenu korist istraživanja
7. Moraju se stvoriti materijalni uvjeti koji onemogućavaju ozljeđivanje ili smrt sudionika
8. Istraživanje smiju provoditi samo kvalificirani znanstvenici

9. Sudionik smije prekinuti sudjelovanje u istraživanju u svakom trenutku

10. Znanstvenik mora biti spreman na prekidanje eksperimenta u svakom trenutku ako pretpostavi da mogu nastupiti štetne posljedice

Osobito je važno pravo na pristanak na sudjelovanje u istraživanju. Sudioniku se, naime, mora objasniti svrha istraživanja i način na koji će se koristiti podatci, te on ili ona mora dati eksplicitni ili implicitni pristanak za sudjelovanje (eng. informed consent). Pristanak na sudjelovanje tumači se vrlo široko, pa se odnosi i na sve vrste podataka o ispitaniku koji mogu biti prikupljeni ranije (npr. podatci o zdravstvenom stanju). Pristanak se mora dobiti čak i onda kad je osigurana potpuna anonimnost – tako se smatra neetičnim objaviti intervju s nekom osobom čak i onda kada je njezin identitet skriven ili koristiti kvantitativne podatke o nekoj osobi (npr. visina plaće), čak i kad nije moguće te podatke povezati s konkretnom osobom (tj. postoji anonimnost). Isto tako, ako je sudioniku rečeno da će se podatci koristiti samo za određene svrhe, ti se podatci ne smiju naknadno koristiti za druge svrhe. Npr. istraživač ne smije podatke koji su skupljeni za potrebe znanstvenog istraživanja ustupiti kao bazu za kontaktiranje ispitanika u druge svrhe (npr. prodaja).

Važno je napomenuti i da se slobodni pristanak ne mora dobiti za ponašanja koja su javne, a ne privatne naravi (npr. proučavanje ponašanja političara), stvari koje su već poznate javnosti (npr. podatci izneseni u nekoj drugoj studiji) i podatke koja državna tijela moraju dati po službenoj dužnosti. Pravo na pristanak, dakle, u načelu se ne mora dobiti za istraživanja koja uključuju promatranje javno dostupnih ponašanja, a izuzetak su u pravilu samo dvije situacije<sup>135</sup>:

1. Ako je osobu koja je promatrana moguće identificirati na temelju istraživanja tj. nije sačuvana anonimnost.
2. Ako osoba zbog podataka iz istraživanja može biti izložena kaznenom progonu, drugom obliku tužbe ili pretrpiti materijalnu i drugu štetu.

Pravo na slobodni pristanak može se pravdati dvaju načelima:

1. pravo na privatnost koje proizlazi iz strukture liberalnog društva (svatko ima pravo informacije koje se tiču isključivo njega/nje)
2. gubitak povjerenja u znanost do kojeg bi došlo u slučaju nepoštivanja prava na slobodni pristanak

<sup>135</sup> Spicker (2007:3).

Helsinšku deklaraciju donijelo je Svjetsko medicinsko udruženje (World Medical Association), a njome se proširuju načela iz Nirnberške deklaracije, a uvode se i novine poput obveznih etičkih odbora koji odobravaju istraživanja. Najspornije pitanje iz područja biomedicinske etike trenutno je pitanje korištenje tzv. placeba u istraživanjima. Naime, u istraživanjima učinkovitosti lijekova eksperimentalnoj se grupi daje stvarni lijek, dok se kontrolnoj grupi daje supstanca nalik lijeku za koju se zna da nije učinkovita, pri čemu pacijenti misle da su dobili stvarni lijek. Helsinška deklaracija placebo odobrava samo u situacijama kada ne postoji učinkoviti lijek, budući da se pacijentima neodgodivo mora dati pravi lijek ukoliko on postoji. No, ovakvo načelo sprječava provođenje korisnih istraživanja, pogotovo u nerazvijenim zemljama u kojima pacijentima učinkoviti lijek ionako nije dostupan.

Obadva navedena dokumenta primarno se odnose na biomedicinska istraživanja, dok su istraživanja u društvenim i humanističkim znanostima vođena nešto fleksibilnijim načelima. Pogotovo se to odnosi na pristanak sudionika u istraživanju, budući da se u društvenim i humanističkim znanostima ponekad rade istraživanja bez ovoga pristanka. Naime, znanje o tome da sudjeluju u istraživanju mijenja ponašanje sudionika (tzv. Hawthorne efekt), pa je ponekad nužno raditi tzv. tajna istraživanja u kojima ispitanici ne znaju da sudjeluju u istraživanju ili ne znaju njegovu pravu svrhu. Međutim, općenito se smatra da ovakva istraživanja moraju biti rađena isključivo poštujući nekoliko strogih načela<sup>136</sup>:

1. Moraju biti nužna tj. svrha istraživanja ne može se postići pristankom sudionika. Znanstvenik bi se kod donošenja odluke morao savjetovati s etičkim odborom institucije u kojoj radi.
2. Sudionicima se nakon istraživanja mora objasniti da su sudjelovali u istraživanju tj. mora im se objasniti prava svrha istraživanja. Pri tome je nužno ukloniti sve moguće štetne posljedice (npr. po samopoštovanje sudionika).
3. Sudionici imaju pravo zahtijevati da se njihovi podatci ne koriste u istraživanju.

### 8. 3. Etička pitanja vezana uz objavljivanje znanstvenih istraživanja

<sup>136</sup> Van Deventer (2009:48-50).

Osim etičkih pitanja oko eksperimentiranja i primjene znanstvenih otkrića, postoje i etička pitanja koja se tiču integriteta objavljenih znanstvenih radova. Postoje tri najozbiljnija etička prekršaja u ovome smislu<sup>137</sup>:

1. Fabriciranje nepostojećih rezultata
2. "Uljepšavanje" postojećih rezultata
3. Plagijat (prezentiranje tuđih rezultata kao vlastitih)

Neke procjene govore da je oko 2% znanstvenika tijekom svoje karijere napravilo neki od ovih prekršaja<sup>138</sup>.

Osim ovakvih težih prekršaja, postoji i niz dvojbenih postupaka koji se tiču integriteta objavljenih znanstvenih radova<sup>139</sup>:

1. Predaja rada na objavljivanje u više časopisa (u nadi da će biti prihvaćen u barem jednom)
2. Objavljivanje rada u više časopisa
3. Objavljivanje radova koji su vrlo slični prethodnim vlastitim radovima
4. Dijeljenje jednog rada u više radova bez opravdanog razloga
5. Upitno autorstvo („dopisivanje“ kolegâ kao koautora iako nisu sudjelovali u izradi rada)
6. Nemaran odnos prema podacima (nečuvanje originalnih podataka, nepotpuno citiranje i sl.)
7. Konflikt interesa (npr. pozitivno pisanje o proizvodima tvrtke koja financira istraživanje)

Prema nekim procjenama, oko 30% znanstvenika tijekom karijere počinilo je barem jedan od ovih etički dvojbenih postupaka<sup>140</sup>.

#### 8. 4. Etička pitanja vezana uz biomedicinska (genetička) istraživanja

Etičke dileme znanosti u današnjem su vremenu osobito prisutne u području genetike. U ovom se području, naime, otvaraju mogućnosti genetskog manipuliranja ljudskim bićima s ciljem popravljivanja genskih grešaka i sprječavanja pojave bolesti, ali i mogućnost „popravljanja“ ljudskih bića pomoću genetske manipulacije. Genetskim manipulacijama moguće je modificirati i postojeće biljne i

<sup>137</sup> Katavić (2010:289).

<sup>138</sup> Navedeno prema Katavić (2010:291).

<sup>139</sup> Prerađeno iz Katavić (2010:290).

<sup>140</sup> Navedeno prema Katavić (2010:291).

životinjske vrste ili stvoriti nove. Međutim, ovakve vrste ljudske intervencije u genetski kôd otvara se niz etičkih pitanja<sup>141</sup>:

1. Rizici koji nastupaju nisu posve predvidivi – npr. modificiranje biljnih i životinjskih vrsta može dovesti do prirodne neravnoteže.
2. Upitnost prava čovjeka na stvaranje života umjetnim putem – npr. većina velikih religija smatra da se čovjek ne bi smio „igrati boga“ stvaranjem života na ovaj način.
3. Posljedice na individualni identitet – stvaranje čovjeka genetskom manipulacijom znači da se biranjem budućih karakteristika još nerođenog ljudskog bića sužava njegova sloboda. Ljudski identitet, naime, postaje unaprijed određen nečijom odlukom (unaprijed se određuju tjelesna i psihološka obilježja nerođenog djeteta).
4. Društvena nejednakost – bogatiji pojedinci mogli bi genetskom manipulacijom kreirati superiornije potomstvo, što bi bilo uskraćeno onima koji nemaju potrebna financijska sredstva

Mnogi smatraju da genetske manipulacije donose nastanak "postljudskog" društva u kojemu će osobine budućih ljudi, a time i njihov identitet, biti unaprijed određene tehnologijom i izborom njihovih roditelja ili društva<sup>142</sup>. Na ovaj bi način bila ugoržena dosadašnja poimanja ljudske slobode i moralnog izbora.

### 8. 5. Etička pitanja vezana uz patentiranje znanja

Jedno je od najvažnijih etičkih pitanja današnje znanosti pitanje patentiranja znanja. S jedne je strane ovaj problem prisutan u iskorištavanju tradicionalnih znanja u zemljama Trećeg svijeta i njihovog komercijalnog iskorištavanja putem patenata. Komercijalno iskorištavanje bio-raznolikosti ili tradicionalnog znanja, uglavnom od strane multinacionalnih (farmaceutskih) korporacija iz razvijenih zemalja obično se naziva bio-piratstvom. Takve korporacije tradicionalno znanje koriste kao osnovicu za poboljšanje ili umjetno sintetiziranje kemijskih spojeva (najčešće lijekova) koje zatim patentiraju. Na taj način, bez naknade, iskoriste znanje koje se u nerazvijenim zemljama stjecalo generacijama ili koriste bio-raznolikost koja bi po nekim etičkim postavkama trebala biti vlasništvo zemalja u kojima se nalazi. Prema patentnom pravu većine zemalja tradicionalno znanje ne može onemogućiti prijavu

<sup>141</sup> Huff (1996).

<sup>142</sup> Ovu je ideju, unutar žanra znanstvene fantastike, prvi iznio Aldous Huxley u knjizi *Vrli novi svijet* (Brave New World). U ovome romanu, objavljenom 1932. godine, prikazan je dehumanizirani svijet budućnosti u kojemu je prirodna reprodukcija nestala, a položaj pojedinaca unutar društva i njegove osobine unaprijed su određeni pomoću kemijskih procesa.

patenta budući da takvo znanje nije javno objavljeno<sup>143</sup> ili njegova učinkovitost nije dokazana. Zbog toga neke zemlje, poput npr. Indije, stvaraju baze tradicionalnih znanja te ih javno (elektronički) objavljuju kako bi spriječile njihovo patentiranje od strane znanstvenika i korporacija. *Konvencija o biološkoj raznolikosti* iz 1993. od korisnika biološke raznolikosti neke zemlje zahtijeva da dobije pristanak te zemlje ili da plati odgovarajuću nadoknadu. No, za sada ne postoje mehanizmi da se Konvencija sprovede u djelo.

Jedan je od najpoznatijih primjera bio-piratstva umjetni zaslađivač brazein, koji je sintetiziran od strane jednog američkog sveučilišta na temelju brazeina koji postoji u biljkama u Zapadnoj Africi. Na taj su način ne samo iskorišteni tuđe znanje i bio-raznolikost, nego je i zbog manje cijene umjetnog brazeina onemogućeno komercijalno iskorištavanje prirodnog brazeina.

Drugi aspekt patentiranja znanja odnosi se na patentnu zaštitu lijekova. Naime, patentiranje lijekova dovodi do toga da je njihova cijena višestruko veća od tzv. generičkih lijekova tj. lijekova nad kojima ne postoji patentna zaštita. Patentiranjem lijekova farmaceutske korporacije štite vlastita ulaganja u istraživanje i razvoj, no lijekovi tako postaju nedostupni siromašnim zemljama koje bi ga mogle jeftino proizvesti tako spasiti mnoge ljudske živote. No, to ne mogu učiniti zbog patentne zaštite tih lijekova.

---

<sup>143</sup>Javna objava nekog izuma onemogućava drugu osobu da ga patentira.



## 9. Znanstvena produktivnost

### 9.1. Vrednovanje znanstvenika i znanstvenih časopisa

Vrednovanju znanstvene produkcije individualnih znanstvenika može se pristupiti na dva osnovna načina<sup>144</sup>:

1. Bibliometrijskom analizom
2. Ocjenom od strane kolega znanstvenika (tzv. peer review)

Bibliometrijskom analizom pokušava se utvrditi broj objavljenih radova, kvaliteta publikacija u kojima su objavljeni i utjecaj koji su radovi imali (njihova citiranost). Ova bi analiza trebala dati egzaktne (matematičke) pokazatelje uspješnosti nekoga znanstvenika.

Trenutno na svjetskoj razini postoje tri najpoznatije citatne baze znanstvih radova koje služe za bibliometrijsko vrednovanje radova:

1. *Web of Science* baze, koje publicira Thomson Reuters<sup>145</sup>
2. Baza *Scopus*, koju izdaje Elsevier
3. Baza *Google Scholar*, koju izdaje istoimena korporacija

Baze koje su dio Web of Science su Science Citation Index (prirodne, biotehničke, tehničke, biomedicinske znanosti), Social Science Citation Index (društvene znanosti) i A&HCI (umjetnost i humanističke znanosti), a pokrivaju oko 9 000 znanstvenih časopisa, što čini oko 10% njihovog ukupnog broja u svijetu. Ove su baze vrlo selektivne i zasnivaju se na tzv. Bradfordovom zakonu, po kojemu broj časopisa koje moramo pretražiti da bi pronašli relevantne članke eksponencijalno raste<sup>146</sup>. Dakle, osnovna je ideja ovih citatnih baza da postoji jezgra koju čini manji broj znanstvenih časopisa, a koja objavljuje najveći dio relevantnih članaka.

<sup>144</sup> Jokić i Šuljok (2005:133).

<sup>145</sup> Baze su utemeljen od strane ISI-a (Institut for Scientific Information), no sad je njihov vlasnik Thomson Reuters.

<sup>146</sup> Npr. ako moramo pregledati 10 časopisa da bi pronašli 10 relevantnih članaka, za sljedećih 10 članaka moramo pregledati 20 časopisa, za sljedećih 10 moramo pregledati 40 časopisa itd.

*Scopus* je znatno manje selektivna baza koja trenutno pokriva oko 16 500 znanstvenih časopisa, a nastao je uglavnom kao izraz nezadovoljstva europskih znanstvenika zbog dominacije američkih časopisa u Web of Science bazama<sup>147</sup>.

*Google Scholar* najšira je citatna baza koja obuhvaća sve elektronički dostupne časopise (dakle, bez selekcije). Može mu se pristupiti bez pretplate<sup>148</sup>, a zasnovan je na ideji da svatko može samostalno procijeniti koji su časopisi relevantni, a koji ne, tj. na demokratiziranom i neselektivnom vrednovanju znanstvene produkcije.

Kada je u pitanju citatna analiza produktivnosti pojedinih znanstvenika, tada se najčešće koriste četiri pokazatelja:

1. *Ukupan broj citata*
2. *Prosječan broj citata po radu*
3. *H-indeks (Hirschov indeks)* – ako je „n“ radova nekog znanstvenika citirano najmanje „n“ puta, tada taj znanstvenik ima h-indeks u iznosu „n“<sup>149</sup>. Dakle, H- indeks u isto vrijeme vrednuje i broj objavljenih radova i broj citata. H-indeks sve češće se primjenjuje zbog toga što nije osjetljiv na ekstremne vrijednosti (radove s jako puno ili jako malo citata) tj. osobito visoko vrednuje one znanstvenike koji imaju veći broj dobrih radova, a niže vrednuje one znanstvenike koji imaju nekoliko odličnih i veći broj loših radova.
4. *G-index* – G-indeks sličan je H-indeksu, ali je osjetljiviji na ekstremne vrijednosti. Naime, znanstvenik koji ima „n“ radova koji su ukupno citirani najmanje  $n^2$  puta ima G-indeks „n“. Drugačije rečeno, svaki je rad u prosjeku primio „n“ citata, ali slabije citirani radovi mogu biti kompenzirani s jače citiranim radovima<sup>150</sup>.

Ukupan i prosječan broj citata pojedinog znanstvenika nije savršena mjera produktivnosti znanstvenika iz nekoliko razloga:

1. Znanstvenici koji se bave manje atraktivnim (užim) područjima rjeđe su citirani.

<sup>147</sup> Jokić i Šuljok (2005:135).

<sup>148</sup> <http://scholar.google.hr/>

<sup>149</sup> Npr. znanstvenik koji je objavio 5 radova od kojih je svaki rad citiran najmanje 5 puta ima h-indeks u iznosu 5.

<sup>150</sup> Npr. znanstvenik koji ima tri rada od kojih je prvi citiran sedam puta, drugi dva puta, a treći jedanput, imat će G-indeks u iznosu tri jer je ukupan broj citata veći od 9 ( $3^2$ ). Istovremeno, ovaj će znanstvenik imati H-indeks u iznosu dva jer ima samo dva rada koji su citirani najmanje dva puta.

2. Knjige i zbornici radova najčešće nisu u citatnim bazama.
3. Znanstvenici koji ne pišu na engleskom jeziku znatno su manje citirani.

No, niti h-indeks nije savršena i posve objektivna mjera procjene znanstvene produktivnosti zbog dva razloga:

1. Ne daje veliko značenje visoko citiranim radovima.
2. Ne mjeri promjene produktivnosti tijekom vremena – h-indeks znanstvenika, po definiciji, ne može padati.

Pojedina znanstvena područja izrazito se razlikuju u ovisnosti o znanstvenoj produkciji i njezinoj međunarodnoj vidljivosti. Tako je jedno istraživanje kojim se mjerila produktivnost hrvatskih doktora znanosti u razdoblju od 1996. do 2005. pokazalo da znanstvenici iz područja prirodnih znanosti objavljuju znatno veći broj radova u međunarodno priznatim časopisima. Iz tablice 5 vidi se i da unutar društvenih znanosti postoje velike razlike, pri čemu najveći broj radova u međunarodno priznatim časopisima imaju psiholozi, a najmanji pravnici. Ova razlika se može protumačiti time da psiholozi uglavnom istražuju univerzalne teme i usmjereni su na međunarodne časopise, a pravnici su koncentrirani na nacionalni pravni sustav i uglavnom objavljuju u zbornicima radova koji nisu pokriveni ovim bazama<sup>151</sup>.

Tablica 6 – prosječna broj radova u međunarodno priznatim časopisima po granama društvenih znanosti u desetogodišnjem razdoblju

Polje znanosti	Web of Science	Scopus
Informacijske znanosti	1,16	1,61
Kineziologija	1,21	1,56
Defektologija	0,51	2,00
Sociologija	2,78	3,44
Politologija	0,35	1,00
Ekonomija	0,34	0,61

<sup>151</sup> Jokić i Šuljok (2005:147).

Pravo	0,05	0,16
Pedagogija	0,79	0,74
Psihologija	4,85	5,00

Izvor: Jokić i Šuljok (2005:143).

Kada su društvene znanosti u pitanju, oko 73% doktora znanosti nije u ovome razdoblju objavilo nijedan rad u WoS, a oko 62% u Scopus bazi. Prosječan broj citata koje imaju objavljeni autori iznosi oko 2,4, a oko 60% njih ima h-indeks veličine 1. Najveću citiranost imaju autori iz područja psihologije, informacijskih znanosti i kineziologije.

Unutar prirodnih znanosti najviše radova u međunarodno priznatim časopisima objavljuju fizičari, a najmanje geografi.

Tablica 7 – prosječna broj radova u međunarodno priznatim časopisima po granama prirodnih znanosti u desetogodišnjem razdoblju

Polje znanosti	Web of Science	Scopus
Geologija	2,99	4,21
Geografija	1,03	3,67
Biologija	9,75	11,03
Fizika	15,13	14,56
Kemija	11,98	13,55
Matematika	5,94	5,92

Izvor: Jokić i Šuljok (2005:151).

Kada su prirodne znanosti u pitanju, svega oko 12% doktora znanosti nije u ovome razdoblju objavilo nijedan rad u WoS, a oko 10% u Scopus bazi. Prosječan broj citata koje imaju objavljeni autori iznosi oko 6,3, a svega oko 15% njih ima h-indeks veličine 1. Najcitiraniji su autori s područja fizike, a najmanje citirani autori s područja geografije.

Velike razlike u obrascima produktivnosti između društvenih i prirodnih znanosti mogu se protumačiti pomoću nekoliko čimbenika<sup>152</sup>:

1. Društvene su znanosti više usmjerene na proučavanje vlastitog društva, a manje na univerzalne teme.
2. Udio domaćih časopisa iz društvenih znanosti indeksiranih u najvažnijim citatnim bazama manji je od udjela časopisa iz prirodnih znanosti.
3. Društveni znanstvenici češće objavljuju u domaćim časopisima i na hrvatskom jeziku.
4. Interne norme objavljivanja i napredovanja u prirodnim znanostima jače potiču na objavljivanje u međunarodnim i međunarodno priznatim časopisima.

Vrednovanje znanstvene produkcije samo po zastupljenosti u priznatim bazama ne mora biti istoznačno s međunarodnom vidljivošću hrvatske znanstvene produkcije, a što je i konačni cilj razvoja znanosti unutar neke zemlje. Npr. jedan dio hrvatskih časopisa (oko jedne trećine – 8 od ukupno 25 časopisa) koji je zastupljen u Web of Science bazama (Institute for Scientific Information) uglavnom objavljuje radove na hrvatskom jeziku, što znači da nije međunarodno vidljiv. Kada su u pitanju časopisi s međunarodnom vidljivošću, u Hrvatskoj su najproduktivniji znanstvenici iz područja prirodnih i biomedicinskih znanosti<sup>153</sup>.

Za mjerenje kvalitete znanstvenih časopisa najčešće se koristi tzv. *faktor utjecaja* (impact factor), koji najčešće služi i kao osnova za odluke o financiranju pojedinih časopisa (najčešće od strane države) ili njihovu nabavku (npr. kada su bibliotekari u pitanju). Faktor utjecaja zasnovan je na omjeru ukupnog broja citata koje je su u određenoj godini „primili“ članci koji su u tom časopisu objavljeni u prethodne dvije godine. Npr. časopis ako je u 2007. i 2008. godini u nekom časopisu objavljeno 50 članaka, a ti su članci u 2009. godini citirani 100 puta, tada faktor utjecaja tog časopisa iznosi 2. Iz definicije faktora utjecaja proizlazi kako se on nikako ne može koristiti za vrednovanje pojedinog znanstvenika, nego samo za vrednovanje časopisa.

Faktor utjecaja nije potpuno valjana mjera utjecaja nekoga časopisa iz nekoliko razloga:

<sup>152</sup> Jokić i Šuljak (2005:157).

<sup>153</sup> Prpić i Brajdić Vuković (2005: 71).

1. Časopisi koji objavljuju pregledne članke imat će veći faktor utjecaja od onih koji objavljuju izvorne znanstvene članke – pregledni se članci češće citiraju<sup>154</sup>.
2. Neki časopisi imaju visoku stopu samocitiranosti – u njima se često citiraju članci objavljeni u tom istom časopisu.
3. Problem kategoriziranja uvodnika i vijesti - uvodnici i vijesti ne računaju se u broj objavljenih članaka, no računaju se njihovi citati, što može umjetno povećati faktor utjecaja.

## 9. 2. Nobelova nagrada

Nobelova nagrada predstavlja nagradu koja se za znanstvena postignuća u pojedinim znanostima dodjeljuje svake godine počevši od 1901. godine. Švedski izumitelj **Alfred Nobel** svojom je oporukom iz 1895. godine ostavio veliku sumu novca kako bi se osnovala fondacija iz koje će se dijeliti nagrade za posebna znanstvena postignuća. Nobela je na osnivanje fondacije potaknuo novinski članak u kojemu je, zbog pogrešne vijesti o njegovoj smrti, objavljena njegova osmrtnica. Kako je osmrtnica bila negativna, uglavnom zbog njegovog izuma baruta koji je korišten u ratovima, odlučio je da ga se pamti po nečemu boljem.

Nobelove nagrade dodjeljuju su za književnost, mir, fiziku, kemiju te fiziologiju ili medicinu. Od 1968. sredstvima Švedske središnje banke dodjeljuje se i nagrada za ekonomiju. Strogo govoreći, ova nagrada ne spada u Nobelove nagrade, ali se obično takvom i smatra jer je, kao i Nobelove nagrade za kemiju i fiziku dodjeljuje *Švedska akademija znanosti*. Nobelovu nagradu za medicinu ili fiziologiju dodjeljuje švedski *Karolinska institut*, nagradu za književnost *Švedska akademija*, a nagradu za mir *Norveški Nobelov odbor*.

Postupak dodjele započinjem procesom nominiranja. Nobelov odbor šalje obrasce nizu institucija te od njih traži da predloži kandidate. Nakon toga, uz pomoć stručnjaka na pojedinim poljima, Nobelov odbor radi užu selekciju kandidata koja se šalje navedenim institucijama koje rade konačni izbor. Sve se nagrade dodjeljuju 10. prosinca na svečanosti u Stokholmu, osim nagrade za mir koja se dodjeljuje u Oslu. Nobelovu nagradu prati i novčana nagrada čiji se iznos mijenja iz godine u godinu, u ovisnosti o radu fondacije, a trenutno iznosi oko milijun eura po pojedinačnoj nagradi.

Kao i kod dodjele svih nagrade, postoje mnoga neslaganja oko toga tko je trebao ili nije trebao biti dobitnik u pojedinoj godini. Osobito su velika neslaganja oko nagrada za mir i ekonomiju. Naime,

<sup>154</sup> Pregledni članci donose sažetak dotadašnje spoznaje na nekom području, a izvorni donose nove znanstvene spoznaje. Pregledni se članci češće citiraju jer ih znanstvenici koriste kao polazište za pregled teme o kojoj pišu.

Nobelova nagrada za mir često se dodjeljivala sa željom da se utječe na pojedine političare, čak i onda kada nisu dali osobit doprinos svjetskom miru. U tom smislu najviše su kritizirane nagrade koje su dobili Yasser Arafat, Shimon Perez i Yitzak Rabin (1994.) i Barack Obama (2009.), a može se navesti i da tu nagradu nije dobio vjerojatno najveći mirotvorac 20. stoljeća Mahatma Gandhi. Nobelova nagrada za ekonomiju kritizira se zbog toga što u najvećem broju situacija nagrađuje monetariste, dok su keynesijanci znatno rjeđe nagrađeni.

### 9. 3. Znanstvena produktivnost i komercijalizacija znanja

Današnja „postakademska“ znanost definira se kroz sve veću primjenjivost znanstvenih istraživanja tj. njihovu sve veću povezanost s tehnologijom i ekonomskim rastom. No, postavlja se pitanje može li se sva znanstvena spoznaja komercijalizirati i izraziti novčano. Tako npr. znanost može imati važnu ulogu u očuvanju nacionalne kulture, a ima i ulogu stvaranja racionalnog pojedinca kojemu znanje može poslužiti kako bi kritički promatrao društvene pojave.

Opadanje udjela fundamentalnih istraživanja može se primijetiti i u Hrvatskoj. Tako se 1990. među hrvatskim znanstvenicima oko 26% njih pretežito bavilo fundamentalnim istraživanjima, dok je 2004. taj broj opao na oko 21%<sup>155</sup>. Brojka bi bila i manja kada bi u RH znanost bila jače povezana s gospodarstvom. Istraživanja pokazuju da je hrvatska znanost daleko od jačeg stupnja komercijalizacije. Naime, u petogodišnjem razdoblju svega oko jedne trećine znanstvenika radi na nekom komercijalnom projektu. Podatci istovremeno pokazuju da je u oko 65% komercijalnih projekata riječ o primijenjenim ili razvojnim istraživanjima za industriju, oko 24% radi istraživanja koja pomažu javnom/političkom odlučivanju, dok je u oko 11% slučajeva riječ o fundamentalnim istraživanjima. Naručitelji istraživanja uglavnom su domaća poduzeća i tijela državne vlasti<sup>156</sup>.

Kada je u pitanju aplikativnost istraživanja i organizacijska struktura pojedinih znanstvenih područja, hrvatska istraživanja upućuje na sljedeće zaključke<sup>157</sup>:

1. Prirodne znanosti – uglavnom se bave fundamentalnim istraživanjima i rijetko rade na komercijalnim projektima. Organizacija rada uglavnom je hijerarhijska, s nešto većim timovima.

<sup>155</sup> Prpić i Brajdić Vuković (2005: 36)

<sup>156</sup> Prpić i Brajdić Vuković (2005: 44).

<sup>157</sup> Prpić i Brajdić Vuković (2005: 52-56).

2. Tehničke znanosti – gotovo u potpunosti rade na primijenjenim i razvojnim istraživanjima s velikim udjelom komercijalnih istraživanja. Hijerarhija je nešto manja nego u prirodnim znanostima.
3. Biomedicinske znanosti – slične su tehničkim znanostima po udjelu primijenjenih i razvojnih istraživanja, no udio komercijalnih istraživanja niži je od tehničkih (a i od društvenih) znanosti. Biomedicinske znanosti organizirane su vrlo hijerarhijski tj. veći dio istraživača radi na rutinskim poslovima, dok su ključni poslovi na projektima dostupni samo manjem broju istraživača.
4. Biotehničke znanosti – slične su tehničkim znanostima po viskom udjelu primijenjenih i razvojnih istraživanja, no udio komercijalnih istraživanja znatno je niži, što u drugim zemljama obično nije slučaj. Organizacija znanstvenog rada nije izrazito hijerarhijska.
5. Društvene znanosti – česta prisutnost primijenjenih i razvojnih istraživanja, uz visoku razinu komercijalizacije. Uglavnom je riječ o istraživanjima tržišta i ispitivanjima javnog mnijenja. Hijerarhija je slabije izražena.
6. Humanističke znanosti – niska primjenjivost i mali udio komercijalnih istraživanja. Rad je često individualan ili u malenim timovima.

Istraživanja razlika u znanstvenoj produktivnosti pojedinih zemalja upućuje na zaključak da na znanstvenu produktivnost država utječu sljedeći čimbenici<sup>158</sup>:

1. Razina BDP-a – bogatije zemlje imaju bolju znanstvenu produkciju.
2. Organizacija znanstvenog sustava – zemlje sa decentraliziranim i kompetitivnim znanstvenim sustavima imaju bolju znanstvenu produkciju.
3. Kulturalni čimbenici – protestantske zemlje imaju bolju znanstvenu produkciju.
4. Visoko vrednovanje znanosti – bivše socijalističke zemlje i britanske kolonije, zbog tradicionalno visokog vrednovanja znanosti, imaju bolju znanstvenu produkciju od onoga što bi moglo biti očekivano na temelju ostalih parametara.

Osnovni podatci o produktivnosti hrvatskih znanstvenika govore da prosječni hrvatski znanstvenik u petogodišnjem razdoblju objavi 8,62 znanstvena rada, od čega je 2,73 monoautorskih (jedan autor) i

<sup>158</sup> Prpić i Brajdić Vuković (2005: 26-28).



4,04 radova objavljenih u inozemnim publikacijama<sup>159</sup>. Individualne razlike u produktivnosti vrlo su visoke – svega 18,6% znanstvenika objavi oko 54,9% svih znanstvenih radova u petogodišnjem razdoblju.

Pojedini tipovi znanstvenih ustanova također se razlikuju po znanstvenoj produktivnosti (tablica 7). Javni instituti u znatno većoj mjeri od ostalih dvaju tipova ustanova objavljuju međunarodno priznate radove (radove u SCI bazi) i radove u inozemnim publikacijama. Ovakav rezultat očekivan je zbog toga što su znanstvenici u javnim institutima gotovo u potpunosti orijentirani na znanstveno-istraživački rad, dok znanstvenici u ustanovama visokoga obrazovanja imaju nastavne, a oni u ostalim ustanovama profesionalne obveze.

Tablica 8 – produktivnost po tipu znanstvenih institucija

	Javni instituti	Ustanove visokog obrazovanja	Ostale ustanove (bolnice, industrijski instituti i sl.)
Prosječan broj znanstvenih radova u petogodišnjem razdoblju	9,71	9,36	6,15
Prosječan broj SCI i CC radova tijekom karijere	15,78	7,33	7,09
Prosječan broj inozemnih publikacija u petogodišnjem razdoblju	6,14	4,13	2,44

Izvor: Prpić i Brajdić Vuković (2005: 75)

Iz istraživanja hrvatske znanstvene produkcije može se izdvojiti nekoliko trendova<sup>160</sup>:

1. Opadanje fundamentalnih nasuprot primijenjenih istraživanja – kako je ranije napomenuto, u pitanju je trend koji postoji i u svjetskoj znanosti.
2. Primijenjeni znanstveni rad nije povezan s komercijalizacijom znanosti. Drugačije rečeno, primijenjena istraživanja uglavnom nemaju komercijalnu upotrebu.
3. Timski rad u znanosti postaje sve brojniji u odnosu na individualni rad.

<sup>159</sup> Prpić i Brajdić Vuković (2005: 62).

<sup>160</sup> Prpić i Brajdić Vuković (2005: 82-88).

4. Pojedina znanstvena područja znatno se razlikuju po komercijalizaciji vlastitih istraživanja.
5. Znanstvena produktivnost se povećava, no još uvijek zaostaje za svjetskim prosjekom. Broj koautorskih radova i radova u međunarodnim publikacijama sve je veći.

Opisani trend prema primijenjenim istraživanjima može se pročitati i u donjoj tablici, s obzirom na to da oko 22% svih znanstvenika radi u „ostalim institucijama“, koje su uglavnom primijenjene naravi.

Tablica 9 – znanstvenici po tipu znanstvenih institucija u kojima rade

Tip institucije	Udio(%)
Fakultet	61,4
Javni institut	16,4
Ostale institucije	22,2

Izvor: Golub i Šuljok (2005: 153)

## 10. Socijalni profil znanstvenika

### 10. 1. Socijalno porijeklo

Znanstvenici u pravilu dolaze iz viših socijalnih slojeva. Tako i hrvatski znanstvenici predstavljaju selekcioniranu skupinu u smislu socijalnog porijekla (socijalnog sloja iz kojega potiču). Prema podacima iz 2004., gotovo 40% znanstvenika ima očeve koji su završili višu školu ili fakultet, što je znatno više od prosjeka opće populacije. Ova selekcija osobito je jaka u području biomedicinskih znanosti, gdje ovaj udio iznosi čak oko 48%. Također, gotovo 70% znanstvenika dolazi iz većih ili velikih gradova<sup>161</sup>. U tom se smislu može reći da važan čimbenik odlaska na fakultet i kasnije bavljenje znanosti ima obiteljska socijalizacija, materijalni preduvjeti ili socijalne veze koje pruža obitelj. Ovakva selekcija sigurno utječe i na neprepoznavanje jednog dijela talentiranih pojedinaca koji potječu iz nižih socijalnih slojeva, a koji bi mogli biti uspješni znanstvenici.

Tablica 9 pokazuje da učenici boljeg srednjoškolskog uspjeha češće završe u biomedicinskim znanostima, a nešto rjeđe u biotehničkim znanostima. Ostala znanstvena područja negdje su u sredini.

Tablica 10 – srednjoškolski uspjeh znanstvenika (po znanstvenim područjima)

Srednjoškolski uspjeh	Prirodne znanosti	Tehničke znanosti	Biomedicinske znanosti	Biotehničke znanosti	Društveno-humanističke
Dobar	1,6	2,6	1,2	4,1	2,9
Vrlo dobar	24,2	27,0	21,2	37,8	24,3
Odličan	74,2	70,4	77,6	58,1	72,8
Ukupno	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Izvor: Golub i Šuljok (2005: 157)

### 10. 2. Spol

U većini zemalja u svijetu postoji podzastupljenost žena među znanstvenicima, osobito kada su u pitanju prirodne i tehničke znanosti, te vrhunska znanstvena postignuća. Tako su među ukupnih 157 dobitnika Nobelove nagrade za kemiju svega četiri žene, a među 189 dobitnika Nobelove nagrade za fiziku svega 2 žene. Osim manjka žena među (vrhunskim) znanstvenicima, istraživanja pokazuju i da,

<sup>161</sup> Golub i Šuljok (2005:138).

kada je u pitanju opća populacija, žene znanost smatraju manje zanimljivom, a njezine praktične i etičke posljedice opasnijim.

Postoje četiri osnovna objašnjenja podzastupljenosti žena u znanosti, osobito u vrhunskoj znanosti<sup>162</sup>:

1. Različite obiteljske uloge muškaraca i žena
2. Razlike u socijalizaciji i/ili rodna diskriminacija
3. Razlike u strukturi sposobnosti
4. Nedostatak starijih znanstvenica koje mogu služiti kao uzor mlađima

Zbog više obiteljskih obveza žene mogu izdvojiti manje vremena za znanstveni rad od muškaraca. Tako istraživanja pokazuju da su nadareni muškarci više fokusirani na profesionalna postignuća od nadarenih žena, koje pokazuju više želje za balansiranjem uspjeha u obiteljskom i profesionalnom životu<sup>163</sup>. Drugačije rečeno, ulaganje više vremena u postizanje ciljeva u privatnom životu može otežati postizanje profesionalnih ciljeva, pa tako i uspjeh u znanstvenoj profesiji. Manji broj žena među znanstvenicima i manje privlačnost znanstvene karijere za žene mogu biti rezultat ne samo stvarne zahtjevnosti znanstvenog poziva i potrebe balansiranja ovoga poziva s privatnim životom, nego i stereotipa koju javnost ima o znanstvenicima kao socijalno izoliranim pojedincima opsesivno posvećenim znanstvenim otkrićima. Npr. prema longitudinalnom istraživanju javnog mnijenja o znanosti kojega u SAD-u provodi National Science Foundation oko 25-30% Amerikanaca znanstvenike smatra "čudnima" i "zainteresiranim samo za vlastiti posao", iako treba reći da je broj ljudi koji imaju ovakve stereotipe u opadanju. Razlozi za opadanje stereotipa mogu se naći u sve većoj obrazovanosti populacije medijskoj (samo)prezentaciji znanstvenika. Neka istraživanja pokazuju i da izbor tradicionalno muških područja od strane žena može imati negativne posljedice na uspjeh na "bračnom tržištu". Tako npr. žene koje se bave tradicionalno muškim područjima (npr. tehničke znanosti) muškarci procjenjuju manje atraktivnim od žena koje se nalaze u tradicionalno ženskim područjima (npr. pedagogija).

Osim različitih obiteljskih uloga, postoje i širi sociokulturni čimbenici, koji se uglavnom odnose na različitu socijalizaciju i očekivanja od muškaraca i žena, a koji su opet pod utjecajem kulturološki definiranih obilježja muškaraca i žena. Tako postoji shvaćanje da su matematika, prirodne i tehničke znanosti muško područje, pa tako žene koje su talentirane u području kvantitativnih i prostornih sposobnosti češće od muškaraca biraju društvene i humanističke znanosti. Istraživanja pokazuju da su roditeljska očekivanja vezana uz sposobnosti vlastite djece povezana s njihovim kasnijim uspjehom.

<sup>162</sup> Prilagođeno na temelju Halpern i sur. (2007:1).

<sup>163</sup> Halpern i sur. (2007:19).

Npr. djevojke čiji roditelji imaju manja očekivanja od njih kada su u pitanju postignuća u „muškim“ područjima (npr. matematici) obično postižu niže rezultate na tim područjima. Istraživanja također pokazuju da žene pokazuju veći strah i manje samopouzdanje u muškim, a muškarci u ženskim područjima (tzv. stereotype threat), što umanjuje njihova postignuća na tim područjima. Žene postižu bolje rezultate u muškim područjima u situacijama kada ne postoji prijetnja stereotipa (npr. djevojke u ženskim školama bolje su u matematici i fizici od djevojaka u mješovitim školama). Značaj sociokulturnih čimbenika pokazuju i međunarodne usporedbe u kojima su razlike u sposobnostima između muškaraca i žena znatno razlikuju u pojedinim zemljama. Isto tako, žene se mogu suočavati i s diskriminacijom kod napredovanja u većinski muškom okruženju, što otežava postizanje visokih pozicija, ali i obeshrabruje žene da uđu u područja znanosti koja se smatraju muškima. Eksperimentalna istraživanja pokazuju da još uvijek postoji pristranost i predrasude kada su u pitanju ženske sposobnosti. Anketna istraživanja pokazuju i da mnoge žene smatraju da ne mogu napredovati zbog spolne diskriminacije; npr. istraživanje među američkim liječnicama pokazalo je da one spolnu diskriminaciju smatraju najvažnijom preprekom u vlastitom napredovanju.<sup>164</sup>

Stereotipno i sociokulturno pripisane ženske osobine suprotne su onima koje se pripisuju znanosti, zbog čega se znanost po svojim unutrašnjim osobinama čini primarno muški područjem. Ženama se pripisuje subjektivnost, personalnost, intuitivnost i emocionalnost, dok je znanost objektivna, impersonalna, analitična i racionalna<sup>165</sup>.

Tablica 11 - obilježja znanosti i stereotipna ženska obilježja

Obilježja znanosti	Ženske osobine
Objektivnost	Subjektivnost
Impersonalnost	Personalnost
Analitičnost	Intuitivnost (holizam)
Racionalnost	Emocionalnost

Izvor: prerađeno na temelju Kennedy i Parks (2000:532).

Ovakva podjela ima utjecaja i na to kako se pojedine znanosti percipiraju u pogledu bliskosti muškim ili ženskim osobinama. Tako se, primjerice, fizika i tehnika smatraju muškim područjima jer se bave

<sup>164</sup> Halpern i sur. (2007:38).

<sup>165</sup> Kennedy i Parks (2000:532).

apstraktnim i neživim stvarima. S druge strane, biologija se percipira kao više žensko područje jer se bavi živim stvarima (Blickenstaff, 2005: 383). Iz istih se razloga humanističke znanosti češće smatraju ženskim područjem.

Općenito se smatra da se muškarci i žene ne razlikuju u općenitim sposobnostima, no da postoji razlika u strukturi sposobnosti koja bi mogla imati utjecaja na nadarenost za znanost. Kada su u pitanju testiranja inteligencije, muškarci obično pokazuju bolje rezultate u matematičkim zadacima i zadacima prostorne orijentacije, a žene u verbalnim zadacima. Verbalni zadaci obično uključuju sposobnost razumijevanja pročitane teksta, verbalnu fluentnost, shvaćanje odnosa među riječima i sl. Žene su bolje u većini ovih zadataka (d najčešće iznosi oko 0,4<sup>166</sup>). Prostorne (spacijalne) sposobnosti uključuje shvaćanje odnosa u prostoru, mogućnost rotiranja objekta u mislima i sl. (d obično iznosi oko 0,6). Matematičke sposobnosti uključuju rješavanje matematičkih zadataka bez prethodnog znanja određenog polja matematike. Muškarci su u prosjeku nešto bolji u ovakvim zadacima, iako se ovakva razlika više očituje u velikom broju matematički nadarenih, a ne u prosječnom rezultatu.<sup>167</sup> Istraživanja pokazuju i da su žene značajno bolje od muškaraca u prepoznavanju ljudskih lica (ova razlika postoji u svim društvima i kulturama), što može značiti veći urođeni interes za druge ljude, a time i veću sklonost žena za humanističke i društvene znanosti.

Osobito je značajan podatak da je varijabilnost rezultata muškaraca veća od varijabilnosti rezultata žena. Drugačije rečeno, to znači da postoji veći broj muškaraca nego žena i u skupini visoko nadarenih pojedinaca i u skupini onih s ispodprosječnim rezultatima. Ovakvi rezultati mogu objašnjavati veću prisutnost muškaraca među znanstvenicima, osobito onima s visokim postignućima.

Hrvatsku znanost karakterizira relativno visok udio žena među znanstvenicima. Naime, taj udio iznosi oko 45% i veći je od europskog prosjeka. Naime, EU 15 zemlje imaju prosjek žena među znanstvenim kadrom od oko jedne trećine, dok je zastupljenost žena u znanosti u novijim članicama Unije nešto veća. Zanimljivo je i da u mlađim dobним kategorijama u RH postoji nadzastupljenost znanstvenica tj. njihov udjel iznosi više od 50%<sup>168</sup>. Zastupljenost žena veća je od 50% u društveno-humanističkim i prirodnim znanostima. Najmanji je udio žena u tehničkim i biotehničkim znanostima (oko 30% i 39%).

<sup>166</sup> Cohenov d često služi kao mjera razlika između dvaju grupa, pri čemu ova mjera može ići od rezultata 0, kada razlike ne postoje, pa sve do 3, kada su razlike izrazito velike. Rezultat od 0,8 obično se smatra ozbiljnom razlikom u statističkom smislu, no koja će razlika biti praktično važna ovisi o pojedinačnoj situaciji. Kada muškarci postižu bolje rezultate od žena Cohenov d ima pozitivni predznak, dok u suprotnom slučaju nosi negativan predznak.

<sup>167</sup> Halpern i sur. (2007:8-9).

<sup>168</sup> Golub i Šuljok (2005: 132-133).

Visoku zastupljenost žena u hrvatskoj znanosti, kao i u drugim postsocijalističkim zemljama, moguće je objasniti dvama razlozima:

1. Tradicija socijalističkog sustava – ovaj sustav aktivno je poticao jednakost muškaraca i žena, pa tako i ulazak žena u znanstveničku profesiju. Kroz mehanizam povratne sprege ovaj utjecaj možda postoji i danas (npr. starije znanstvenice služe kao uzor mlađima)
2. Loš socijalni i materijalni položaj znanstvenika – lošiji položaj neke profesije obično je povezan s njezinom feminizacijom budući da muškarci izbjegavaju ulazak u takve profesije.

### 10. 3. Religioznost

Postoje značajna neslaganja o tome je li odnos između religije i znanosti u načelu konflikatan i suprotstavljen i je li uvijek takav bio i kroz povijest. Autori koji govore o nužnom konfliktu tvrde da su znanstveni način i teološki način spoznaje suprotstavljeni (prvi se zasniva na empiriji, a drugi na vjeri i božanskim otkrićima prikazanim u vjerskim knjigama). Ti autori obično ističu sukobe znanosti i religije u povijesti (npr. slučaj Galileo), kao i suvremene kontroverze (teorija evolucije, genetička istraživanja i sl.). Autori koji ističu da sukob religije i znanosti u načelu ne postoji pozivaju se na tri tipa argumenata<sup>169</sup>. Prema prvome, ne postoji teologija i religija kao takva, nego niz religija i teologija koje su međusobno različite i imaju različit odnos prema znanosti. Prema drugom argumentu, neke su teologije bile naklonjene znanosti – štoviše, može se reći da su neke od njih i pridonijele razvoju suvremene znanosti, naglašavajući spoznatljivost i racionalnost prirode. Drugi tip argumenata odnosi se na činjenicu da su mnogi najveći znanstvenici u prošlosti bili religiozni (Newton, Kopernik, Descartes itd.) i da su vlastitu znanost i religiju smatrali međusobno spojivima, što je dominantno uvjerenje među znanstvenicima i danas. Ovdje treba, međutim, napomenuti i da su mnogi od njih uvidali izvjesnu napetost između religije i znanosti. Tako je Kopernik vlastitu knjigu o heliocentričnom sustavu objavio tek netom prije vlastite smrti, Descartes vlastitu knjigu o heliocentričkom sustavu nije niti objavio za života, Darwin je dugo oklijevao s objavljivanjem evolucijske teorije i sl.

Istraživanja uglavnom pokazuju da su znanstvenici manje religiozni od opće populacije, pa čak i od populacije visokoobrazovanih osoba. Tako npr. usporedba religioznosti američkih znanstvenika s populacijom visokoobrazovanih osoba pokazuje da američki znanstvenici rjeđe vjeruju u boga, rjeđe pripadaju religijskim organizacijama, rjeđe vjeruju u doslovnu točnost ili božansku inspiriranost

<sup>169</sup> Prema Viney (2008)

Biblije i sl. No, u istom se istraživanju pokazalo da svega oko 33% američkih znanstvenika vjeruje da između znanosti i religije postoji konflikt.

Tablica 12 – usporedba religioznosti visokoobrazovanih osoba i znanstvenika u SAD-

Indikator religioznosti	Visokoobrazovane osobe	Znanstvenici
Ne vjeruje u boga ili agnostik	12,2%	63,7%
Nije član religijske organizacije (crkve, denominacije...)	21,4%	51,2%
Smatra se vrlo ili umjereno spiritualnom osobom	72,8%	35,9%
Nikada ne pohađa religijske obrede	19,4%	51,3%
Molitva barem jednom tjedno	82,1%	27,6%

Izvor: Ecklund i Park (2009:285-286)

Niža religioznost znanstvenika može se objasniti na dva načina<sup>170</sup>:

1. Učinak samo-selekcije
2. Sekularizacijski učinak znanstvenog obrazovanja i rada

Prema prvom objašnjenju, znanost privlači pojedince koji su skeptičniji, manje skloni prihvatiti vjerovanja koja nisu utemeljena empirijskom provjerom. Prema drugom objašnjenju, samo znanstveno obrazovanje i znanstveni rad pojedince čine skeptičnijim i manje religioznim. Thalheimerovo istraživanje sugerira da je prvi učinak (samo-selekcija) nešto jači budući da je kod većine znanstvenika do pada religijskih uvjerenja i prakse došlo tijekom srednje škole i početnih godina visokog obrazovanja<sup>171</sup>.

Thalheimerovo (1973) istraživanje pokazalo je da znanstvenici koji su vjernici na različit način poimaju odnos između znanosti i religije od onih koji nisu vjernici. Naime, oko 40% znanstvenika koji nisu vjernici smatra da znanost i religija nisu povezani tj. da se bave različitim stvarima, dok svega

<sup>170</sup> Thalheimer (1973).

<sup>171</sup> Oko 36% znanstvenika postale je manje religioznim tijekom srednje škole, a 34% tijekom dodiplomskog studija (Thalheimer, 1973: 190). Ovaj zaključak podržava i nalaz da oko 66% znanstvenika smatra da njihovo obrazovanje nije imalo nikakvog učinka na njihovu religioznost (Thalheimer, 1973: 192), iako treba voditi računa da je tu ipak riječ o subjektivnoj procjeni koja ne mora biti točna.



14% znanstvenika-vjernika dijelo ovaj stav. S druge strane, 39% znanstvenika-vjernika i svega 21% znanstvenika koji nisu vjernici smatra da se znanost i religija više ili manje podupiru. Drugačije rečeno, znanstvenici koji su vjernici češće vjeruju da su znanost i religija kompatibilni, dok oni koji nisu vjernici smatraju da su u pitanju različiti i međusobno nepovezani načini spoznaje<sup>172</sup>.

Zanimljivo je i da, prema istom istraživanju, razlike u religioznosti između prirodnih i društvenih znanstvenika postoje samo na nekim dimenzijama. Naime teorijski bi se moglo pretpostaviti da ove razlike postoje, te u tom smislu u literaturi postoje dvije različite hipoteze. Prema prvoj, znanstvenici iz područja prirodnih znanosti trebali bi biti manje religiozni zbog toga što su ove znanosti egzaktnije i u njima je dosljedno proveden model znanstvenog načina razmišljanja<sup>173</sup>. Prema drugoj hipotezi, znanstvenici iz područja društveno-humanističkih znanosti trebali bi biti manje religiozni jer se, između ostalog, bave i religijom kao društvenim fenomenom tj. podvrgavaju religiju racionalnoj analizi. Prirodni znanstvenici, s druge strane, ne bave se fenomenom religije pa je mogu svrstavati u područja svakodnevnog života, koja se racionalno ne analiziraju<sup>174</sup>. Drugi je razlog i činjenica da se društvene i humanističke znanosti često bave sličnim fenomenima kao i religija tj. preklapanje problema kojima se bavi jedni i drugi možda je veće nego preklapanje problema kojima se bavi religija, s jedne strane, te prirodne znanosti, s druge strane<sup>175</sup>. Drugačije rečeno, religija i prirodne znanosti možda se bave različitim pitanjima, pa su i mogućnosti potencijalnog konflikta između njih manje. Istraživanje Carnegie komisije rađeno među američkim znanstvenicima u 60-tim godinama 20. stoljeća pokazalo je upravo da su prirodni znanstvenici religiozniji<sup>176</sup>. Slične rezultate donijelo je i Thalheimerovo (1973) istraživanje rađeno na jednom američkom sveučilištu.<sup>177</sup> Prema ovome istraživanju znanstvenici iz područja prirodnih znanosti nešto češće ne pripadaju niti jednoj religijskoj zajednici te nešto rjeđe mole od znanstvenika s područja društvenih znanosti. Međutim, na drugim indikatorima religioznosti (odlazak u crkvu, vjerovanje u boga i sl.) razlike ne postoje<sup>178</sup>. I neka novija istraživanja u SAD-u pokazala su slične rezultate (Stark i Finke, 2000), iako postoje i ona koja pokazuju da su religioznost prirodnih i društveno-humanističkih znanstvenika otprilike iste (Ecklund i sur., 2008). Novije američko istraživanje koje je usporedilo podatke o religioznosti iz 1969. i 2005. godine pokazalo je da znanstvenici iz područja prirodnih znanosti i znatno većoj mjeri postaju manje religiozni tijekom životnog vijeka, u usporedbi s društveno-humanističkim znanstvenicima (Ecklund i sur., 2008). Drugačije rečeno, veći broj prirodnjaka koji su bili religiozni tijekom mladosti, kasnije

<sup>172</sup> Thalheimer (1973: 196).

<sup>173</sup> Društveno-humanističke znanosti bave se čovjekom, pa su u tom smislu i manje egzaktna i subjektivnija.

<sup>174</sup> Ecklund i Park (2009:277).

<sup>175</sup> Thalheimer (1973:195).

<sup>176</sup> Navedeno prema Ecklund i Park (2009:277).

<sup>177</sup> Thalheimer (1973: 186).

<sup>178</sup> Ecklund i Park (2009: 285-286).

postaju nereligiozni, što možda može biti povezano s izrazitim napretkom prirodnih znanosti tijekom posljednjih nekoliko desetljeća.

Osim razlika u općoj religioznosti, u nekim zemljama postoje i razlike u zastupljenosti pripadnika različitih konfesija u populaciji znanstvenika. Tako su među američkom javnosti i znanstvenicima dugo postojala neslaganja o uzrocima podzastupljenosti katolika u akademskoj zajednici. Neki su tvrdili da je katolicizam autoritarno, a time i antiznanstveno usmjeren, dok su drugi ukazivali na diskriminaciju katolika i na njihov u prosjeku niži društveni položaj, što također može uzrokovati podzastupljenost<sup>179</sup>. Novija istraživanja pokazuju izraziti porast katolika među američkim znanstvenicima, što ukazuje na viši društveni položaj i manju diskriminaciju katolika. S druge strane, među svim znanstvenicima oni koji su odgojeni kao katolici najčešće prestaju biti religiozni tijekom znanstvene karijere (Ecklund i sur., 2008), što može značiti da je katolicizam nešto manje spojiv s znanstvenim duhom od npr. protestantizma ili judaizma. No, istraživanja nisu dovoljno brojna i usporediva da bi se mogli donijeti definitivni zaključci.

Neka istraživanja religioznosti znanstvenika (Ecklund i sur., 2008) indirektno pokazuju da je identitet znanstvenika često jači od svih drugih oblika društvenog identiteta, barem kada je u pitanju njegov utjecaj na društvene stavove. Npr. kod američkih znanstvenika koji su sudjelovali u navedenom istraživanju spol i rasa nisu imali nikakav utjecaj na religioznost, dok je to u općoj populaciji slučaj (žene su religioznije, a bijelci manje religiozni). Jedina pravilnost slična kao i u općoj populaciji bila je povezanost s obiteljskom statusom tj. brojem djece, pri čemu su znanstvenici, kao i ljudi općenito, u prosjeku religiozniji ako imaju djecu.

---

<sup>179</sup> Ecklund i sur. (2008:1809).

## 11. Literatura

- Afrić, Vjekoslav (1999). Pogovor. u: Thomas S. Kuhn (1999). **Struktura znanstvenih revolucija**. Zagreb: Jesenski i Turk, Hrvatsko sociološko društvo. Str.219-243.
- Anderson, Melissa S.; Ronning, Emily A.; De Vries, Raymond; Martinson, Brian C. (2010). **Extending the Mertonian Norms: Scientists' Subscription to Norms of Research**. The Journal of Higher Education, 81(3):366-393.
- Aronov, Rafail Aronovich (2003). **The Pythagorean Syndrome in Science and Philosophy**, 41(2): 50-69.
- Ayala, Francisco J. (2009). **Evolution by Natural Selection: Darwin's Gift to Science and Religion**. Theology and Science, 7(4): 323-340.
- Bekar, Clifford i Lipsey, Richard, G. (2002). **Science, institutions and the industrial revolution**. Simon Fraser University, Department of Economics, Discussion Papers.
- Ben-David, Joseph (1986). **Uloga znanstvenika u društvu**. Zagreb: Školska knjiga.
- Blickenstaff, Jacob Clark (2005). **Women and science careers: leaky pipeline or gender filter?** Gender and Education, 17(4): 369-386.
- Brajdić Vuković, Marija; Šuljok Adrijana (2008). **Slika znanosti u dnevnom tisku: popularizacija ili marginalizacija**. U: Prpić, Katarina (ur.). Elite znanja u društvu (ne)znanja. Zagreb: Institut za društvena istraživanja u Zagrebu.
- Coll, Richard K.; Taylor, Neil (2004). **Probing scientists' beliefs: how open-minded are modern scientists?** International Journal of Science Education, 26(6):757-778.
- Dougherty, Jude P. (2009). **Science and the Shaping of Modernity: The Reciprocal Influence of Science and Culture**. Modern Age, 51(2):133.
- Ecklund, Elaine Howard; Park, Jerry Z.; Veliz, Phill Tod (2008). **Secularization and Religious Change among Elite Scientists**. Social Forces, 86(4):1805-1839.
- Ecklund, Elaine Howard; Park, Jerry Z. (2009). **Conflict between religion and science among academic scientists**. Journal for the scientific study of religion, 48(2):276-292.
- Fulder, S. (1996): **The Handbook of Alternative and Complementary Medicine**. Oxford: Oxford University Press.
- Gauchat, Gordin William (2008). **A Test of Three Theories of Anti-Science Attitudes**. Sociological Focus, 41:337-358.
- Gingerich, Owen (2004). **Truth in Science: Proof, Persuasion, and the Galileo Affair**. Christian Science and Belief, 16(1): 13-26.

- Golub, Branka i Šuljok, Andrijana (2005). **Socijalni profil znanstvenika i njegove mnijene (1990.-2004).** U: Prpić, Katarina (ur.). *Elite znanja u društvu (ne)znanja.* Zagreb: Institut za društvena istraživanja u Zagrebu.
- Grmek, Mirko Dražen (1996). **Pogled u prošlost medicine.** U: Grmek, Mirko Dražen i Budak, Antun: *Uvod u medicinu.* Zagreb: Nakladni zavod Globus. Str. 84-104.
- Halpern, Diane F; Benbow, Camilla P; Geary David C; Gur, Ruben C.; Hyde Janet; Gernsbacher, Morton Ann (2007). **The Science of Sex Differences in Science and Mathematics.** *Psychological Science in the Public Interest*, 8(1):1-53.
- Harrison, Peter (2008). **Religion, the Royal Society, and the Rise of Science.** *Theology and Science*, 6(3):255-271.
- Henry, John (2008). **The Fragmentation of Renaissance Occultism and the Decline of Magic.** *History of Science*, 46:1-48.
- Huff, Toby E. (1996). **The Fourth Scientific Revolution.** *Society (Symposium Issue)*, 33(4):8-12.
- Jakšić, Želimir (1996). **Put do liječničke profesije.** U: Grmek, Mirko Dražen i Budak, Antun: *Uvod u medicinu.* Zagreb: Nakladni zavod Globus. Str. 32-53.
- Jaroszyński, Piotr (2007). **Science in Culture.** Amsterdam: Editions Rodopi BV.
- Kadum, Vladimir (2007). **O životu Ruđera Boškovića, njegovu znanstvenom i filozofskom radu.** *Metodički ogledi*, 14(1): 19-36.
- Kaptchuk, Ted J.; Eisenberg, David M. (1998). **The Persuasive Appeal of Alternative Medicine.** *Annals of Internal Medicine*, 129(12):1061-1065.
- Katavić, Vedran (2010). **Do we need training in fraud-science?** *Biochemia Medica*, 20(3):288-294.
- Kennedy, Helen L.; Parks, Joe (2000). **Society Cannot Continue to Exclude Women from the Fields of Science and Mathematics.** *Education*, 120(3):529-537.
- Kuhn, Thomas S. (1999). **Struktura znanstvenih revolucija.** Zagreb: Jesenski i Turk, Hrvatsko sociološko društvo.
- Merton, Robert K. (1942). **A note on science and democracy.** *Journal of Legal and Political Sociology*, 1: 115-126.
- Merton, Robert K. (1968). **The Matthew Effect in Science.** *Science*, 159(3810):56-63.
- Merton, Robert K. (1988). **The Matthew Effect in Science, II. Cumulative Advantage and the Symbolism of Intellectual Property.** *ISIS*, 79:606-623).
- Mills, John (2002). **A Critical History of Economics.** Houndmills: Palgrave MacMillan.
- Narlikar, Yayant; Kunte, Sudhakar; Dobholkar, Narendra; Ghatpande, Praksah (2009). **A Statistical Test of Astrology.** *Current Science*, 96(5):641-643.
- Needham, Joseph (1984). **Kineska znanost i Zapad.** Zagreb: Školska knjiga.

- Pavić, Željko (2012). **Znanost i pseudoznanost u društvima postmoderne**. U: Plenković, Mario; Galičić, Vlado (ur.), *Društvo i tehnologija 2012 – Dr. Juraj Plenković*, Zagreb, Hrvatsko komunikološko društvo / Croatian Communication Association.
- Popper, Karl Raimund (2003). **Otvoreno društvo i njegovi neprijatelji**. Zagreb: KruZak.
- Prpić, Katarina; Brajdić Vuković, Marija (2005). **Znanstvena proizvodnja i produktivnost**. U: Prpić, Katarina (ur.), *Elite znanja u društvu (ne)znanja*. Zagreb: Institut za društvena istraživanja u Zagrebu.
- Prpić, Katarina (2007). **Kako hrvatska javnost i politička elita percipiraju znanost?** *Politička misao*, 44(1):67-92.
- Pruzhinin, B.I. (1995) **Astrology: Science, Pseudoscience, Ideology?** *Russian Social Science Review*, 36(5):75-94.
- Salleh, Anna (2001). **Science in the media: the good, the bad and the ugly**. *Australian Science Teachers Journal*, 47(4): 28-37.
- Sardar, Z. i Van Loon, B. (2005). **Znanost za početnike**. Zagreb: Jesenski i Turk.
- Scott, Eugenie C (1997). **Antievolution and Creationism in the United States**. *Annual Review of Anthropology*, 26:263-289.
- Siahpush, M. (2000). **A critical review of alternative medicine: research on users, practitioners and the orthodoxy**. *Health*. 4(2):159-178.
- Simony, Károly (2012). **A Cultural History of Physics**. London: CRC Press.
- Smith, Roger (1990). **Behaviourism**. U: Cantor G.N; Christie, J.R.; Hodge J.S.; Olby, R.C. (ur.), **Companion to the History of Modern Science**.
- Spicker, Paul (2007). **Research without consent**. *Social research Update*, 51:1-4.
- Stark, Rodney; Finke, Roger (2000). **Acts of Faith: Explaining the Human Side of Religion**. University of California Press.
- Thalheimer, Fred (1973). **Religiosity and Secularization in the Academic Professions**. *Sociology of Education*, 46:183-202.
- Thompson, Damian (2009). **Kontraznanje: kako smo podlegli teorijama zavjere, nadriliječništvu, pseudoznanosti i kvazipovijesti**. Zagreb: Algoritam.
- Van Deventer, J.P. (2009). **Ethical considerations during human centred overt and covert research**. *Qual Quant*, 43:45–57.
- Viney, Wayne (2008). **Religion and Science in Christendom: A History of Intellectual Warfare and Accommodation**. *The Midwestern Quarterly*, 49(4):343-357.
- Weimann, Gabriel (1982). **The Prophecy that Never Fails: On the Uses and Gratifications of Horoscope Reading**. *Sociological Inquiry*, 52(4):274-290.
- Wilson, David B. (1999). **Galileo's Religion Versus the Church's Science? Rethinking the History of Science and Religion**. *Physics in Perspective*, 1: 65-84.

Zakai, Avihu (2009). **The Rise of Modern Science and the Decline of Theology as the "Queen of Sciences" in the Early Modern Era.** Reformation&Renaissance Review.