**ANαliZA**

časopis za kritično misel

Letnik 9, številka 1-2, maj 2005 · ISSN 1408-2969

RESNICA

Sašo Dolenc

# Eksperimentiranje ali zasliševanje narave z mučenjem

Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani

**Citiranje:** Sašo Dolenc, »Eksperimentiranje ali zasliševanje narave z mučenjem«, *Analiza: časopis za kritično misel* 9, št. 1-2 (2005): 111–121.

To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva 4.0 Mednarodna (CC BY 4.0), https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.sl.

Izdajatelj: Društvo za analitično filozofijo in filozofijo znanosti, Ljubljana.

*Elektronska različica je bila leta 2026 rekonstruirana iz izvirnih stavnih datotek in preverjena s tiskano izdajo. Številke strani ustrezajo tiskani izdaji; prelomi strani znotraj prispevka se lahko nekoliko razlikujejo.*

**Sašo Dolenc**
*Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani*

# EKSPERIMENTIRANJE ALI ZASLIŠEVANJE NARAVE Z MUČENJEM

V sestavku obravnavamo spreminjanje odnosa do čutnega izkustva v obdobju znanstvene revolucije šestnajstega in sedemnajstega stoletja. Takrat so osrednje mesto splošnega uvida v naravo predmetov nadomestila dobro dokumentirana izkustva konkretnih, posameznih dogodkov, opazovanj oziroma poskusov. Zagovarjamo tezo, da je lahko izkustvo konkretnih singularnih dogodkov dobilo pomembno epistemološko težo in mesto v znanosti šele, ko se je spremenilo tudi razumevanje naravnega zakona. Šele z vpeljavo splošnih naravnih zakonov, ki veljajo univerzalno, brez izjem in ne samo v idealnih primerih, imajo lahko tudi posamezni eksperimentalni dogodki enako izkustveno težo, kot jo je imelo prej splošno izkustvo.

*Ključne besede*: znanstvena revolucija, izkustvo, eksperiment, naravni zakon.

O obdobju znanstvene revolucije šestnajstega in sedemnajstega stoletja je bilo napisanega že zelo veliko. Tako filozofi kot zgodovinarji so vsak skozi svojo perspektivo poskušali razumeti čas, ko se je rojevala moderna znanost. Da se je takrat v samem dojemanju narave, sveta in znanosti nekaj bistveno spremenilo, se večina avtorjev strinja. Do kakšne konkretne spremembe je zares prišlo, je bila revolucije povzročena od zunaj (vpliv družbenih in osebnih dejavnikov) ali od znotraj (kot notranji razvoj same znanosti), pa so še zmeraj odprta vprašanja.

V sestavku si bomo obdobje znanstvene revolucije ogledali skozi spreminjanje odnosa do čutnega izkustva. Kot osrednjo metodološko novost nove moderne koncepcije znanosti bomo izpostavili prehod od razkrivanja naravnih bistev *idealnih* predmetov k iskanju *splošnih* naravnih zakonov, ki veljajo univerzalno za vse predmete in v vseh okoliščinah.

Po Aristotelovi klasični koncepciji znanosti (gr. *episteme*, lat. *scientia)*, kot jo je opisal predvsem v svoji *Drugi analitiki* in je od dvanajstega do sedemnajstega stoletja predstavljala splošno sprejeti model znanstvene metode, je temeljni cilj znanosti razmejevanje med bistvenimi in naključnimi lastnostmi posameznih predmetov: med notranjimi bistvi, notranjimi gibalnimi vzroki, naravami predmetov in zunanjimi vzroki, od zunaj vsiljenim gibanjem. Moderna galilejska koncepcija znanosti pa nasprotno ne poskuša več razločevati med pravo naravo in

vsiljenim obnašanjem predmetov, ampak išče univerzalne zakonitosti, ki veljajo v vseh, tudi najbolj nenaravnih okoliščinah, v katerih se lahko znajde posamezni predmet.

V okviru klasične znanosti je bil cilj znanstvene metode razkrivanje in klasifikacija bistvenih lastnosti predmetov. Težava pa je bila, da posamezni predmeti, ki so sicer pristni člani določene vrste, ne izražajo nujno svojega bistva v vsakem konkretnem pojavu, v katerem so udeleženi.

> "Izkustvo je razkrivalo, kako se narava običajno obnaša, in ni temeljilo na diskretnih dogodkih, ker so bili ti dogodki lahko anomalije, 'monstrumi'." (Dear, 1995: 20)

Ljudje smo po recimo svoji naravi razumna bitja, a ni nujno, da to svojo naravo izražamo vedno in prav v vseh okoliščinah. Ni nujno, da vsak član vrste nujno in v vseh okoliščinah izraža bistvo svoje vrste.

> "Aristotelovi 'monstrumi', v nasprotju z Baconovimi, niso bili razsvetljujoče posebnosti, ki bi razkrivale delovanje narave, ampak so bile to napake narave, kjer so naključni vzroki pokvarili regularne procese." (Dear, 1995: 18)

Vzporedno s prenosom zanimanja od raziskovanja narave idealnih bistev predmetov k univerzalnim naravnim zakonom se je spremenil tudi odnos do čutnega izkustva. Aristotelovo osrednje mesto *splošnega uvida* v naravo predmetov (tj. spoznanja, da je določena lastnost bistvena in pripada vsem predmetom iste vrste in ne samo večini, ki si je medsebojno podobna) so nadomestila dobro dokumentirana izkustva konkretnih, *singularnih dogodkov*, opazovanj oziroma poskusov.

Najprej bomo obnovili metodološke osnove klasične aristotelske znanosti in jo primerjali z novim galilejskim pristopom, nato bomo obravnavali še spremembo v odnosu do čutnega izkustva.

## Aristotelova *scientia* kot paradigma klasične znanosti

Po Aristotelovi koncepciji znanosti, kot jo je opisal predvsem v svoji *Drugi analitiki*, je znanje organizirano v sistematično urejen sistem, v katerem so trditve medsebojno povezane v verigah silogističnih sklepanj, kjer so premise (in posledično tudi sklepi) nujno resnični. Da je določena trditev znanstveno utemeljena, lahko trdimo, če poznamo tako vzrok, zaradi katerega je stvar takšna, kot je, kot tudi, da ni mogoče, da bi bilo drugače:

> "Da imamo znanost o nečem [...], trdimo, kadar trdimo, da poznamo vzrok, zaradi katerega je stvar, da je ta prav vzrok te stvari in da ni mogoče, da bi bilo drugače [...]. Zatorej je nemogoče, da bi bilo to, o čemer obstaja znanost v pravem smislu, drugačno od tega, kako je." (navedeno po Reale, 2002: 413)

Za Aristotela zgolj resničnost trditve ni dovolj, da bi se kvalificirala za

znanstveno vednost. Vedeti moramo tudi, zakaj je trditev resnična. Da bi trditev lahko šteli za del znanosti, moramo poznati njene vzroke. Cilj znanstvene razlage ni pokazati, da je neka trditev resnična, ampak utemeljiti, da je stvar nujno takšna, kot smo jo opisali, in da ne more biti drugačna.

Ker so predmet *scientie* samo nujna dejstva, vednost o kontingentnih dejstvih, ki niso zavezana nobeni nujnosti, pod tradicionalno znanost ne sodi. Samo dejstva, ki so nujno resnična, so lahko del znanosti. Ker za Aristotela nobena posamezna stvar ne obstaja po nujnosti, dejstva o posameznih individualnih stvareh ne morejo biti predmet znanosti. Ker so vse trditve o posameznih stvareh, ki določajo njihovo specifičnost, kontingentne, so pravi predmet znanosti lahko le dejstva o skupnih lastnostih predmetov iste vrste. Samo univerzalne lastnosti so lahko predmet znanosti, ker so samo te lastnosti lahko nujne.

Nujni del klasične znanstvene vednosti je tudi znanstvena razlaga. Predmet znanosti so zmeraj bistvene lastnosti posamezne vrste. Vsaka od teh lastnosti predstavlja eno od bistvenih značilnosti vrste. Razložiti posamezno dejstvo pomeni pokazati, da je konkretna lastnost nujna lastnost vrste. Da se razlaga lahko šteje za znanstveno, moramo najprej definirati bistvo obravnavane vrste in pokazati, da je konkretna lastnost za vrsto bistvena in sledi iz njene definicije.

Vsaka znanost ima v svoji domeni določeno zvrst predmetov. Da poznamo dejstva o neki skupini predmetov znanstveno, pomeni, da znamo pokazati, da so ta dejstva nujne lastnosti skupine. Predmet znanosti tako niso dejstva, ki so le hipotetična in katerih obstoj je odvisen od kontingentnih okoliščin, ampak dejstva, ki obstajajo po nujnosti.

Za Aristotela pomeni izraz “narava stvari” lastnosti, ki jih predmet nujno poseduje zaradi pripadnosti svoji vrsti. Lastnosti, ki jih ima predmet nujno zgolj zaradi tega, katere vrste predmet *je*, se imenujejo bistvene lastnosti. Prav te lastnosti določajo bistvo stvari in zaradi njih je predmet to, kar je. če bi le ena od bistvenih lastnosti manjkala, to ne bi bil več predmet iste vrste, ampak nekaj drugega.

Po Aristotelu vemo nekaj znanstveno, ko poznamo vzrok in znamo vzrok tudi utemeljiti. Razlaga vzroka je veljavni sklep oziroma, bolj natančno, veljavni silogizem. Da je veljavni silogizem tudi razlaga, morajo biti njegove premise nujne in sicer samoumevne ali pa s pomočjo veljavnih silogizmov izpeljane iz drugih samoumevnih premis. Znanstvena vednost je torej tista, ki jo lahko neposredno ali posredno izpeljemo iz prvih načel, ki sama zase ne potrebujejo dokaza.

Da je silogizem primeren za prenos znanstvene vednosti iz premis na sklep, ni dovolj, da je veljaven, ampak morajo biti med premisami in sklepom izpolnjeni še dodatni pogoji. Po Aristotelu je le prva figura silogizmov primerna za prenos znanstvene vednosti, ker le tako lahko pridemo do vednosti o bistvu. Vzrok se v silogizmu pojavi kot srednji pojem (*terminus medius)* med subjektom dejstva, ki ga želimo pojasniti, in lastnostjo. Znanstveno iskanje vzrokov je prav iskanje takšnih srednjih pojmov v silogizmih. Znanstvena razlaga pomeni uspešno

določitev srednjega pojma, če povzamemo: da stvar razumemo znanstveno, moramo dojeti njeno bistvo in pokazati, da smo res opisali bistvo stvari.

V jedru vsake znanosti so torej temeljna počela, ki niso izpeljana iz nobene druge predhodne premise. Pojasnjevanju, kako pridemo do prvih počel, je Aristotel posvetil le krajši odlomek na koncu svoje *Druge analitike*.

> "Ker so od razumskih drž, s katerimi dojemamo resnico, nekatere vselej resnične, medtem ko druge sprejemajo zmotno, denimo mnenje in račun, znanstveno spoznanje in *uvid*, pa sta nasprotno vselej resnična, in ker ni nobena druga vrsta spoznanja *poleg uvida natančnejša od znanstvene* in ker so po drugi strani počela bolj znana od dokazov – vsako znanstveno spoznanje pa se vzpostavlja z dokazovanjem –, ne more biti znanstvenega spoznanja počel; in ker ne more biti *nič resničnejšega od znanstvenega spoznanja razen uvid*, mora imeti uvid za predmet počela. To se v raziskovanju ne pokaže samo nekomu, ki razmišlja o tem vprašanju, ampak tudi iz dejstva, da počelo dokaza ni dokaz; zatorej počelo znanstvenega spoznanja ni znanstveno spoznanje, če torej nimamo druge vrste resničnega spoznanja poleg znanosti, *bo uvid počelo znanosti*. Uvid je tedaj mogoče imeti za počelo počela, medtem ko je znanost v svoji celovitosti v istem razmerju s celoto stvari, ki jo ima za predmet." (navedeno po Reale, 2002: 415)

Aristotelova filozofija se je ukvarjala predvsem s pojasnjevanjem pojavov in ne z odkrivanjem novih svetov. Aristotela so navduševala najrazličnejša dejstva o svetu, vendar mu je bil spoznavni cilj predvsem pojasnitev sveta. Osrednji problem znanosti za Aristotela niso bila sama izkustvena dejstva – ta so zanj dokaj jasna in neproblematična -, kar ga je zanimalo, je bilo pojasnjevanje teh dejstev. Cilj znanosti je pojasniti bolj ali manj že znane pojave in stvari. Prav zaradi neproblematičnega sprejemanja čutnih dejstev kot splošnega izkustva, ki ga je treba samo še pojasniti, so novoveški kritiki zavračali Aristotelov model znanosti. Zanje ni bil osrednji problem zanemarjanje izkustva, ampak pretirano zaupanje splošnemu izkustvu. V Aristotelovem svetu tako ni neskončno novih stvari, ki jih je treba odkriti, ampak je v njem neskončno večinoma že poznanih stvari, ki jih je potrebno razložiti.

Tudi za srednjeveškega aristotelika je bilo čutno izkustvo sveta osnova, na kateri je gradil filozofsko utemeljeno razlago. Vendar kot čutno izkustvo ni razumel konkretnih dogodkov, ampak splošne resnice oziroma trditve, kot so recimo "Vsi ljudje so smrtni", "Težki predmeti padajo navzdol", "Sonce vzhaja na vzhodu" ... Izkustvo za sholastičnega aristotelika ni predstavljalo čutne zaznave posameznega dogodka, ampak splošni uvid resnice, o kateri ni nihče zares dvomil in na katero so bili vsi navajeni. Ko je filozof narave trdil, da je njegova razlaga utemeljena na čutnem izkustvu, je to pomenilo, da se spozna na splošno obnašanje in lastnosti predmetov, o katerih govori. Predpostavka je bila, da so s splošnimi izkustvenimi resnicami seznanjeni tudi bralci takšnih naravoslovnih razprav.

Tipični izraz izkustvenega dejstva je v aristotelskem okvirju zmeraj že splošna

sodba oziroma ugotovitev, kako svet deluje. Lep primer je ugotovitev, da "Težka telesa padajo", saj vanjo nihče zares ni dvomil, ker je povsem očitna, težje pa je bilo najti vzroke, zakaj se to dogaja. Empirična dejstva v tem kontekstu niso pomenila posameznih izkustvenih dogodkov, ampak zmeraj že poenoteno, univerzalno obliko nekega pojava. Nihče ni izhajal iz konkretnih izkustev, da je, recimo, "Krogla padla na tla, ko sem jo izpustil", ampak iz tega, da vsa težka telesa padajo, ker je to v njihovi naravi. Zato tudi ni bilo prostora za razpravo o resničnosti in neresničnosti teh izkustvenih trditev, ker so bila vedno že splošna. Za izkustvene trditve se je predpostavljalo, da bi se vsakdo strinjal z njimi, ker so povsem neproblematične ugotovitve, ki izhajajo iz vsakdanje prakse. Naloga filozofa po Aristotelu je bila, da pokaže, zakaj so te ugotovitve resnične, ne da pokaže, ali sploh so resnične. Cilj znanosti je bil najti vzročne razlage, ki naj bi pokazale, zakaj se morajo pojavi v idealnem primeru nujno zgoditi tako, kot je v njihovi naravi, in ne drugače.

Ker se je sholastična aristotelska znanost opirala na neproblematično splošno izkustvo, ki je bilo zmeraj že domena vseh ljudi, so se naravoslovci večinoma ukvarjali s pojasnjevanjem in ne z raziskovanjem. Njihov cilj je bil razumeti pojave, ki so jih že poznali, ne stremeti po novih odkritjih. Prav sprememba v ciljih znanosti je eden od temeljnih obratov, ki jih je prinesla znanstvena revolucija sedemnajstega stoletja. K spremembi so močno prispevala velika geografska odkritja tistega časa, ki so pokazala, da že na Zemlji obstaja veliko več stvari, kot so si sholastični filozofi kadarkoli zamišljali.

## Prehod od opazovanja k zasliševanju z mučenjem

V osrednji bitki znanstvene revolucije se je spopadlo več idealov znanstvenosti oziroma načinov mišljenja sveta. Na eni strani je bil aristotelski deduktivni ideal znanosti, ki je poskušala pojave razložiti tako, da jih je izpeljala iz splošno sprejetih univerzalnih resnic, ki naj bi bile same po sebi očitne. Na drugi strani sta se skozi renesanso vzporedno razvijala dva alternativna pristopa k razlagi narave. Po mehanični filozofiji narave ki je izvirala iz antičnega atomizma, so pojave pojasnjevali tako, da se jih interpretirali kot učinke nevidnih majhnih delcev ali atomov, po pita gorejsko-platonistični razlagi pa so pojave razložili, če so jih uspeli inter pretirati kot izraz višje matematične harmonije, ki jih usmerja iz ozadja.

Skupaj s spreminjanjem ciljev znanosti in same metode se je spremenil tudi odnos do čutnega izkustva, če je za sholastično tradicijo izkustvo pomenilo ugotavljanje, kako se pojavi v svetu praviloma dogajajo, se je v sedemnajstem stoletju razširil povsem nov način umetno ustvarjenega izkustva, ki za cilj ni imel ugotavljati, kako se posamezne zvrsti predmetov običajno gibljejo, ampak kako vse lahko naravo prisilimo, da se obnaša, če malo karikiramo, so se sholastiki poskušali v naravo čim manj vtikati in jo le od zunaj opazovati, medtem ko je poskušal novi pristop resnico iz narave izsiliti tudi z "mučenjem".

Za aristotelike je lahko zunanje vplivanje zameglilo pravo naravo predmetov, saj je narava stvari po Aristotelu definirana "prav kot "notranji vzrok gibanja".

Narava torej po sami definiciji ne more biti nekaj, kar bi lahko usmerjali od zunaj, čim je vzrok gibanja stvari zunanji, to ni več narava same stvari, ampak umetno vsiljeno gibanje. Predmet naravoslovne znanosti pa je za Aristotela in aristotelike prav notranja narava stvari. Pri mehaničnem pristopu k naravoslovju razumemo pojav šele, ko ga znamo tudi umetno proizvesti, ko znamo narediti njegov mehanski model. Takšen pristop k znanju se neposredno navezuje na tehniko. Znanje po novem postane že v svojem bistvu neposredno uporabno.

## Galilej in prvi zametki univerzalnega zakona materije

Zanimivo je, da so tudi prvi moderni znanstveniki še vedno delovali v okvirjih aristotelskega dojemanja izkustva. Galilej se je poskušal tako v svojih *Razpravah o dveh novih znanostih* iz leta 1632, kjer je predstavil ugotovitve o naravi prostega pada, do katerih je sicer prišel že leta 1609, pri argumentaciji še vedno opirati na splošno izkustvo. Pokazati je želel, da težko telo med padanjem navzdol pospešuje, in sicer sorazmerno s pretečenim časom. Pri razlagi se je oprl na klasično sholastično naslavljanje na univerzalno izkustvo, ki opisuje, kako se pojavi dogajajo v naravi, in ne, kako so se zgodili v konkretnem primeru. Razpravi ni priložil rezultatov lastnih eksperimentov, ampak je zapisal le, da je uporabil posebno napravo v obliki klanca, po kateri je kotalil kroglice in ugotovil, da se njegove meritve povsem skladajo s pričakovanji, saj je poskuse ponovil “več stokrat”. Ta fraza je v akademskih razpravah tistega časa pomenila podobno kot neštetokrat (Dear, 2001: 133). Galilej je svoje bralce želel prepričati, da so njegove ugotovitve pravzaprav del splošnega izkustva. Težava pa je bila, da je bil morda takrat celo edini na svetu, ki je sam izvedel takšne poskuse, tako da bi težko trdili, da je bil njegov argument z opiranjem na splošno izkustvo dober.

Galilej je želel svoje bralce prepričati, da se pojavi v naravi dogajajo ravno tako, kot sam poroča, da se. Nekaj bralcev mu je verjetno verjelo zaradi njegovega osebnega ugleda in institucionalne avtoritete, ki jo je imel, vendar to njegovih trditev še ni moglo narediti za znanstvene. Galilej je bil tu metodološko še vedno zelo blizu Aristotelu. Verjel je, da morajo biti znanstvene trditve jasno formulirane in osnovane na splošno sprejetih trditvah. Nekaj let za Galilejem je jezuitski matematik in naravoslovec Giovanni Battista Riccioli prav tako poročal o poskusih, ko je razne uteži spuščal iz cerkvenih zvonikov, pri čemer je natančno navajal kraje, datume in priče, da bi konkretnemu izkustvu podelil dodatno avtoriteto (Dear, 2001: 135). Vendar so bile tudi pri njemu končne ugotovitve formulirane kot splošne trditve, kako se pojavi dogajajo v naravi.

Tudi kasneje so imeli naravoslovci težave, ko so poročali o konkretnih eksperimentalnih dogodkih, saj jih ni bilo lahko interpretirati kot splošne trditve. Pojavil se je resen problem, kako vse več posameznih dogodkov in natančnih opazovanj obravnavati kot primerne temelje za razpravo v okviru znanosti. Osrednja težava je bila, kako v sistem znanosti umestiti umetno ustvarjeno izkustvo, ki je plod raznih pripomočkov, kot so teleskop, mikroskop ipd. To že po definiciji ne more biti pojmovano kot splošno neproblematično izkustvo.

Galilej zavzema ključno mesto v obdobju znanstvene revolucije predvsem zaradi svojih poskusov formulacije univerzalnega zakona, ki bi veljal za vso materijo, brez izjem:

> "Kot žarišče Galilejevih dosežkov lahko prepoznamo iskanje enotne teorije materije, matematične teorije snovi, ki sestavlja celotno vesolje. Morda se Galilej sam niti ni zavedal, da je to njegov temeljni cilj, dokler ni leta 1638 napisal *Razprave o dveh novih znanostih*. čeprav je delal na problemu narave materije od 1590 naprej, svoje končne teorije ni mogel napisati dosti prej kot 1638, sigurno pa ne pred knjigo *Sidereus Nuncius*, ki je izšla 1610, in verjetno tudi ne pred *Dialogom o dveh glavnih sistemih sveta* iz leta 1632. Pred letom 1632 še ni imel teorije in dokazov za svojo teorijo o enotni, singularni materiji. Že pred letom 1610 je intenzivno razmišljal o naravi materije in poskušal najti čim boljši način za njen opis, vendar je morala ideja o teoriji *enotne* materije počakati do osnovanja načel gibanja materije na premični Zemlji. Tega ni uspel formulirati do *Dialoga."* (Machamer, 2005)

Bolj kot konkretna formulacija univerzalnega zakona (uspelo mu je z zakonom prostega pada) je bila pomembna določitev, katere količine so v medsebojni relaciji v univerzalnem zakonu materije. Galilej je porabil kar nekaj desetletij, da je izbral pravo kombinacijo. Predvsem je bilo prelomno, da je v enačbe kot parameter vključil tudi čas. Dolgo časa se je namreč zamudil s poskusi formulacije zakona, ki bi kot parameter vseboval specifično težo.

> "Tako je Galilej postavil nove kategorije mehanične znanosti, znanosti materije in gibanja. Njegove nove kategorije so združevale nekaj osnovnih načel tradicionalne mehanike, ki jim je dodal še kategorijo časa in tako poudaril pospeševanje." (Machamer, 2005)

In prav koncept univerzalnega zakona, ki velja brez izjem za vso materijo, je razrešil veliko težav, ki so jih imeli takratni naravoslovci z univerzalizacijo svojih izkustev oziroma s problemom indukcije.

## Pascal in problem reprezentativnosti opazovalca

Novi eksperimenti so odpirali problem zaupanja v izvedbo, rezultate in reprezentativnost posameznega poskusa, saj ni bilo jasno, zakaj bi lahko neko novo konkretno izkustvo, ki ni bilo splošno, tako hitro sprejeli. Novoveški znanstveniki so se pri spopadanju s problemom utemeljitve konkretnega izkustva pogosto zatekali k osebni avtoriteti. Pomagali so jim razni profesorski in dvorni nazivi, članstva v akademijah in drugih inštitucijah. Rezultati posameznikov so bili zanesljivi, če jih je potrdila ugledna inštitucija, podobno kot je danes odkritje sprejeto kot znanstveno šele, ko je objavljeno v reprezentativni znanstveni reviji.

Pri astronomih so bile navade malo drugačne, saj ni bil običaj, da bi javno objavljali svoje meritve. Namesto tega so astronomi na podlagi opazovanj izdelovali tabele, v katerih so s pomočjo geometrijskih modelov napovedovali bodoče lege nebesnih teles. Opazovalne astronomije običajno niso ločevali od

računske ali prognostične. Seveda se je kvaliteta posameznega astronoma ocenjevala glede na ustreznost njegovih napovedanih tabel in ne na podlagi natančnosti opazovanj in empiričnih meritev. Ugled Kopernika v šestnajstem stoletju je tako temeljil predvsem na njegovih prognostičnih tabelah in matematičnem znanju. Nasploh so bili astronomi na svoja opazovanja zelo osebno navezani, o čemer priča tudi Keplerjeva zgodba, ko se je moral zelo truditi, da je po smrti Tycheja Braheja dobil vpogled v njegove meritve. Prej mu je Brahe zaupal samo meritve lege Marsa, ne pa tudi drugih planetov.

Morda najbolj razvpiti primer konkretnega izkustvenega dogodka, ki ga je avtor spretno interpretiral kot uvid v splošno pravilo, se je dogodil leta 1648. Matematik in filozof Blaise Pascal je iz Pariza pisal svojemu svaku z imenom Florin Perier v oddaljeni Auvergne in ga prosil, če bi zanj izvedel eksperiment. Pascal je želel, da bi Perier nesel živosrebrni barometer na bližnjo goro Puy-de-Dôme in preveril, če se bo višina stolpca živega srebra v barometru med vzponom kaj spremenila. Pascal je pričakoval, da se bo sprememba višine opazila, saj je bil prepričan, da prav zračni pritisk botruje temu, da se stolpič živega srebra ohranja v votli cevki, višje na gori pa je seveda zračni pritisk manjši.[1]

Kmalu po opravljenem poskusu je Pascal objavil razpravo v obliki komentarja Perierjevega poročila o dogajanju pri vzponu na goro. Perier je dogajanje ob vzponu natančno popisal z vsemi pričami in meritvami višine stolpca živega srebra na vmesnih postajah. Začetek Perierjevega poročila se bere kot opis nedeljskega izleta, saj omenja vreme in ljudi, ki jih je srečal med vzponom:

> “Zadnjo soboto, devetnajstega tega meseca, je bilo vreme zelo spremenljivo. Ker pa je bilo ob petih zjutraj dovolj jasno, da se je videl vrh Puy-de-Dôme, sem se odločil, da poskusim opraviti vzpon ...” (navedeno po Oster, 2002: 133)

Na koncu poročila, ki je resnično potrdilo domneve, da se višina stolpca živega srebra znižuje z nadmorsko višino, pa je Paskal ugotovitve konkretnega poskusa predstavil kot splošne resnice. Pascal je Périerjeve meritve preprosto posplošil in napovedal, da bi do podobnih ugotovitev lahko z natančnejšim merjenjem prišli tudi pri manjših vzponih, recimo na vrhove cerkvenih zvonikov. Pascal je potem samo zatrdil, da so dejanski poskusi to tudi potrdili. Podobno kot Galilej pri poskusih na klancu tudi Pascal ni natančno opisal rezultatov, ampak je navedel le podatek, da se meritve skladajo s pričakovanji.

## Newton in eksperimentalna matematična znanost

Ko je Isaac Newton okrog leta 1670 vodstvu Royal Society poslal svoj model zrcalnega teleskopa, je hitro zaslovel in si pridobil tudi članstvo v ugledni združbi. Opogumljen z uspehom je sekretarju družbe poslal še svoje študije o

[1] Pascalov eksperiment z barometrom na gori Puy-de-Dôme je imel v sedemnajstem stoletju zelo velik odmev. Zgodovinar znanosti A. Rupert Hall ga po pomembnosti primerja celo astronomsko potrditvijo Einsteinove teorije gravitacije kmalu po koncu prve svetovne vojne (Hall, 1983: 261).

optiki, ki so se navezovale tudi na razlago delovanja zrcalnega teleskopa. Študije so kmalu objavili v glasilu družbe, kar je bil prvi Newtonov resni znanstveni članek in je zanimiv med drugim tudi zato, ker opisuje konkretne optične eksperimente o naravi svetlobe v obliki eksperimentalnih dogodkov, čeprav je optika po svoji vsebini tradicionalno spadala pod matematične znanosti.[2] V prvem delu pisma je natančno opisal svoje poskuse s svetlobo, pri čemer je napletel zgodbo vse od nakupa optične prizme do slavnih poskusov s svetlobnim žarkom v zatemnjeni sobi. Ker je vedel, da je prav takšna oblika poročila najbolj všeč članom Royal Society, se je potrudil in svoje večletne raziskave prelevil v napeto zgodbo o konkretnih dogodkih:

> "Sir. Kot sem obljubil, vas bom brez nepotrebnih ceremonij seznanil, da sem v začetku leta 1666 (takrat sem se začel zanimati za brušena stekla drugih oblik kot le sferična) pridobil trikotno stekleno prizmo, da bi raziskal slavni pojav barv. V ta namen sem zatemnil svojo sobo in v okensko polkno naredil majhno luknjo, da je v sobo vstopala primerna količina sončne svetlobe. Na pot svetlobe sem postavil prizmo, da je uklonila svetlobo na nasproti stoječo steno. Bilo mi je v veliko zadovoljstvo, ko sem lahko opazoval žive in intenzivne barve ..." (navedeno po Cohen in Westfall, 1996: 171)

Newtonova razprava se šele v drugem delu prevesi bolj v tradicionalno obliko študije o matematični optiki.

V sedemnajstem stoletju so univerzalni izkustveni uvid v naravo stvari počasi začela zamenjevati konkretna pričevanja o dogodkih, ki so bila podprta z avtoriteto poročevalca ali z možnostjo vsakega bralca, da se na lastne oči prepriča o veljavnosti pričevanj. Iz tega prenosa zaupanja od splošnega h konkretnemu se je razvil problem indukcije (kako s pomočjo posameznih konkretnih dogodkov potrditi splošno trditev), ki je postal eden osrednjih problemov v filozofije znanosti vse do dvajsetega stoletja.

Vendar pa dobijo posamezni dogodki trdno mesto v znanosti šele v kombinaciji s splošnimi zakoni gibanja materije. Eksperimenti so prav sinteza univerzalnih zakonov in konkretnih izkustvenih dogodkov, čeprav so bili zametki eksperimentalne matematične znanosti postavljeni že prej, se je najpomembnejši vsebinski in metodološki prelom dogodil šele z Newtonovo *Principio* (1687). V njej je Newtonu uspela sinteza univerzalnih zakonov gibanja materije in eksperimentalnih dogodkov. Gravitacijski zakon kot primer univerzalnega zakona deluje za vsa masna telesa v vseh oko liščinah brez izjem. Prav zaradi svoje univerzalnosti se mu ne izmakne prav noben pojav, tudi če je povsem "nenaraven" ali umetno povzročen, če velja univerzalni zakon materije brez izjem, potem ima lahko vsak konkretni singularni dogodek pomembno spoznavno težo, saj se pojavi v odnosu do splošnega zakona ne delijo več na regularne, ki verno odražajo naravo predmeta, in "monstrume", ki naravo

[2] Za angleško znanost sedemnajstega stoletja je bila značilna vpeljava t. i. virtualne priče. Ideja je bila, da konkretno dogajanje opišejo tako natančno in živo, da si bo bralec lahko predstavljal, kot da je bil resnično prisoten pri dogodku.

predmeta popačijo. S sprejetjem koncepta univerzalnega zakona vnesemo tudi med pojave uravnilovko: vsi so v relaciji z zakonom enakovredni.

Z objavo *Principie* se je obdobje znanstvene revolucije zaključilo. Proces spreminjanja strukture in hierarhije znanja o naravi se je iztekel v novo sintezo, ki ji pravimo moderna znanost. Vse velike revolucije v naravoslovju, do katerih je prišlo po Newtonu (vključno z Einsteinovo teorijo relativnosti in kvantno mehaniko), so le notranji razvoj moderne znanosti, sam okvir pristopa k naravoslovju pa ostaja ves čas enak.

# EXPERIMENTING OR INTERROGATING NATURE USING TORTURE

We discuss changing the attitude in relation to sense experience in the scientific revolution. In that time the universal common experience of the nature of the objects was replaced by well documented experiences of the concrete, singular events and experiments. We argue that singular experience can have the important role in science only after understanding of the natural law essentially changed. Only after the universal laws of nature, which are valid under all circumstances and not only in the ideal case, were established, also singular experimental events could have the same epistemological significance as previously only common experience had.

*Keywords*:scientific revolution, experience, experiment, natural law.

## Literatura

Cohen, B. in Westfall, R. S. (ur.) (1996). *Newton: Texts Backgrounds Commentaries* Norton Critical Editions. New York: W. W. Norton & Company.

Dear, P. (1995). *Discipline & Experience*. Chicago: University of Chicago Press.

Dear, P. (2001). *Revolutionizing the Sciences: European Knowledge and Its Ambitions, 1500-1700*. Princeton: Princeton university Press.

Hall, A. R. (1983). *The Revolution in science 1500-1750*. New York: Longman.

Machamer, P. (2005). "Galileo Galilei". *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2005 Edition)*, Edward N. Zalta (ur.), URL = http://plato.stanford.edu/archives/spr2005/entries/galileo/.

Oster, M. (ur.) (2002). *Science in Europe, 1500-1800: A Primary Sources*

*Reader*. New York: Palgrave.

Reale, G. (2002). *Zgodovina antične filozofije*, 2. zv. Ljubljana: Studia humanitatis.