



Agu Laisk: „Teaduse tegemine taandub lõppkokkuvõttes sellele, et usume midagi, oleme milleski veendunud. Õige teadlane on see, kes tugevasti usub, aga kergesti muudab oma usku.”

Teadusest, usust – ja fotosünteesist

A g u L a i s k

TÜ emeriitprofessor, akadeemik

Teaduslik maailmavaade on usk mudelitesse, mida pole veel kummutatud.

Fundamentaalteadus on kultuuri osa muusika, kunsti, kirjanduse, spordi kõrval. Aga teadusel on üks oluline erinevus teistest kultuurinähtustest: väga väike publiku (fännide, jüngerite) arv. Teadlasele aplodeeritakse nõrgalt ja harva. Aplaus aga toetaks eneseusku. Teadlase avalik esinemine on artikkel. Seda trükki saates on aplausi asemel sageli kuulda aga retsensentide pidevat kriitikat, mis taandub kokkuvõttes väljendile MA EI USU.

Teaduslik maailmavaade

Meie „arusaam” maailmast on sisuliselt kompuuterprogramm, mille alusel meie ajurakud modelleerivad (reprodutseerivad) välismaailma käitumist. Arusaam (mudel) on seda täiuslikum, mida täpsemini ja rohkem ta looduses toi-

muvaid sündmusi reprodutseerib. Me usume/loodame, et mõistame loodust õigesti. Ometi on iga arusaam (mudel) loodusest osaline, ebatäpne ja arenev.

Välismaailma mudel tekib ajus välise programmeerimise (õpetamine) ja sisemise iseprogrammeerumise (mõtlemine) teel. Näiteks religioosne maailmavaade on ajusse suurel määral väljastpoolt istutatud (programmeeritud). Päheõpitud koraan, aga ka koolis formaalselt ära õpitud teadmised on istutatud. Mõlemaid tuleb lihtsalt uskuda.

Teaduslik (mõtlev) maailma mudel on pidevalt muutuv. See täiustub sedavõrd, kuivõrd kogeme uusi fakte (nähtusi), mida olemasolev mudel ei reprodutseeri. Mudeli arenemine on ajurakkude ümberprogrammeerimine nii, et uus

programm reprodutseeriks (seletaks) ka uued faktid lisaks juba tuntutele. Uue fakti seletamiseks tekib hüpotees (arvamus, lootus), mis järk-järgult kinnitust leides kinnistub teooriaks (arusaam, mõistmine). Aga niipea kui ilmneb teooriaga vastuoluline fakt, see arusaam kummutatakse ja (osaliselt) asendatakse.

Oluline on mõista, et teaduslik maailmavaade ei ole katsefaktid (teadmine), vaid nende alusel ajus tekkinud mudelid (arusaamine). Arusaamise tõesust kontrollitakse pidevalt uute katsetega. Kui ennustatu realiseerub, kinnitab see mudeli õigsust. Kahjuks ei tõesta aga ükski mudeliga sobiv fakt mudeli lõplikku õigsust, sest ka mõni teistsugune mudel, mis ei ole meile veel pähe tulnud, võib ennustada samasuguse katsetulemuse (vaata joonis 1 ja 2).

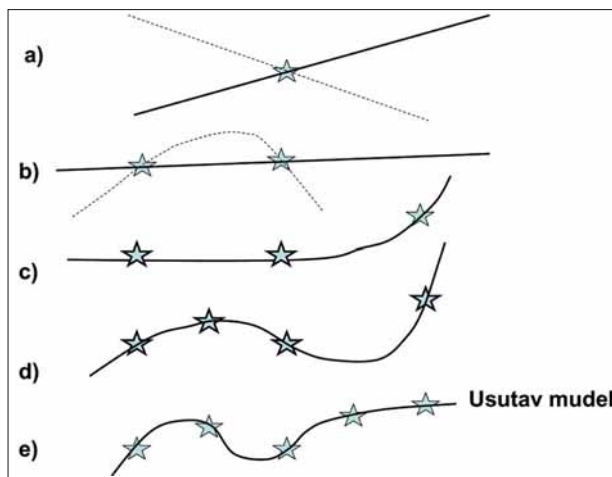
Tähtis on, et katsete-vaatluste tulemuste ja nende põhjal tekkinud hüpoteesi vahel ei ole otsest formaalloogilist seost. Hüpotees tekib mõttelise proovimise (mida sageli nimetatakse intuitsiooniks) teel. Hüpoteesist saab loogiliselt tuletada oodatava katsetulemuse, katsetulemusest hüpoteesi aga mitte.

Diogenes kiitles küüniliselt, et võib isegi kinnises tünnis maailma mudeli välja mõelda – hoopiski ilma vaatluste ja katseteta –, oli see siiski kiitlemine, päris fakte teadmata maailma välja ei mõtle.

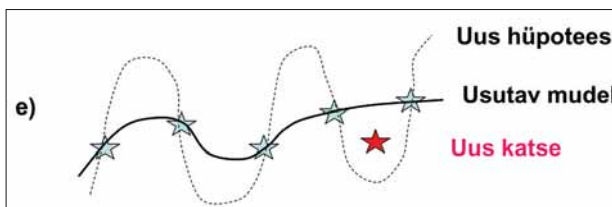
Hüpoteesi (mudeli, arusaama) tõesus ei saa kunagi absoluutselt kindlaks, vaid suureneb sedavõrd, kui võrd rohkem tema abil ennustatud katsetulemusi realiseerub. Aga hüpoteesi kummutab üksainuski sellega vastuoluline fakt. Seega saab hüpoteesi ümber lükata (kummutada), aga mitte kunagi lõplikult tõestada. Sageli tsiteeritav teadusfilosoof Popper rõhutas, et hüpotees (mudel, maailmavaade), mida põhimõtteliselt ei saa katseandmetega kummutada, on usk, seega mitte teaduslik. Teaduse jooksva sisu moodustavad hüpoteesid, mida küll põhimõtteliselt saab kummutada, aga seda ei ole veel tehtud. Seega siis, teaduslik maailmavaade on usk mudelitesse, mida veel ei ole kummutatud!

Goebbelsi meetod

Teaduse frondil võitlevad olemasolu eest vastandlikud hüpoteesid, usud, mida veel pole kummutatud. Nende hüpoteeside testimine on küll põhimõtteliselt võimalik, aga olemasolev mõõtmistehnika ei võimalda seda teha (mõttelised konstruktsioonid arenevad ju kiiremini kui materiaalsed vahendid nende testimiseks!). Teaduse frondil toimib üsna hästi Goebbelsi meetod: hüpotees muutub seda usutavamaks, mida rohkem ja autoriteetsemast allikast seda propageeritakse. Kui mingit hüpoteesi juba küllalt laialt usutakse, ei usuta pigem katseid, mis seda kummutavad.



Joonis 1.



Joonis 2.

Kui hüpoteesi kummutamiseks on vaja ainult ühte fakti, mis on sellega vastuolus, on teaduse frondil ka eksperimentaalne fakt kõigepealt vaid usk, et aparaat on ikka õigesti mõõtnud. Teaduslikus katses kasutatakse keerukat aparatuuri, mille näitude tõlgendamine põhineb tavaliselt arvukatel hüpoteesidel. Enamik neist on paljukordselt katsetel kinnitatud, aga mõned veel mitte. Seega, katsetulemus põhineb samuti teatud eeldustel, usul mõõtmisprotsessis toimuvasse. Teadlased, kes usuvad mingit teooriat, ei usu veel uut katsetulemust, mis seda kummutab. Teadlased, kes usuvad katsetulemusesse, ei usu enam teooriat.

Teaduslik töö ongi oma usu levitamine avaldatud artiklite kaudu. Teaduslikud artiklid avaldatakse ainult pärast eelretsenseerimist vähemalt kahe nimeka teadlase poolt, kes tavaliselt valitakse teisiti mõtlevast koolkonnast. Ret-sensentide eitav suhtumine blokeerib artikli avaldamise (kui teadus on kultuurinähtus, siis kas oleks mõeldav, et kunstikriitik lihtsalt keelab kontserdi või maalinäituse toimumise?!). Artikli avaldamiseks tuleb paar „uskmatut” ret-sensenti oma usku pöörata. Uudne ja ootamatu järeldus on raskesti usutav. See tähendab, et olla edukas (avalda-da palju artikleid), tuleb saada „oodatud” tulemusi!

Alguses arvasin, et teadustöö on võistlus loodusega. Katsetes avaldab loodus oma saladused mõistukõnes na-

gu oraakel ja teadlane peab mõistma, mida katses saadud vastus tähendab. Katse tulemust, nii nagu oraakli vastustki, tuleb „tõlgendada”, st luua mudel. Aja jooksul selgus aga, et hoopis raskem on kolleegide neid tõlgendusi uskuma panna – sisuliselt tuleb pöörata teisitimõttele (dissidente) oma uude usku. Mida uuem usulahk, seda vähem on sellel jüngerid. Teaduslikud koolkonnad on juba suured kogudused, teaduslikud paradigmad veelgi suuremad. Teadustöö koolkonna sees (paradigma sees) annab üldiselt oodatavaid, mitte vastuolulisi tulemusi ja on kergemini publitseeritav.

Mulle isiklikult meeldiks, kui teadusartikli retsensendid ei oleks mitte salastatud, vaid nendega saaks vaielda avalikult, kiiresti ja otse. Näiteks nii nagu seda teeb kohus advokaat Perry Mason Erle Stanley Gardeneri kriminaaljuttudes, näidates, kuidas üks ja seesama eksperimentaalne (tõendus)materjal võib „tõestada” täiesti erinevaid lugusid.

Minu/meie usust fotosünteesi mõistmisel

Minu teadustöö on olnud taimede fotosünteesi uurimine. Fotosüntees on kogu elusaine ja ka kogu orgaanilise küttaaine allikas. Ariadne lõngaks, mis aitab uurimistöös kindlat suunda hoida, on lihtne küsimus (aga vastus sellele on keeruline): „Mis määrab taimelehe fotosünteesi kiiruse?”

Meie teaduslikus usus on olulised kaks käsku. Esimene: „Ära tapa (lõhu ega mürgita) seda, mida uurid!” Elu on terviknähtus, mis lakkab olemast, kui sidemed purustada. Usume, et õigete katsetulemuste saamiseks võib elavat lehte mõjutada ainult looduslike tingimuste (küll üsna äärmuslike) muutustega; sealjuures mõõdame lehes toimuvaid muutusi mittedestruktiivselt. Juba see käsk eristab meid üldisest usust bioloogiateaduses, et keerukas objekt tuleb jagada lihtsamateks osadeks ja uurida nende omadusi, sest terviklik organism on liiga keeruline – „ei saa sellest aru” (ei suuda modelleerida). Niisugune loogika on aga niisama hea kui püüda telliskivide omadusi uurides saada ettekujutus maja arhitektuurist.

Teine käsk: „Tee ise!” Oleme teinud ise keeruka ja uude mõtteseadme, mis võimaldab elavat lehte purustamata kiiresti muuta tingimusi taimelhel ning samal ajal mõõta fotosünteesi iseloomustavaid optilisi (fluorestsents, valguse neeldumine) ja gaasivahetuse (süsihappegaasi neeldumine, hapniku eraldumine, vee auramine) näitajaid. See on väga võimekas aparaat, aga jällegi eristab meid kolleegidest see, et kirjeldame ja tõlgendame katseid, mida ainult meie teha saame. Aga üks teaduse põhiprintsiip on, et katse peab olema teiste poolt korratav, muidu keegi sind ei usu.

Teadusest ja muusikast

Oleme oma aparatuuri ka jõudumööda levitanud, kuid vastu ootusi ei ole meie katseid korratud ega edasi arendatud. Põhjus on üsna proosaline: isegi Steinway klaverilt kõlab ikka vaid lastelaul, kui puudub hea pianist. Häid „pillimehi” on koolitanud teaduskollektiivi kauaaegne koostöö džässorkestri põhimõttel: mängijad improviseerivad oma vaba tahte järgi, aga ühises harmoonias. Niimoodi on meil olnud mõnus „koos mängida” juba palju aastaid. (Seda suuresti tänu Eesti teaduse rahastamisele sihtfinantseerimise süsteemi kaudu. Hoidkem seda! Siinkohal tänu lähimatele kolleegidele: Vello Oja, Hillar Eichelmann, Bahtijor Rasulov, Heikko Rämna, Irina Bichele, Evi Padu ja õppetooli professor Arvi Freiberg, kes on jaganud minuga usku.)

Et olla õnnelik, tuleb uskuda; et olla tark, tuleb kahelda. Teaduses ei usu me üksteist, sest igal tubliil teadlasel on (ja peabki olema) oma usk. Kui teadlane kedagi teist uskuma hakkaks, ei oleks ta enam päriselt iseseisev teadlane, vaid kellegi jünger. Niisugune üksteises kahtlemine (uskmatuse) on vajalik stabiliseeriv negatiivne tagasiside teaduses. Liiga kiire ususalgamine destabiliseeriks teaduse, mille tõed hakkaksid liiga kiiresti hüplema. Paraku on ühele teadlasele antud aeg piiratud ja seda on lihtsalt kahju kulutada misjonitööks. Aga mis parata – niisugune ongi teaduse dialektika.