

Mika Kiikeri ja Petri Ylikoski

TIEDE
TUTKIMUSKOHTENA

FILOSOFINEN JOHDATUS
TIETEENTUTKIMUKSEEN

GAUDEAMUS • HELSINKI 2004

Sisällys

1. Mitä on tieteen tutkimus?	9
Monitieteisyys	9
Mitä on tiede?	14
Miksi tutkia tiedettä?	20
Perinteinen tiedenäkemys	21
Normatiivinen ja deskriptiivinen tieteen tutkimuksessa	24
2. Koe, havainto ja tulkinta	28
Teoria ja havainto	28
Havaintoaineisto ja ilmiöt	37
Kokeiden tekeminen tutkimuskohteena	40
3. Historia, rationaalisuus ja naturalismi	53
Tieteenfilosofia toisen maailmansodan jälkeen	53
Thomas Kuhn: tieteellisten vallankumousten rakenne	55
Kuhnin teoriaa vastaan esitettyä kritiikkiä	65
Tieteenhistoria ja rationaaliset menetelmät: Imre Lakatos	69
Tieteenfilosofian naturalistinen käänne	75
4. Tieteelliset kiistat ja rajanveto-ongelma	83
Tieteelliset kiistat tutkimuskohteena	83
Rajanveto-ongelman monet kasvot	88
Sosiologinen näkökulma rajanveto-ongelmaan	96
Tieteellinen rationaalisuus retorisesta näkökulmasta	102

5. Tieteen normit ja palkkiojärjestelmä	110
Robert K. Merton: tieteen eetos	110
Mertonilaisen tieteensosiologian ohjelma	114
Vastanormit, retoriset resurssit ja normien muutos	124
6. Tieteellisen tiedon sosiologia	137
Tiedonsosiologian vahva ohjelma	137
Sosiaalikonstruktivistinen laboratoriotutkimus	148
Konstruktivismiin rajat	157
7. Tieteellinen keksiminen	162
Keksimisen ongelma tieteenfilosofiassa	162
Heuristinen näkökulma keksimiseen	173
Tieteellinen keksiminen sosiologisena ilmiönä	178
8. Tieteen julkinen ymmärrys	186
Tieteen julkinen ymmärtäminen tutkimuskohteena	186
Mitä on popularisointi?	188
Asenteet ja tieteellinen lukutaito	195
Konstruktivistiset tapaustutkimukset	199
9. Realismi ja relativismi	208
Relativismi ja tieteentutkimus	208
Mitä tarkoittaa sosiaalinen konstruktio?	216
Tieteellinen realismi	223
Lisälukemista	233
Kirjallisuus	237
Hakemisto	244

1.

Mitä on tieteen tutkimus?

Monitieteisyys

Tieteen tutkimus on monitieteinen tutkimusalue, jonka kohteena on tiede. Tieteen tutkijalla on useimmiten jostakin ”emätieteestä” peräisin oleva menetelmällinen ja teoreettinen tausta, joka heijastuu hänen tutkimusnäkökulmaansa. Tällaisena taustana voi toimia esimerkiksi filosofia, historia, kirjallisuudentutkimus, kirjastotiede, kognitiotiede, kulttuurintutkimus, naistutkimus, politiikantutkimus, psykologia, sosiaalipsykologia, sosiologia, taloustiede tai viestinnäntutkimus. Perinteisesti tieteen tutkimuksen onkin katsottu koostuvan erilaisista osa-alueista, kuten tieteesosiologia, tieteenpsykologia, tieteenfilosofia ja niin edelleen. Kuitenkaan kaikki tieteen tutkijat eivät suinkaan ole lähtöisin eri yhteiskuntatieteiden erityisalueilta. Merkittävä osa tieteen tutkijoista on taustaltaan luonnontieteilijöitä, jotka ovat alkaneet pohtia ja tutkia omaa toimintaansa ja päätyneet tieteen tutkijoiksi.

Sitä mukaa kuin tieteen tutkimuksesta on muodostunut yhä itsenäisempi tutkimusalue, tieteen tutkijat ovat omaksuneet menetelmällisiä ja teoreettisia vaikutteita useammasta kuin yhdestä perinteisestä emätieteestä. Samalla tutkimusalueen sisällä on syntynyt uusia teoreettisia ja metodologisia ideoita ja välineitä, joita on vuorostaan viety takaisin emätieteisiin. Näin erityisalan kehitys on ollut pitkälti riippumatonta emätieteiden kehityksestä. Tieteen tutkimus ei ole tässä suhteessa mikään erikoistapaus. On hyvin tyypillistä, että jonkin tutkimusalueen teoreettinen käsitteistö ja siinä käytettävät menetelmät eriytyvät ajan kuluessa muista tutkimusalueista.

Tieteentutkimus on siis eräänlainen alun perin eri emätieteistä lähteneiden tutkimussuuntausten muodostama mosaiikki. Tätä kuvaa vahvistaa se, että yksittäiset tieteentutkimuksen osa-alueet saattavat olla sisäiseltä rakenteeltaan varsin hajanaisia. Jos tarkastellaan esimerkkinä vaikkapa tieteesosiologiaa, havaitaan, että perinteinen (amerikkalainen) tieteesosiologia on pitkälti samanlaista kuin 1960-luvun valtavirtasosiologia Yhdysvalloissa. Syy samankaltaisuuteen on ilmeinen. Tieteesosiologian muotoutumisen merkkihahmo Robert K. Merton oli myös yksi keskeisistä sodanjälkeisistä amerikkalaisista sosiologeista, jonka vaikutus näkyy monilla sosiologian osa-alueilla. Toisaalta jos tarkastelemme esimerkiksi niin sanottua tieteellisen tiedon sosiologiaa, on kuva varsin toisenlainen. Tämä 70-luvulla lähinnä Britanniassa liikkeelle lähtenyt tutkimussuunta kehittyi pitkään erillään muusta sosiologiasta. Tämä näkyy esimerkiksi siinä, että sen keskeisistä kehittäjistä suurimmalla osalla ei ollut sosiologitautaa. Myös suhde perinteiseen tieteesosiologiaan on pääasiassa kriittinen. On siis hyvin vaikeaa puhua tieteesosiologiasta yhtenäisenä tutkimusalana. Samaa voidaan sanoa myös muista tieteentutkimuksen osa-alueista.

Erilaisten tieteenalataustojen ja tutkimuskohteen monitahoisuuden vuoksi myös tieteentutkimuksessa käytettävät tutkimusmenetelmät ja -aineistot ovat moninaisia. Tieteentutkija voi käyttää aineistonaan julkaistuja tieteellisiä artikkeleita, julkaisemattomia käsikirjoituksia, tutkimussuunnitelmia, kirjeenvaihtoa ja päiväkirjoja tai hän voi käyttää hyväkseen hallinnollisen toiminnan tuottamia dokumentteja, kuten tilastoja, mietintöjä tai tietokantoja. Myös esineet, kuten tieteelliset välineet tai rakennukset voivat toimia hedelmällisenä tutkimusaineistona. Tutkija voi myös tuottaa tutkimusaineistonsa itse tekemällä haastatteluja, organisoimalla kyselytutkimuksen tai havainnoimalla tieteilijöiden toimintaa esimerkiksi tieteellisissä kokouksissa, laboratorioissa ja työryhmissä. Joskus, vaikkakin harvoin, on jopa mahdollista käyttää kokeellista tutkimusasetelmaa.

Kuten tieteelliset tutkimusmenetelmät yleensäkin, eri menetelmien ja aineistojen käyttö edellyttää aina tiettyjä taustatietoja ja taitoja ja ennen kaikkea harjaannusta. Tästä seuraa, että kukaan ei voi hallita kaikkia menetelmiä. Tutkijat erikoistuvatkin yleensä tiettyihin menetelmiin ja aineistoihin. Erikoistumisella on selkeät etunsa, mutta se ei ole täysin vailla ongelmia. Yksi näistä on se, että menetelmien erilaisuus lisää edelleen tutkimuskentän hajaannusta ja mahdollisesti kommunikaatiovaikeuksia tutkijoiden kesken: erilaisen

teoreettisen taustan lisäksi tutkijoilla on erilaiset menetelmälliset mieltymykset ja lähtökohdat.

Tieteentutkimuksen kysymyksenasettelu on usein ainakin jollakin tavoin vertaileva. Tieteen tekemisen tavassa ja organisaatiossa on usein suuria eroja eri tieteiden välillä. Myös tieteen tekemisen käytännöissä saattaa olla huomattaviakin kulttuurisia ja kansallisia eroja. Mielenkiintoisia eroja voidaan löytää jopa samalla alalla toimivien yksittäisten tutkimusryhmien välillä. Tärkeä ulottuvuus on historiallinen: millä tavoin tieteelliset käytännöt ovat muuttuneet lyhyellä tai pidemmällä aikavälillä. Tätä taustaa vasten yhdeksi tieteentutkimuksen tehtävistä voikin ajatella tieteen moninaisuuden ja muutoksen kartoittamisen.

Puhtaiden menetelmäerojen lisäksi tieteentutkimuksessa on myös huomattavia eroja tutkimuksen kysymyksenasetteluissa ja siinä, mitä tieteen piirteitä tutkimus käsittelee. Tiede on monimutkainen historiallisesti muuttuva kokonaisuus, eikä ole mitään syytä olettaa, että yksi tieteenala tai tutkimussuuntaus voisi kertoa siitä kaiken kiinnostavan. Kysymyksenasettelujen moninaisuus onkin syytä pitää mielessä tutustuttaessa tieteentutkimukseen. Liian usein toisiaan täydentävät näkemykset nähdään toisensa poissulkevinä vaihtoehtoina tai kilpailijoina. Tämä ei toki tarkoita, että tutkimusten kriittisestä arvioinnista tulisi luopua ja hyväksyä kaikenlaiset näkemykset riippumatta niiden puutteista. Tärkeää on avoimin mielin aluksi pohtia, mihin kysymyksiin tietty tutkimussuuntaus pyrkii vastaamaan, ja aloittaa annettujen vastausten ja käytetyn kysymyksenasettelun kriittinen arvointi vasta tämän jälkeen.

Tiedettä ja sen tekemistä voidaan tutkia esimerkiksi sosiaalisena, psykologisena, poliittisena tai laajemmin yhteiskunnallisena, retorisena ja tiedollisena toimintana. Nämä tarkastelukulmat eivät aina käy yksiin olemassa olevien tieteenalarajojen kanssa, joten tieteentutkimuksen tutkimusasetelmia ei kannata luokitella perinteisten tieteenalarajojen mukaisesti. Ongelma on, että eri tieteentutkimuksen osa-alueiden erittelemiseen ei juuri ole muutakaan tapaa. Varsinkin kiinnostavia tutkimuksia luonnehtii tutkimusasetelman luovuus, mikä tekee niiden luokittelun vaikeaksi. Usein kiinnostava tutkimus edellyttää myös useampien aikaisempien näkökulmien yhdistämistä jollakin tavalla.

Mitään yksioikoista tieteentutkimuksen osa-alueiden luokittelua ei siis voida esittää. Asiaa mutkistaa edelleen se, että tieteentutkimuksen alueeseen kuuluu myös tutkimusta, joka ei ole suoranaisesti empiiristä. Nämä tutkimuksen

alueet kuuluvat tieteenfilosofian piiriin. Tieteenfilosofian keskeinen osa on puolestaan *tieteenteoria*, jonka tavoitteena on muodostaa yleistä kuvaa tieteestä ja tieteellisestä tiedosta. Tieteen tutkimuksellinen tieto toimii luontevana perustana tällaiselle kokonaiskuvan muodostamiselle, mutta tietenteoria ei kata koko tieteenfilosofiaa. Tärkeällä sijalla tieteenfilosofiassa on myös *metodologia*, joka nojautuen logiikkaan ja filosofiseen tietoteoriaan (epistemologiaan) pyrkii käsittelemään tieteelliseen tietoon ja sen hankkimiseen liittyviä *normatiivisia* kysymyksiä. Normatiivisessa kysymyksenasettelussa pohditaan sitä, kuinka asioiden pitäisi olla tai minkälainen toiminta on rationaalista. Metodologisen pohdinnan kohteena on siis se, millaiset uskomuksien ja teorioiden muodostamisprosessit ovat tieteessä rationaalisia. Metodologian tutkijaa ei siis ensisijaisesti kiinnosta miten tieteilijät toimivat, vaan se miten tieteilijöiden *tulisi* toimia. Metodologiaa ei tässä teoksessa käsitellä kovin laajasti, mutta kuitenkin tuonnempana havaitaan, tieteenfilosofien normatiivinen kysymyksenasettelu on heijastunut myös heidän deskriptiiviseen tietenteoriaansa. Normatiiviset käsitykset tieteestä ovat vaikuttaneet myös monien muiden tieteen tutkimusten kysymyksenasetteluihin. Myös *tieteen etiikka*, joka tässä katsotaan yhdeksi tieteenfilosofian osa-alueeksi, tarkastelee tieteilijöiden toimintaa normatiivisesti ja arvioi sitä nojautuen eettisiin ja yhteiskuntafilosofisiin näkemyksiin ja teorioihin. Tieteen ja tutkimuksen etiikka on viime vuosina noussut yhä tärkeämmäksi alueeksi, josta ovat kiinnostuneita niin tavalliset kansalaiset, tutkijat kuin ammattifilosofitkin. Samoin kuin metodologia, jää tieteen etiikan filosofinen tarkastelu tämän teoksen ulkopuolelle. (Ks. Karjalainen ym. 2002.)

Tieteen tutkimuksen kenttä on varsin hajanainen, mutta eri oppiaineiden edustamat näkökulmat ovat alkaneet jonkin verran lähestyä toisiaan – ainakin niiden vuoropuhelun on lisääntynyt. Olisiko mahdollista, että tämän vuorovaikutuksen lisääntymisen vaikutuksena olisi myös sellainen ideoiden läheneminen, jonka tuloksena voisi syntyä jonkinlainen yleinen teoria tieteestä? Tämä näyttää vaikealta, sillä yleisenä kehityssuuntana on ollut siirtyminen tutkimaan yhä rajatumpia tieteen muotoja tai ulottuvuuksia. Mitä enemmän tiedettä tutkitaan, sitä moninaisemmaksi se osoittautuu ja tällöin yleisen teorian muodostaminen on yhä vaikeampaa. Yleisyyden hinta olisi teorian hedelemätön abstraktius. Onkin tyydyttävä vaatimattomampaan tavoitteeseen ja pyrittävä muodostamaan kokonaiskuvaa tieteen ja sen tutkimuksen muodostamasta mosaiikista. Näkökulmien läheneminen saattaa kuitenkin johtaa

sihen, että erilaisissa tieteeseen liittyvissä erityisongelmissa – kuten tieteellinen keksiminen tai tieteellisten kokeiden luonne – päädytään melko yhtenäiseen näkemykseen.

Tieteentutkimusta kutsutaan usein englanninkielisissä maissa nimellä *Science and Technology Studies*. Samoin kuin tieteellä ja teknologialla myösnäiden tutkimuksella on hyvin läheiset suhteet. Tämä läheisyys ilmenee kahdella tavalla. Ensiksikin tiedettä ja teknologiaa on usein vaikea erottaa toisistaan tutkimuskohteena. Tämä vaikeus on sitä suurempi mitä lähemmäs nykyhetkeä tarkastelu kohdistuu. Monista tutkimuksista on vaikea sanoa ovatko ne tieteen- vai teknologiantutkimusta, sillä ne ovat molempia. Toiseksi molempien kohteiden tutkimuksessa on käytetty usein samanlaisia menetelmiä ja teorioita. Tämä on omiaan luomaan jonkinlaista yhtenäisyyttä tieteen- ja teknologiantutkimuksen kentälle. Tässä teoksessa pysytellään pääasiassa tämän kentän tieteenpuoleisella laidalla. Yhteys teknologian tutkimukseen on kuitenkin hyvä pitää mielessä. (Ks. Lemola 2000.)

Monitieteisyys tuottaa vaikeuksia myös tieteentutkimuksen opetukselle. Jos haluttaisiin antaa todella kattava kuva koko tieteentutkimuksesta, tulisi tieteentutkimuksen johdantoteoksen sisältää myös sen kaikkien osatieteiden perusteet. Tämä on käytännössä yksittäisen teoksen rajoissa mahdotonta ja lisäksi turhaa, sillä kunkin emätieteen oma opetus on paras tapa tutustua tämän tieteenalan teorioihin, menetelmiin ja kysymyksenasetteluihin. Niinpä tässä teoksessa keskitytään sellaisiin erityiskysymyksiin, jotka nousevat esiin juuri tiedettä tutkittaessa ja jotka ovat yhteisiä eri tieteentutkimuksen osa-alueille. Monet näistä kysymyksistä ovat luonteeltaan filosofisia, ja siksi tämän kirjan painotus on varsin filosofinen – voitaisiin puhua *tieteentutkimuksen filosofias-ta*. Tähän asetelmaan ei sisälly ajatusta, että muut tieteentutkimuksen osa-alueet olisivat jollakin tavoin alisteisia filosofialle tai vähemmän arvokkaita. Tieteenfilosofia vain tarjoaa luontevia välineitä käsitellä joitakin tieteentutkimuksen keskeisiä teemoja ja vertailla eri lähestymistapojen välisiä eroja.

Teoksen tavoitteena on antaa valmiudet ymmärtää ja seurata tieteentutkimuksellista keskustelua. Teoksessa tutustutaan joihinkin tieteentutkimuksen kysymyksenasetteluille olennaisiin teemoihin, mutta monia tieteentutkimuksen osa-alueita tai niiden historian vaiheita on jouduttu rajaamaan käsittelyn ulkopuolelle. Teosta ei siis tule lukea tyhjentävänä kuvauksena tieteentutkimuksen kentästä.

Tarkastelun painopiste on siinä, kuinka tieteen tutkija tutkimuskysymyksensä asettaa, ei niinkään siinä, millaisia vastauksia hän antaa. Ensisijaisesti ei käsitellä sitä, mitä tiede on, vaan sitä, kuinka tiedettä voidaan tutkia. Vaikka teos tuo esille monenlaisia seikkoja tieteestä ja sen luonteesta, se ei pyri valmiiseen tai kattavaan kuvaukseen tieteestä.

Mitä on tiede?

Tieteen tutkimuksen tehtävä on tutkia tiedettä tieteellisesti. Ongelmana tässä luonnehdinnassa on se, että siinä tieteen käsite esiintyy kahdesti. Jos ei tiedä, mihin käsite viittaa, ei luonnehdinta juuri auta eteenpäin. Mitä siis on tiede? Määritelmän antaminen tieteelle on hyvin vaikeaa, jos vaadimme, että määritelmän tulisi antaa sekä välttämättömät että riittävät ehdot sille, että jokin toiminta on tiedettä. Tarkastellaan tämän havainnollistamiseksi Ilkka Niiniluodon teoksessa *Johdatus tieteenfilosofiaan* antamaa luonnehdintaa tieteestä:

Tieteellä tarkoitetaan toisaalta luontoa, ihmistä ja yhteiskuntaa koskevien tietojen systemaattista kokonaisuutta (tieteellisen tutkimuksen tulokset) ja toisaalta tällaisten tietojen tarkoituksellista ja järjestelmällistä tavoittelua (tieteellinen tutkimusprosessi). (Niiniluoto 1980, 13.)

Tämä luonnehdinta on varmasti parempi kuin monet muut yhden lauseen kuvaukset tieteestä. Mutta, kuten Niiniluoto itsekin toteaa, sitä ei oikein voi käyttää tieteen määritelmänä.

Ensiksikin määritelmä on liian tiukka: aikaisempien tieteellisten tulosten kumoaminen kuuluu tärkeänä osana tieteeseen, mutta se jää määritelmäehdotuksen ulkopuolelle. Toisaalta määritelmä on liian väljä: se ei kykene erottamaan tiedettä epätieteestä tai ei-tieteellisestä toiminnasta. Tällaisen määritelmän mukaan esimerkiksi verotarkastus näyttäisi sopivan melko hyvin yhteiskuntatieteeksi. Kolmanneksi ehdotettu määritelmä näyttää epämääräiseltä. Kenen päämääristä määritelmä puhuu? Yksittäisten tutkijoiden, ”tiedeyhteisön” vai tutkimuksen rahoittajien? Ja mitä oikeastaan tarkoittavat käsitteet systemaattisuus ja järjestelmällisyys? Neljänneksi, määritelmä on mahdollisesti kehämäinen: voimmeko määritellä tiedon käsitteen riippumatta tieteen käsitteestä?

Samankaltaiset ongelmat vaivaavat kaikkia yrityksiä määritellä tiedettä joidenkin sille oletettujen olennaisten piirteiden avulla. Määritelmä joko sulkee jotain tärkeää ulkopuolelle tai sitten se on liian vapaamielinen laskiessaan mukaan selvästi ei-tieteellisiä asioita. Tavallisesti tieteen määritelmäryitykset epäonnistuvat näillä molemmilla tavoilla samanaikaisesti.

Niiniluoto toteaa, että tieteenfilosofian oppikirjaa ei voida aloittaa tieteen määritelmällä. Saman voi todeta tieteen tutkimuksen oppikirjasta. Yleinen määritelmä, joka kertoisi kaikkien tieteeksi kutsuttujen toimintojen yhteisen olemuksen, ei voi olla tieteen tutkimuksen lähtökohta. Pikemminkin on niin, että erilaiset tieteen määritelmät ovat yksi kiinnostava tieteen tutkimuksen *tutkimuskohde*. Määritelmät ovat tapa pitää yllä ja muuttaa sosiaalista järjestystä. Tutkimalla määritelmien sisältöä ja niiden käyttäjien tarkoituksia voimme saada kiinnostavan näkökulman tuolloin vallinneeseen historialliseen tilanteeseen. Eri aikoina ja eri yhteyksissä tiedettä on määritelty eri tavoin.

Yksi syy tieteen määrittelemisen vaikeuteen liittyy siihen, että eri yhteyksissä käytämme tieteen käsitettä eri tavoin. Voimme esimerkiksi tarkastella tiedettä *historiallisena yksilönä* (länsimainen tiede) tai *yleisenä kategoriana* (tiede systemaattisena tiedonhankintana). Ensimmäisessä merkityksessä ”tiede” toimii erisnimenä: se nimeää tietyn historiallisesti ainutkertaisen instituution tai tradition. Toisessa merkityksessä tiedettä on kaikki toiminta, joka täyttää tietyn yleisen kuvauksen vaatimukset tai on riittävän samankaltaista joidenkin malliesimerkkien kanssa. Tällöin ”tiede” toimii yleisnimenä.

Näiden kahden käsitteen käyttötavan ero tulee esiin kun pohdimme, oliko muinaisilla kiinalaisilla tiedettä. Jos puhumme tieteestä ensimmäisessä merkityksessä, muinaisilla kiinalaisilla oli tiedettä ainoastaan, jos heillä oli historiallisia yhteyksiä eurooppalaiseen tieteeseen. Tällöin käytämme käsitettä ”tiede” samalla tavalla kuin esimerkiksi käsitettä ”kristinusko”. Ajattelemme, että yhteys tiettyihin tapahtumiin ja henkilöihin on olennainen – käsitettä ei voi käyttää ilman tällaista historiallisista yhteyttä. Toisessa merkityksessä taas kiinalaisilla oli tiedettä mikäli heillä oli systemaattista tiedonhankintaa, joka riittävästi muistuttaa malliesimerkkejämme tieteestä. Tällöin ei ole merkitystä sillä, oliko kiinalaisten ja eurooppalaisten välillä historiallisia vaikutusyhteyksiä. Olennaista on riittävä samankaltaisuus, ei historiallinen kytkös.

Toinen hämminkiä tuottava seikka on se, että eri kielissä tiedettä tarkoittavilla sanoilla on hieman erilaiset merkitykset. Esimerkiksi englannin sanaa

science käytetään tavallisesti huomattavasti suppeammassa merkityksessä kuin suomen sanaa *tiede* tai saksan sanaa *Wissenschaft*. *Science* viittaa pääasiassa fyysiikan ja kemian kaltaisiin luonnontieteisiin. Sen alaan eivät kuulu esimerkiksi historia, oikeustiede, lääketiede tai yhteiskuntatieteet, jotka kuitenkin kuuluvat luontevasti suomen käsitteen ”tiede” alaan. Tieteen käsitteen sovellusala siis vaihtelee sekä kielialueittain että ajallisesti.

Kolmas sekaannusta tuottava seikka on se, että käsitteellä *tiede* voimme viitata asiayhteyden mukaan joko tietoon, tiedon hankkimisen menetelmiin tai sosiaalisiin muodostumiin, jotka hankkivat ja ylläpitävät tietoa. Voimme erotella ainakin kuusi selkeästi erillistä merkitystä:

- 1) tieteen jo saavuttamat tulokset (mitä tällä hetkellä pidetään totena tietona)
- 2) tieteen ideaaliset, sen tulevaisuudessa saavuttamat, tulokset (ns. lopullinen totuus)
- 3) menetelmät, joita tieteessä tosiasiallisesti käytetään
- 4) menetelmät, joita tieteessä pitäisi käyttää
- 5) kaikkien tutkijoiden yhteisö (ns. tiedeyhteisö)
- 6) instituutiot, joissa tiedettä harjoitetaan (esim. yliopistot)

Nämä kuusi asiaa selvästi kytkeytyvät läheisesti toisiinsa. Yhden määrittelemisen edellyttää viittaamista ainakin johonkin muuhun ryhmän jäseneseen. Määrittelme siis näitä käsitteitä toistensa avulla. Useimmiten käytännön kielenkäyttötilanteissa tiedämme, missä merkityksessä käytämme sanaa ”tiede”, mutta annettaessa yleistä määritelmää on vaikea sanoa mihin määritelmällä halutaan ensisijaisesti viitata.

Välttämättömien ja riittävien ehtojen antaminen jollekin asialle ei kuitenkaan ole ainoa tapa antaa määritelmää tai luonnehdintaa tuosta asiasta. Voimme määritellä asioita myös esimerkkien avulla. Useat keskeiset käsitteemme ovat niin sanottuja perheyhtäläisyyskäsitteitä. Käsitteen alaan kuuluvilla asioilla ei ole yhteistä olemusta, mutta kaikkia tuohon kategoriaan kuuluvia olioita yhdistää tietty samankaltaisuuksien jatkumo. Filosofin Ludwig Wittgensteinin malliesimerkki tällaisesta käsitteestä on pelin käsite. Lentopallo, tennis, monopoli, šakki ja pasianssi ovat kaikki pelejä, mutta niillä ei ole yhteistä olemusta. Lentopallo ja pasianssi eivät juuri muistuta toisiaan, mutta on olemassa jatkumo pelejä lentopallosta pasianssiin, siten että jokainen jatkumon jäsen on selkeästi naapurinsa kaltainen.

Tieteen käsite toimii juuri tällä tavoin. Eri asiat, joita kutsumme tieteeiksi, kytkeytyvät toisiinsa tällaisten samankaltaisuusketjujen kautta. Nykyisen tiedekäsitteemme ytimessä ovat tietyt kiistattomat esimerkit (*prototyypit*) tietees-
tä. Esimerkiksi 1900-luvun fysiikka ja kemia ovat varmasti kaikkien mielestä tiedettä. Ne kuuluvat sekä käsitteiden ”science” että ”tiede” ytimeen. Ero suomen ja englannin sanojen välillä on siinä, kuinka pitkiä samankaltaisuusketjuja hyväksytään ja millaiselle samankaltaisuudelle nämä ketjut rakentuvat. Voisimme puhua käsitteen ”tiede” merkityksen laajennusperiaatteista. Näitä laajennusperiaatteita käytetään eri kielissä ja käyttöyhteyksissä hieman eri tavoin.

Yksi laajennusperiaate on historiallinen jatkuvuus. Nykyisten tieteellisten teorioiden edeltäjien katsotaan myöskin kuuluvan tieteeseen. Emme välttämättä enää usko noiden teorioiden väitteisiin, mutta ajattelemme, että ne olivat oman aikansa tiedettä. Siitä, kuinka pitkälle tällaista historiallista jatkuvuutta voidaan seurata, on erilaisia kantoja. Isaac Newtonin fysiikkaa pidetään tieteenä – toisin kuin joitakin Newtonin itsensä tärkeinä pitämiä tiedollisia pyrkimyksiä, kuten hänen alkemiaansa. Mutta entä Newtonia edeltävät fysiikaalisia prosesseja koskevat opit? Onko Aristoteleen fysiikka tiedettä vai ei? Tästä kysymyksestä oppineilla on useita eri tavoin perusteltuja kantoja. Eri mielisyyden taustalla ovat erilaiset tieteen käsitteen laajennusperiaatteet.

Halutessamme voimme ottaa käyttöön esimerkiksi esitieteen käsitteen, ja näin luoda asteittaisen tieteellisyuden ajatuksen. Tästä voi olla joskus hyötyä, mutta esitieteen käsite toimii periaatteessa samalla tavalla, joten on odotettavissa ainakin joitakin kiistoja myös tämän käsitteen soveltamisesta. Kuinka vapaamielisesti käytämme tätä käsitettä ja millä perusteella? Esitieteen käsitettä voidaan myös kritisoida siitä, että se saattaa antaa historiasta harhaanjohtavan päämäärähakuisen kuvan: nykyinen tiede ikään kuin vain odotti väistämätöntä syntymistään. Tällainen lähestymistapa on omiaan tuottamaan historiallista väärinymmärrystä. Ei esimerkiksi ole itsestään selvää, että Aristoteles yritti luoda jotakin nykyfysiikan kaltaista.

Toinen tieteen käsitteen laajennusperiaate on samankaltaisuus. Näyttää siltä, että suomen sanan ”tiede” soveltamisessa painotetaan eri kriteereitä kuin englannin sanan ”science” käytössä. Ajatellaanpa vaikkapa keskustelua yhteiskuntatieteiden tieteellisyydestä. Englanninkieliset kirjoittajat yleensä kiinnittävät huomion siihen, millaisia yhteiskuntatieteiden tiedolliset tuotokset ovat. Muisuttavatko ne fysikaalisten tieteiden tuloksia? Tarjoavatko yhteiskuntatieteet

laajoja teoreettisia yleistyksiä? Kuinka paljon yhteiskuntatieteet käyttävät matematiikkaa? Tehdäänkö yhteiskuntatieteissä kontrolloituja kokeita? Suomen kielen käsitteistössä kriteerit ovat erilaisia, painopiste on enemmän tutkimuksen organisaatiossa ja asenteessa kuin sen tuloksissa. Esimerkiksi sosiologia on tiedettä, koska sitä tehdään yliopistoissa ja koska sosiologit asennoituvat tutkimuskohteeseensa tieteellisesti (esitetyt väitteet pyritään viime kädessä perustelemaan empiirisesti, saadut tulokset alistetaan kriittiselle keskustelulle ja niin edelleen). Fysiikkojen ja sosiologien työn tuloksissa ilmenevien erojen katsotaan juontuvan tutkimuskohteiden luonteesta, tutkimuksen päämääristä ja tieteenalan historiallisesta kehitysvaiheesta. Koska käsitteet toimivat näin eri tavoin, ei ole ihme, että eri kieliä puhuvat yhteiskuntatieteen filosofit saattavat vastata kysymykseen yhteiskuntatieteiden tieteellisyydestä keskenään hyvinkin eri tavoin.

Historian kuluessa sekä keskeiset prototyypit tieteestä että käytetyt samankaltaisuuden periaatteet ovat muuttuneet. Tieteen käsite on erilainen 1600-luvulla, 1800-luvun alussa ja 2000-luvun alussa. Ei myöskään ole mitään syytä epäillä, etteikö tieteen käsitteemme tulisi vastaisuudessaakin hiljalleen muuttumaan. Viime vuosisadalla fysiikka tarjosi malliesimerkin siitä, mitä tiede voi saavuttaa ja millaista tieteellinen tieto on muodoltaan. 2000-luvun alkaessa eri biotieteet ovat saaneet yhä keskeisemmän sijan uuden tiedon tuottajana ja mielenkiintomme kohteena. Ja koska näiden tieteiden tuottama tieto poikkeaa joissakin olennaisissa suhteissa fysiikan tuottamasta, on odotettavissa, että myös keskeiset esimerkkimme tieteestä tulevat edelleen muuttumaan.

Edellä sanotulla on se seuraus, että tieteen tutkimuksessa kaikkea tiedettä koskevien yleistysten tekeminen on hyvin vaikeaa ellei mahdotonta. Tieteen tekeminen ja sen sosiaalinen organisaatio vaihtelevat eri tieteenalojen, kansallisten ja kulttuuristen perinteiden ja aikakausien välillä. Toinen seuraus on, että tieteen rajaaminen erilleen muista inhimillisistä toiminnoista ei ole aina niin helppoa kuin tutkija toivoisi. Ajatellaanpa kysymystä, kuinka paljon rahaa Suomessa tai koko maailmassa käytetään tieteelliseen tutkimukseen. Tarkan vastauksen esittäminen on hankalaa, sillä tiedettä tekeviä ja rahoittavia tahoja on paljon ja tieteellinen tutkimus kytkeytyy opetukseen, tuotekehitykseen ja hallintoon tavoilla, joita on vaikea eritellä. Tämä lisäksi asiaan liittyy käsitteellisiä ongelmia. Tutkimuksen luokittelussa käytetään usein OECD:n käsitteitä:

- 1) *perustutkimus* – omaperäistä uuden tieteellisen tiedon etsintää ilman ensisijaista pyrkimystä nimenomaisiin käytännöllisiin tavoitteisiin tai sovelluksiin,
- 2) *soveltava tutkimus* – tiettyyn käytännön tavoitteeseen tai sovellukseen tähtäävää ja perustutkimuksen tuloksille rakentuvaa omaperäistä tiedon etsintää,
- 3) *kehitystyö* – toimintaa, jonka päämääränä on tutkimustulosten avulla saavuttaa uusia ja parannettuja tuotteita, tuotantovälineitä tai -menetelmiä ja palveluja.

Ensi katsomalla nämä käsitteet vaikuttavat luonteelta. Onhan perusteltua erottaa esimerkiksi matkapuhelimen kuorien suunnittelu varsinaisesta tieteellisestä tutkimuksesta. Pystymme myös kuvittelemaan edustavia malliesimerkkejä, jotka yksiselitteisesti kuuluvat johonkin näistä kategorioista. Käytännössä tilanne on kuitenkin toinen. Luonnehdinnat ovat sen verran abstrakteja, että niiden käytännön soveltamisessa tulee varmasti ongelmia. Määritelmät puhuvat tutkimuksen päämääristä, mutta kenen päämääristä on kysymys? Rahoittajan, tutkijan vai sen organisaation, jossa tutkimus tapahtuu? Edelleen, eikö ole mahdollista, että sama tutkimus kuuluu useampaan kuin yhteen kategoriaan? Joskus esimerkiksi yrityksissä joudutaan tekemään uutta luovaa tieteellistä tutkimusta, joka täyttää kaikki perustutkimuksen tuntomerkit mutta jonka viimekätinen motivaatio on vain ja ainoastaan tuotekehitys. Lisäksi eri maissa käytetyissä käsitteissä saattaa olla huomattaviakin eroja, joten tilastojen vertailu ei ole kovin suoraviivaista. Tästä ei tietenkään seuraa, että tällaisen luokittelun käyttö olisi kokonaan vailla mieltä. Sen avulla saadaan kuitenkin jonkinlainen, vaikkakin karkea kuva rahoituksen jakautumisesta.

Mikä sitten olisi oikea tieteen määritelmä? Nähdäksemme mitään yleistä vastausta ei voi esittää. Usein käytettävän käsitteen laajuus riippuu asiayhteydestä. Eri tilanteissa erilainen käsite on käyttökelpoinen. Keskeistä ei ole yksittäisen käsitteen määritelmä, vaan kokonaisen käsitteiverkon erottelukyky. Olennaista ei siis ole se, mitä tieteen käsitettä käytetään. Tärkeää sen sijaan on se, että käsitteen käyttäjä itse (ja hänen yleisönsä) tietää, missä merkityksessä hän käsitettä kulloinkin käyttää.

Miksi tutkia tiedettä?

Kun pohdimme, miksi tiedettä pitäisi tutkia, voimme erotella kahdenlaisia perusteluja. Ensimmäiset perustelut painottavat, että tiede, ja inhimillinen tietäminen ylipäänsä, ovat jo itsessään kiinnostavia ja tärkeitä tutkimuskohteita. Filosofille ja ihmistieteilijälle tieteen historian ja toimintamekanismien selvittäminen on jo sinänsä kiinnostava kysymys. Haasteen painoarvoa lisää se, että yrityksistä huolimatta huomattava osa tieteeseen liittyvistä kysymyksistä on vielä vailla tyydyttävää vastausta. Haastetta vahvistaa edelleen se, että tutkiessaan tiedettä tutkijat tutkivat tavallaan myös itseään – tieteentutkimus on osa pohdintaa, joka kohdistuu tieteen rajoihin ja mahdollisuuksiin. Monet tieteentutkijat painottavatkin, että tieteentutkimus on tärkeää ihmistieteellistä perustutkimusta, jonka olemassaoloa ei pitäisi sitoa sen käytännöllisiin sovelluksiin.

Toinen perustelujen joukko kytkeytyy tieteentutkimuksen käytännölliseen yhteiskunnalliseen merkitykseen. Voidaan lähteä liikkeelle siitä, että tieteen ja teknologian tuloksista on tullut yhä tärkeämpi osa ihmisten arkielämää. Samoin erilaiset asiantuntijat ovat suoraan tai välillisesti suuria vaikuttajia jokapäiväiseen elämäämme vaikuttavassa päätöksenteossa. Tämän vuoksi kansalaisyhteiskunnan jäsenet tarvitsevat välineitä ymmärtää, käsitteellistää ja kriittisesti arvioida tiedettä, sen tuloksia ja edustajia. Kansalaiset kohtaavat yhä useammin esimerkiksi seuraavanlaisia kysymyksiä: Kehen kiistelevistä asiantuntijoista luottaa? Mitä seurauksia on tietyn teknologian omaksumisella? Kuinka vakavasti tulisi ottaa tietyn tutkimusraportin tulokset? Yksi tieteentutkimuksen tehtävistä on auttaa luomaan ja hiomaan käsitteellisiä apuvälineitä tällaisten kysymysten tarkastelemiseen.

Myös poliittisessa päätöksenteossa tarvitaan tieteentutkimuksen tarjoamaa tietoa. Huomattava osa tieteen rahoituksesta tapahtuu julkisin varoin, joten ei ole yhdentekevää, kuinka näitä rajallisia resursseja käytetään. Tiedepoliittisten päätösten ja ohjelmien järkipäiväinen suunnittelu, seuranta ja arviointi edellyttävät tutkimustietoa ja ymmärrystä tutkimusjärjestelmästä ja sen toimintamekanismeista. Samaa edellyttää myös realististen odotusten muodostaminen siitä, mihin kysymyksiin tieteen avulla voidaan saada vastaus ja millä aikataululla. Myös yritykset ja muut yhteisöt kohtaavat vastaavankaltaisia haasteita omassa tutkimustoimintaa koskevassa päätöksenteossään. Tieteentutkimuksella on tärkeä rooli tällaisen tiedon tuottamisessa.

Tieteellinen tieto ja sen soveltaminen tuottavat myös yhä enemmän erilaisia eettisiä ongelmia. Näiden ongelmien ymmärtäminen ja ratkaiseminen edellyttävät ymmärrystä tutkimustyön luonteesta ja erilaisten mahdollisten ratkaisumallien käytännön seurauksista. Myös tässä on tieteentutkimukselle tärkeä yhteiskunnallinen tehtävä.

Vaikka tutkija tuskin tarvitsee tieteentutkijaa tai -filosofia kertomaan itselleen, kuinka tutkimusta tehdään, on tiedeyhteisölläkin paljon käyttöä tieteentutkimuksen tuottamalle tiedolle. Ensimmäinen näistä liittyy tieteelliseen koulutukseen. Tutkijankoulutuksen tulee varsinaisten tutkimustaitojen lisäksi tarjota tuleville tutkijoille ymmärrystä laajemman tutkimusjärjestelmän luonteesta ja tavoitteista, tieteen yhteiskunnallisesta roolista ja tutkimustyöhön mahdollisesti liittyvistä eettisistä ongelmista. Tieteentutkimuksella voi olla keskeinen rooli tämän ymmärryksen välittämisessä.

Toinen tärkeä rooli liittyy tieteellisen tiedon levittämiseen ja popularisointiin. Tieteen tulevaisuuden näkökulmasta ei ole yhdentekevää, millaisia käsityksiä niin sanotulla suurella yleisöllä ja muilla maallikoilla on tieteestä. Esimerkiksi sokea luottamus tieteeseen saattaa kääntyä vastoinkäymisten ja pettymysten kautta tiedevastaisuudeksi. Tieteen pitkän aikavälin tarkoituksiin sopisi parhaiten se, että yleisöllä olisi realistinen mutta positiivinen käsitys tieteestä ja sen mahdollisuuksista. Mutta kuinka päästä tällaiseen tilanteeseen? Maallikot näyttäisivät tarvitsevan lisää tietoa tieteestä ja tutkijat lisää tietoa yleisöstä ja julkisuudesta. Tässäkin yhteydessä tieteentutkimus on hyödyllistä.

Perinteinen tiedenäkemys

Pyrkiessämme ymmärtämään tieteentutkimuksen ja -filosofian historiallista kehitystä ja kysymyksenasetteluja, keskeiselle sijalle nousee hankalasti määriteltävä näkemys, jota voimme kutsua *perinteiseksi tiedenäkemykseksi* (tai arkinäkemykseksi, annetuksi tai positivistiseksi tiedenäkemykseksi). Tällä tiedenäkemyksellä on ja on ollut monia erilaisia, osin yhteensopimattomia, ilmenemismuotoja. Sen väitetään usein löytyvän muun muassa niin sanotun kadunmiehen ajattelusta, tieteen popularisoinnista sekä aikaisempien tieteentutkijoiden ja -filosofien näkemyksistä.

Tämän näkemyksen merkitys ei niinkään ole sen täsmällisessä sisällössä, vaan sen roolissa tieteen tutkimuksen tutkimuskysymysten muodostumisessa. Huomattava osa tieteen tutkimusta ja sen ympärillä käytävää keskustelua on organisoitunut ”perinteisen tiedenäkömyksen” korjaamisen, hylkäämisen tai puolustamisen ympärille. Tästä syystä on hyvä katsoa mitä se pitää sisällään.

”Perinteisen tiedenäkömyksen” mukaan tiedettä luonnehtii:

Objektiivisuus

tiedon yleispätevyys, kontekstiriippumattomuus
tieto ei ole henkilösidonnaista
väitteen sisältö, ei esittäjä, ratkaisee sen hyväksyttävyyden
tutkimus on tosiasioiden löytämistä
viime kädessä havainto ratkaisee teorian statuksen

Rationaalisuus

tieteen menestyksen takaa tieteen menetelmä
on olemassa selkeä ero arkiajattelun ja tieteellisen ajattelun välillä
tieteen kieli eroaa edukseen arkikielestä
tieteilijät ajattelevat loogisesti
tieteellinen keksiminen on mystinen prosessi, mutta oikeuttaminen ei

Intellektuaalisuus

tieteilijät eroavat muista älyllisessä kapasiteetissaan
monet edistysaskeleet ovat nerojen aikaansaannoksia
tieteellinen tieto on muodoltaan propositionaalista
sosiaaliset seikat ovat tieteelle ulkoisia

Asetelma ”perinteisen tiedenäkömyksen” kritiikissä ei ole se, että tämä käsitys tieteestä olisi täysin väärä. Pikemminkin kyse on siitä, että näkemys sisältää väärinkäsityksiä, harhaanjohtavia yksinkertaistuksia ja puolitotuksia. Samoin monet tieteen luonnehtimisessa käytetty käsitteet, kuten rationaalisuus tai objektiivisuus ovat merkitykseltään epämääräisiä tai monimielisiä. Tutkimuksen tehtävänä on selvittää mitä voimme ”perinteisestä tiedenäkömyksestä” säilyttää ja mitä osia joudumme tulkitsemaan uudelleen. Tämän prosessin kuluessa on tärkeää pitää mielessä, että *tiedekäsityksen kritiikki on eri asia kuin tieteen kritiikki*. Joskus nämä asiat kulkevat käsi kädessä, mutta ne ovat selvästi eri asioita. Jälkimmäinen ei seuraa automaattisesti edellisestä.

Miksi meillä on syytä epäillä, että ”perinteinen tiedenäkemys” ei anna täysin oikeaa kuvaa tieteestä? Syyt tulevat esille kun pohdimme, mihin tämä näkemys tieteestä perustuu. Tämän näkemyksen lähteitä ovat esimerkiksi:

- tieteelliset oppikirjat (*textbooks*)
- tieteilijöiden esiintyminen julkisuudessa
- tieteilijöiden muistelmat; elämäkerrat
- tieteen tuotokset (artikkelit, kirjat, sovellukset)
- populaarikulttuuri

Miksi nämä sitten ovat ongelmallisia tai yksipuolisia tiedon lähteitä tieteestä? Ongelmallisuus syntyy siitä, että näiden lähteiden kuvaukset tieteestä eivät useinkaan perustu tutkimukselliseen tietoon ja niiden alkuperäinen tarkoitus on jokin muu kuin kokonaisvaltaisen ja perustellun tiedenäkemysten muodostaminen. Tämä käy helpoiten ilmi, kun käymme lyhyesti läpi tapoja, joilla nämä lähteet saattavat ei-aiotusti tuottaa vääriä käsityksiä tieteestä.

Lähtekäämme liikkeelle tieteellisistä oppikirjoista. Oppikirjojen ongelmat liittyvät niissä annettuun kuvaan tieteenalan historiasta: monet tieteenhistorioitsijat ovat huomauttaneet, että oppikirjojen antama kuva tieteenalojen kehityksestä oikoo tieteen kehityksessä esiintyviä mutkia, dramatisoi liikaa ja tulkitsee aikaisempia näkemyksiä liiaksi nykynäkemyksen valossa. Tämä ei tarkoita, että oppikirjat epäonnistuisivat jollakin tavoin omassa tehtävässään eli ymmärryksen välittämisessä nykyisistä käsityksistä ja teorioista. Kysymys on vain siitä, että ne eivät ole luotettavia kuvauksia tieteenalan historiasta eikä niitä edes ole suunniteltu sellaisiksi. Historiallisen materiaalin käsittely on niissä alisteista tieteenalan nykyisen oppisisällön mahdollisimman tehokkaalle välittämiselle. Oppikirjat eivät ole tieteenhistoriaa, vaan sen aineistoa.

Sama pätee myös tieteilijöiden julkisiin esiintymisiin: ensisijainen tehtävä ei niissäkään ole luoda kuvaa tieteen tekemisen todellisuudesta. Tutkijan tavoitteena voi olla toimia asiantuntijana, tehdä tuloksiaan ja nimeään tunnetuksi tai hankkia tukea tai resursseja tutkimukselleen. Ja aivan kuten kuka tahansa, hän valitsee sanansa ja välittämänsä informaation tavalla, joka palvelee hänen kulloistakin päämääräänsä. Näin lopputulos saattaa olla hyvinkin epäedustava kuva tutkimuksen todellisuudesta tai eri tieteidensä kirjosta. Ja vaikka tietoinen harhaanjohtaminen ei varmastikaan ole hänen päämääränsä, voi hänen toimintansa edesauttaa erilaisten harhakäsitysten elämistä yleisön mielissä.

Entä sitten tieteilijöiden omat muistelmat ja heistä kertovat elämäkerrat? Vaikka osa tieteilijöiden elämäkerroista on pätevää ja ammattitaitoista tieteen-tutkimusta, voi lähdeaineiston yksipuolisuudesta olla haittaa. Jos keskitymme vain yksittäisiin (yleensä niin sanottuihin suuriin) tieteilijöihin, saattaa tiede-näkemyksemme muodostua liian yksilökeskeiseksi. Vaikka välttäisimme eri-laiset nerokultit, voi meiltä silti jäädä huomaamatta olennaisia rakenteellisia ja pidempikestoisia piirteitä tieteessä. Ja kuten kaikki historioitsijat tietävät, tu-lee muistelmiin suhtautua kriittisesti informaation lähteinä. Muistelmien kir-joittajan ensisijainen tavoite on luoda jälkipolville tietty kuva itsestään ja ta-pahtumista, joihin hän osallistui, ja tämä päämäärä saattaa johtaa hyvinkin valikoivaan ja vahvasti tulkittuun kuvaan tapahtumain kulusta. Muistelmat ovat myös jälkikäteisrekonstruktioita, joissa aikaisemmat tapahtumat kerro-taan myöhempien tapahtumien valossa joskus pitkänkin ajan kuluttua. Tämä tuottaa ongelmia, kun esimerkiksi tutkimme tieteellistä keksimistä: tieteilijän 20 vuotta myöhemmin kertomaa anekdoottia keksimisprosessistaan voi tus-kin pitää kovin luotettavana kuvauksena tapahtumien todellisesta kulusta.

Tieteen keskeinen sisältö esitetään tieteellisissä artikkeleissa, joten on tärkeää pohtia, mitä ongelmia niihin voi liittyä. Jos muodostamme käsityksemme tie-teellisestä tutkimusprosessista nojautumalla julkaistuihin tutkimusraportteihin, emme saa siitä totuudenmukaista kuvaa. Tieteellisen artikkelin tarkoitus on esit-tää tutkimuksen tulokset ja näitä tuloksia tukeva todistusaineisto. Tämän vuoksi useimmat artikkelit antavat harhaanjohtavan suoraviivaisen kuvan tutkimuspro-cessin kulusta. Tutkimuksen harhapolut ja tutkijan kohtaamat umpikujat jäävät ulkopuolelle, samoin kuin varsinaisen tieteellisen keksimisprosessin monet olen-naiset elementit. Pelkkä julkaistuihin tuloksiin keskittyminen saattaa myös an-taa vääristyneen kuvan tieteellisen tutkimuksen onnistumisesta: tieteilijät julkai-sevat yleensä vain positiivisia tuloksia ja raportoivat onnistuneita koasetelmia, epäonnistuneet tai negatiiviset tulokset jäävät usein tarkoituksellisesti unholaan.

Normatiivinen ja deskriptiivinen tieteen tutkimuksessa

Yksi tieteen tutkimukseen liittyvistä ongelmista on se, että normaalissa käytös-sä monet tieteeseen liittyvät keskeiset käsitteet ovat *arvottavasti latautuneita*. Tällaisia latautuneita käsitteitä ovat esimerkiksi totuus, tieto ja rationaalisuus.

Kun normaalissa puheessa liitämme nämä piirteet johonkin väitteeseen, uskomukseen tai tekoon, emme ainoastaan kuvaile asiaa, vaan esitämme myös arvostelman asian hyväksyttävyydestä. Tarkastelkaamme esimerkkinä tiedon käsitettä. Normaalikäytössä tiedon statusta ei yleensä anneta mille tahansa väittämälle tai uskomukselle. Väittämän tulee olla hyvin perusteltu siten, että sen totuutta pidetään todennäköisenä. Väärät tai perustelemattomat uskomukset eivät ole tietoa, vaan luuloa ja tietämättömyyttä. Ei ole mahdollista, että kaksi yhteensopimatonta näkemystä täsmälleen samasta asiasta olisivat molemmat tietoa. Samanlaiset huomiot soveltuvat rationaalisuuden ja järkeyyden käsitteisiin.

Arkisissa yhteyksissä näiden käsitteiden arvottavassa latauksessa ei ole mitään vikaa. Arvioiva näkökulma on olennainen osa tiedollista elämäämme: haluamme uskomuksiemme olevan tiettyjen standardien mukaisia ja jos emme tähän pyrkisi, emme pystyisi korjaamaan ja kasvattamaan tietoaamme ja uskomusjärjestelmämme käyttökelpoisuutta toimintamme ohjaajana. Ongelmallisia näistä latautuneista käsitteistä tulee, kun ne alkavat ohjata tieteen tutkimuksen kysymyksenasettelua. Kuinka tämä ongelma syntyy?

Arkiajattelussa (myös tieteellisessä arki ajattelussa) emme normaalisti katso, että todet tai järkevät uskomukset kaipaavat selitystä. Oletamme, että uskomuksen totuus tai järkyvyys sinänsä riittää selittämään, miksi henkilö tuohon väittämään uskoo. Sen sijaan pyrimme usein selittämään, miksi muut ovat kanssamme eri mieltä tai miksi he uskovat epätosina tai järjettöminä pitämiämme asioita. Tällöin haluamme tietää, mikä on syynä siihen, että nämä ihmiset eivät usko asioita, joita itse pidämme tosina tai järkevinä. Etsimme vikaa heidän puutteellisista taustatiedoistaan, tiedollisista kyvyistään, tarkkaavaisuutensa suuntautumisesta tai päämäärästään. Joskus selitys löytyy siitä, että olemme tehneet itse jonkin päättelyvirheen tai meiltä puuttuu jokin tärkeä taustatieto. Joka tapauksessa asetelma selityksen etsimisessä on asymmetrinen: pyrimme selittämään poikkeamia oikeana pidetystä näkemyksestä. Sen sijaan oikeana pitämämme näkemyksen hyväksyminen ei kaipaa selitystä lainkaan.

Tieteen tutkijan näkökulmasta tämä epäsymmetrinen kysymyksenasettelu on harhaanjohtava. Jos pidämme kiinni arki ajattelua luonnehtivasta *tiedon käyttäjän näkökulmasta*, ryhdymme helposti selittämään, miksi muut ovat väärässä tai miksi edeltäjämme eivät tajunneet sitä mitä me ymmärrämme. Vastaavasti oletamme, ettei meidän tarvitse hakea selitystä oikeina tai järkevinä pitämillemme uskomuksille. Niiden järkyvyys riittää niiden selitykseksi.

Tällainen jälkiviisuus on helposti vaarana erityisesti, jos tarkastelemme jotakin menneisyyteen kuuluvaa tieteenhistoriallista episodtia, josta jo tiedämme, ”kuka oli oikeassa”. Tämä asetelma saattaa johtaa harhaan useasta eri syystä. Vaikka jotakin kantaa pidetäänkin nykyään hyvin perusteltuna, tästä ei seuraa, että kannan aikaisemmat muodot olisivat aina olleet oman aikansa parhaiten perusteltuja kantoja. Toiseksi, edeltäjämme ovat saattaneet päätyä omaa kantaamme muistuttavaan kantaansa eri perusteilla kuin me, emmekä välttämättä pidä näitä perusteluja kovin hyvinä. Kolmanneksi, tällainen varomaton nykyhetkestä takaisinpäin katselu usein vääristää ymmärrystämme menneestä. Näemme historian joko liian jatkuvana tai joissakin tilanteissa olemme taipuvaisia näkemään todellista suurempia katkoksia. Näemme jotkin näkemykset ”merkittyinä menestykseen”, vaikka aikalaisille tällaisia merkkejä ei näkynyt. Tämä johtaa helposti vaikutelmaan, että historiallisella kehityksellä oli jonkinlainen ennalta asetettu päämäärä (nykyiset käsityksemme) ja historiallisilla tapahtumilla on merkitystä vain tämän prosessin hidastajina tai edesauttajina.

Tieteentutkijan näkökulmasta sekä todet että epätodet, sekä järkevät että järjettömiltä näyttävät kannat kaipaavat yhtä lailla selitystä. Tästä syystä hän yrittää pidättäytyä tutkimiensä uskomusten totuuden tai rationaalisuuden arvioinnista. Hänen tarkoituksenaan on omaksua näkökulma, jota voisimme kutsua *katselijan näkökulmaksi tietoväittämiin*. Tutkimuksessaan tieteentutkija sulkeistaa oman käsityksensä siitä, mikä on totta tai järkevää ja pyrkii mahdollisimman perusteellisesti ymmärtämään kaikkien tutkimaansa tieteelliseen vaiheeseen osallistuneiden uskomuksenmuodostusprosesseja ja niitä kriteereitä, joilla he arvioivat omien uskomuksiansa totuutta ja järkeyyyttä. Katselijan näkökulma ei tarkoita, että tieteentutkija pitäisi kaikkia näkemyksiä yhtä hyvinä. Ajatuksena on, että koska tieteentutkija on katselija, ei osallistuja, hänen ei tarvitse ottaa kantaa tähän asiaan.

Katselijan näkökulman luontevuus tulee esille kun tutkimuksen kohteena on käynnissä oleva tieteellinen kiista. Tällaista kiistaa tutkivalla filosofilla tai sosiologilla ei ole tukenaan tietoa myöhemmästä tieteellisestä prosessista, jonka avulla hän voisi tietää mikä on totuus asiassa. Hän ei voi tietää sitä, sillä parhaat asiantuntijat – tuota asiaa tutkivat tieteilijät – ovat asiasta erimielisiä. Tieteentutkija ei voi olettaa, että hänen taustansa filosofiassa tai sosiologiassa antaisi hänelle minkäänlaista etumatkaa tai parempaa tietoa suhteessa hänen tutkimuskohteisiinsa. Sosiologi on yhteiskuntatutkimuksen asiantuntija, ei

esimerkiksi hiukkasfysiikan. Ainoa ratkaisu on omaksua katselijan näkökulma ja pidättäytyä arvostelmista, jotka koskevat asioiden todellista laitaa tutkitussa kiistassa. Tämä ei ole mikään ongelma, sillä tieteenutkija ei tutki esimerkiksi alkeishiukkasia – hän ei ole osallinen fyysikkojen kiistassa. Hänen tutkimuskohteenaan ovat alkeishiukkasia tutkivat fyysikot ja prosessit, joissa he tuottavat tieteellisen tiedon statuksen saavia väittämiä. Tieteenutkijan ja hänen tutkimuskohteidensa välillä on siis eräänlainen työnjako.

Tämä tieteenutkijan pyrkimys ei-arvottavaan ja puolueettomaan kuvaukseen prosessista johtaa joskus väärinkäsityksiin. Tieteilijöiden omat kuvaukset tapahtumainkuluista ovat usein rationalisoivia ja pyrkivät oikeuttamaan jotain tiettyä kantaa, eikä tieteenutkija voi hyväksyä niitä suoralta kädeltä tosiksi kuvauksiksi. Näiden kuvausten kritiikki tulkitaan joskus virheellisesti myös itse tieteellisten väittäminen kritiikiksi. Samoin tieteenutkijan pyrkimys selittää myös oikeina pidettyjä uskomuksia nähdään joskus pyrkimyksenä osoittaa nämä uskomukset vääriksi. Tämä virhe on ymmärrettävä, sillä arkiajattelussa pyrimme löytämään selityksiä juuri väärille uskomuksille. Tällöin kuitenkin tieteenutkijan tavoitteet tulkitaan väärin. Tieteenutkijalle se, että uskomukselle on selitys, ei tarkoita, että uskomus olisi väärä. Hänen näkökulmastaan tutkimuksen kohteena olevien uskomusten hyväksyttävyyden ja järkevyyden arvottava arviointi on erillinen tehtävä. Tieteenutkijan työn jälkeen kantamme esimerkiksi uskomuksenmuodostamisen prosessin rationaalisuudesta saattaa muuttua, mutta tämä ei seuraa pelkästään tieteenutkijan empiirisistä tuloksista. Se edellyttää myös katselijan näkökulman vaihtamista takaisin käyttäjän arvottavaan näkökulmaan.

Arvottavan ja puhtaasti kuvailevan näkökulman väliseen jännitteeseen palataan tässä teoksessa vielä useasti, erityisesti tutustuttaessa tieteenfilosofisiin näkemyksiin, joiden keskeinen näkökulma on normatiivinen. Myöskään kaikki tieteenutkijat eivät ole täysin johdonmukaisesti omaksuneet tätä erotelua. Pohdimme tuonnempana myös sitä, seuraako katselijan näkökulman omaksumisesta jonkinlainen relativismi kuten monet uudemman tieteen tutkimuksen kriitikot (ja jotkut sen kannattajat) ovat esittäneet.

2. Koe, havainto ja tulkinta

Tieteellisen tutkimuksen keskeisiä elementtejä ovat kokeet ja havainnot. Niitä voisi jopa sanoa tieteen perustaksi, kunhan tätä metaforaa ei ymmärretä liian kirjaimellisesti. Tässä luvussa tarkastelemme aluksi joitakin keskeisiä tieteenfilosofisia tieteelliseen havainnointiin liittyviä käsitteitä ja sen jälkeen tutustumme kokeiden tekemiseen tieteen tutkimuksen tutkimuskohteena. Luvun esimerkit liittyvät luonnontieteisiin mutta samat yleiset havainnot ja filosofiset periaatteet soveltuvat myös ihmistieteisiin ja sitä myötä tieteen tutkimukseen.

Teoria ja havainto

Tieteenfilosofiassa puhutaan usein havaintokäsitteistä ja niiden suhteesta teoreettisiin käsitteisiin. Historiallisista syistä tällä erottelulla on ollut keskeinen sija 1900-luvun tieteenfilosofiassa. Vuosisadan alkupuolen vaikutusvaltaisen filosofisen koulukunnan, loogisen empirismin, peruslähtökohtana oli kaiken tiedon riippuvuus neutraaleista, varmoina pidetyistä havainnoista ja niiden pohjalta tehdyistä yleistyksistä. Kuitenkin itse havaintojen hankkiminen, kokeiden tekeminen ja niihin liittyvät tieto-opilliset kysymykset jätettiin loogisen empirismin piirissä vähälle huomiolle tai niitä pidettiin melko ongelmattomina.

Loogiset empiristit ajattelivat tieteellisiä teorioita lausejoukkoina, jotka jakautuivat havaintolauseisiin ja teoreettisiin väittämiin. Heidän filosofiansa keskeinen päämäärä oli osoittaa, että teoreettisten väittämien sisältämät teoreettiset käsitteet voidaan tyhjentävästi määritellä filosofisesti ongelmattomien

havaintokäsitteiden avulla. Jos tämä ohjelma onnistuisi, se tarjoaisi oivan väli-
neen loogisten empiristien laajemman päämäärän tavoitteluun. Tämä pää-
määrä oli selkeä rajanveto tieteen ja ei-tieteen välille. (Loogisesta empirismistä
ja positivismista katso Sintonen 1986.)

Tämän teoksen näkökulmasta keskeistä loogisten empiristien hankkeessa
on se, että siinä havaintoja pidettiin ongelmattomina: ongelmana oli teorioi-
den teoreettisten termien luonnehdinta havaintotermien avulla. Havaintojen
teoriapitoisuuden ongelma syntyi, kun huomattiin, että loogisten empiristien
ajamaa jyrkkää jaottelua teoreettisiin käsitteisiin ja havaintokäsitteisiin ei voi-
da tehdä ja että tieteellisten teorioiden osien vuorovaikutus on monisyisempää
kuin loogiset empiristit olivat optimistisesti kuvitelleet. Keskeisellä sijalla näi-
den ongelmien havaitsemisessa olivat 1950-luvulla logiikan filosofi W.V.O.
Quinen kritiikki analyttisen ja synteettisen erottelua kohtaan sekä Norwood
R. Hansonin, Thomas Kuhnin ja eräiden muiden argumentit, joiden mukaan
ei ole olemassa teorioista riippumatonta havaintokieltä. Monet nykyisen tie-
teenfilosofian keskeiset käsitteet syntyivät tästä kritiikistä.

Havaintojen teoriapitoisuus

Havaintojen teoriapitoisuus -teesin mukaan havaintojen muodostumiseen ja
tulkintaan vaikuttavat empiiristen kokemusten lisäksi taustauskomukset, jois-
ta esimerkkeinä voivat olla tieteelliset teoriat. Esimerkiksi Ptolemaioksen jär-
jestelmän kannattaja havaitsee tähtitaivaalla aivan toisenlaisia liikkeitä kuin
kopernikaanista järjestelmää kannattava havaitsija: siinä missä edellinen ha-
vaitsee planeettojen liikkeessä kummallisia epäsäännöllisyyksiä (kuten takape-
roista liikettä), jälkimmäinen tietää näiden olevan harhoja, jotka syntyvät
Maan oman liikkeen vaikutuksesta. Vaikka molemmissa tapauksissa aisteihin
tuleva informaatio on yhteneväistä, kopernikaaninen tähtien tarkkailija ha-
vaitsee planeettojen liikkeitä säännöllisinä ympyrä- tai ellipsiratoina, antiikin
tähtitieteen periaatteet omaksunut taas epäsäännöllisenä kulkuna, jota voi-
daan kuvata monimutkaisen deferentti- ja episykliympyräjärjestelmän avulla.
Näkemys ennakkouskomusten ja teorioiden vaikutuksesta havaintoihin näyt-
täisi siis ainakin joissakin tapauksissa olevan varsin perusteltu.

Norwood R. Hanson ja Thomas Kuhn esittivät, että empiiriset, havainto-
psykologiset tutkimukset osoittavat havaintojen tulkinnan olevan suhteessa

taustainformaatioon ja odotuksiin. Teesi havaintojen teoriapitoisuudesta haastoi näin perinteiseen tieteenfilosofiaan läheisesti kuuluvan näkemyksen neutraalista ja epistemologisesti varmasta havaintokielestä, johon teorianmuodostus voidaan perustaa.

Havaintojen teoriapitoisuus -teesin mahdolliset radikaalit tieteenfilosofiset seuraukset näkyvät, kun tarkastelemme Paul Feyerabendin tieteenfilosofiaa (tai oikeammin stereotyyppistä tulkintaa siitä). Feyerabend esitti vaihtoehdona epäonnistuneille empiristisille teorioille holistisen tulkinnan tieteen kielelle, jossa teoreettisen käsitteen merkitys muodostuu sen paikasta teoriaan kuuluvien lauseiden muodostamassa verkossa. Näin koko teorian muodostama kokonaisuus määrittelee teoriaan kuuluvien käsitteiden merkitykset pelkkien havaintoväitteiden sijasta. Tästä näkemyksestä seuraa ensiksikin, että kahdessa teoriassa ei voi esiintyä samaa käsitettä. Toiseksi siitä seuraa *havaintojen teoriapitoisuus*. Ensimmäisen seurauksen vuoksi teorioiden vertailu on vaikeaa, sillä pienikin ero teorioissa johtaa tilanteeseen, että niiden keskeisillä käsitteillä on erilaiset merkitykset. Tämä taas johtaa teorioiden *yhteismitattomuuteen*: teorit puhuvat eri asioista. Toisella seurauksella, havaintojen teoriapitoisuudella, näyttäisi myös olevan joitakin radikaaleja vaikutuksia: teesin mukaan havainnot ovat subjektiivisia, sillä niihin vaikuttavat havaitsijan kulttuurinen ja teoreettinen taustatieto, odotukset ja näkökulmat. Toisin sanoen se, mitä viime kädessä havaitaan jossain tiettyssä tilanteessa, vaihtelee havaitsijan, kulttuurin ja teoreettisen koulukunnan mukaan. Ja koska havainnot ovat suhteellisia, on myös niihin perustuva tiede suhteellista havaitsijaan, kulttuuriin ja teoreettiseen koulukuntaan nähden, mikä näyttäisi johtavan jyrkkään relativismiin. Ei siis ihme, että näiden teemojen ympärille rakentui muutama vuosikymmenen pituinen tieteenfilosofien kiivas keskustelu.

Teoriapitoisuuden muodot

Tarkempi "havaintojen teoriapitoisuuden" tarkastelu kuitenkin osoittaa, että meidän ei tarvitse päätyä Feyerabendin esittämiin radikaaleihin johtopäätöksiin. Jo edellä sanottu osoittaa, että havaintojen teoriapitoisuudella voidaan tarkoittaa monenlaisia asioita.

Ensimmäinen merkitys, jossa käsitettä "havainnon teoriapitoisuus" käytetään, koskee *aistihavainnon käsitteellisyttä*, jossa voidaan edelleen erotella kolme

erilaista tapaa, jolla käsitteet vaikuttavat havaintoihimme. Kaksi ensimmäistä ovat kiistattomia havaintopsykologisia tosiasioita, ja kolmas huomattavasti kiistanalaisempi.

- 1) *Aikaisempi kokemus ja harjaannus vaikuttaa kykyyn tehdä havaintoja.* Tämän seikan on jokainen havainnut itsekin. Havaintojen tekeminen ei ole passiivista informaation vastaanottamista, vaan aktiivista toimintaa, jossa kokemus ja oppiminen vaikuttavat. Tieteessä tämä havainnoitsemisen taitoultuvuus korostuu entisestään: kaikki eivät ole yhtä taitavia havainnoitsijoita.
- 2) *Odotukset ohjaavat tarkkaavaisuutta ja havainnointia.* Tämänkin seikan pitäisi olla kohtalaisen tuttu jo arkikokemuksesta. Joskus ”näemme” asioita, joita toivomme näkevämme, ja toisaalta olemme varsin sokeita seikoille, joita emme osaa odottaa tai etsiä. Tämä ilmiö on tuttu myös tieteen historiasta.
- 3) *Uskomukset muokkaavat aistihavaintoa.* Tämä havaintojen ”teoriapitoisuuden” muoto on huomattavasti kiistanalaisempi. Filosofit ja havaintopsykologit kiistelevät edelleen siitä, minkä verran *uskomuksemme* vaikuttavat siihen mitä näemme. Määräävätkö uskomukset havaintojamme vai ovatko havaintoprosessimme sillä tavoin modulaarisia, että hankitut uskomuksemme eivät niihin pääse vaikuttamaan. Jälkimmäisen kannan puolesta puhuu se, että esimerkiksi tietyt visuaaliset illuusiot säilyvät, vaikka tiedämme ne illuusioiksi. (Ks. Churchland 1988 ja Fodor 1984, 1988.)

Aistihavaintojen käsitteellisyys on erittäin kiinnostava filosofinen ja havaintopsykologinen teema, mutta tieteen tutkimukselle huomattavasti kiinnostavampi puoli havaintojen teoriapitoisuudesta liittyy *havaintojen teoreettisen tulkinnan välttämättömyyteen*. Edellä mainitut havainnon käsitteellisyuden muodot perustuvat psykologisille tekijöille, joilla ei ole välttämätöntä yhteyttä tieteelliseen havaintojen tekoon. Näin on siksi, että havainnointi on varsinkin kehittyneissä luonnontieteissä jo pitkään perustunut erilaisten *havaintolaitteiden* antamaan informaatioon, ei niinkään inhimillisten aistien avulla tehtäviin havaintoihin.

Esimerkkinä tästä voi mainita kokeen, jossa sen tekijät väittivät havainnoineensa auringon ytimessä tapahtuvia ydinreaktioita sieltä lähtevän neutriinonvirran avulla. Neutriinot ovat vaikeasti havaittavissa, sillä ne eivät kovin helposti reagoi aineen kanssa; niiden pyydystämiseksi kokeentekijät sijoittivat suuren klooriyhdistettä sisältävän tankin syvälle hylättyyn kaivokseen;

maapallon läpi kiitävän neutriinosuihkun arveltiin reagoivan kloorin ionien kanssa, jolloin tuloksena olisi argon-ioneja (reaktio, joka tunnetaan nimellä käänteinen beeta-hajoaminen). Jos tankissa esiintyisi argonia tai sen hajoamistuotteita, niin niiden määrästä voitaisiin laskea neutriinosuihkun tiheyttä ja siitä edelleen auringon ytimessä tapahtuvien ydinreaktioiden luonnetta. Näin auringon ytimessä tapahtuvista reaktioista voitaisiin tehdä havaintoja.

On selvää, että tällaiset havainnot olisivat valtavan määrän erilaista fyysikaalista taustatietoa ja ovat siinä mielessä vahvasti teoriasidonnaisia. Merkillepantavaa kuitenkin on, että havaintopsykologialla ei ole mitään tekemistä asian kanssa. Saadaksemme esille nämä teoriapitoisuuden ulottuvuudet, meidän tulee eritellä vielä kaksi merkitystä, joissa havainnon voidaan sanoa olevan teoriapitoista:

- 4) *Teoreettiset käsitykset ohjaavat tutkimuskohteen valintaa, havaintoaineiston hankintaa ja tutkimuksen kysymyksenasettelua.* Tässä tärkeässä tulkinnessa havaintojen teoriapitoisuus ymmärretään laajasti. Tämän havaintojen teoriapitoisuuden muoto tuskin on kiistanalainen: tieteellistä tutkimusta ja havainnointia ei tehdä täysin umpimähkäisesti.
- 5) *Havaintoaineisto tulee tulkita teoreettisesti, jotta se olisi tieteellisesti kiinnostavaa.* Jotta joillakin havainnoilla olisi tieteellistä merkitystä, ne tulee liittää hyväksyttävällä tavalla jo olemassa olevaan tieteelliseen tietoon. Tässä havaintoaineiston teoreettisessa tulkinnessa voidaan erotella kaksi eri osaa.
 - i) *havaintoaineiston arviointi*, johon kuuluvat oletukset tutkittavaan systeemiin vaikuttavista ulkoisista seikoista, oletukset havaintoaineiston tuottavasta prosessista ja sen luotettavuudesta sekä oletukset havaintoaineiston käsittelystä ja analyysistä. Havaintoaineisto on tieteellisesti kiinnostavaa ja pystyy auttamaan tutkimuskysymykseen vastaamisessa vain, jos se on syntynyt oikealla tavalla.
 - ii) *havaintoaineiston tulkinta*, johon kuuluvat teorian käsitteiden operationalisointi (eli niiden sisällön tai merkityksen luonnehdinta havaintokäsitteiden avulla), sekä teorian sisältämät apuoletukset (kuten oletukset parametrien arvoista tai teorian sisältämät yksinkertaistukset, idealisaatiot). Vasta tällaisen tulkinnan jälkeen havaintoväittämät puhuvat ”samaa kieltä” kuin testattava teoria. Ja jos tulkinta tehdään eri tavalla, saattaa myös havaintojen ”sanoma” olla erilainen.

Tieteenfilosofiaa ja tieteen tutkimusta käsittelevässä kirjallisuudessa käytetään ”teoriapitoisuuden” käsitettä edelleen varsin vapaasti, joten on aina syytä pitää

mielessä edellä eriteltyt teoriapitoisuuden muodot ja pohtia, missä merkityksessä tätä käsitettä kulloinkin käytetään. Eritellystä teoriapitoisuuden käsitteestä on myös se seuraus, että edellä kuvatut käsitteestä seuraavat radikaalit johtopäätökset muuttuvat epäuskottaviksi.

Duhem–Quine-teesi

Perinteiseen tieteenfilosofiaan liittyi myös läheisesti ajatus siitä, että teoreettisten hypoteesien valinta voidaan yksiselitteisesti perustaa empiiriseen todistusaineistoon (*empirical evidence*). Empiirinen todistusaineisto riittää tukemaan (induktivismi) tai kumoamaan (popperilainen deduktivismi) teoreettisen hypoteesin. Duhem–Quine-teesi ja sen seuraus, seuraavassa pykälässä esiteltävä teesi teorioiden empiirisestä alimääräytymisestä kieltävät tämän.

Duhem–Quine-teesi on saanut nimensä ranskalaisen fyysikon Pierre Duhemin ja amerikkalaisen loogikon ja filosofin Willard Van Orman Quinen mukaan. Pitkään ajateltiin, että Duhem ja Quine ovat esittäneet toisistaan riippumatta periaatteessa saman teesin. Teesistä voidaan kuitenkin erotella eri vahvuisia versioita: heikompa versiota voidaan pitää Duhemin teesinä ja vahvempaa Quinen teesinä. Duhemin teesi voidaan ilmaista lyhyesti seuraavasti:

Tieteellinen koe (tai havainto) ei milloinkaan yksin ratkaise yksittäisen hypoteesin kohtaloa, vaan hypoteesi kohtaa havainnot aina yhdessä joidenkin apuhypoteesien kanssa.

Apuhypoteesit voivat koskea esimerkiksi tutkittavaan systeemiin vaikuttavia tekijöitä (tai niiden poissaoloa), havaintolaitteiston toimintamekanismeja ja sitä, toimiiko havaintolaitteisto tosiasiallisesti oikein. Teesistä seuraa, että jos koe osoittaa, että teoreettinen ennuste on väärä, voimme ainoastaan päätellä, että hypoteesijoukossamme on jotakin vialla, mutta emme voi päätellä, mikä tai mitkä näistä joukon jäsenistä ovat viallisia. Näin Duhemin teesi on vastaesimerkki yksinkertaiselle falsifikationismille, jossa johdetaan teoreettisesta hypoteesista jokin havaittavissa oleva johtopäätös ja sitten tarkistetaan, pitääkö tämä ennustettu asiointila paikkansa. Jo ennuste ei pidä paikkaansa, hypoteesi on kumottu. Falsifikationisti testaa hypoteesia logiikasta tutun niin sanotun *modus tollens*-periaatteen mukaan (jossa *h* on hypoteesi ja *O* on hypoteesista seuraava havaintolause):

teoreettinen ennuste: Jos h , niin O
havaintotulos: ei- O
johtopäätös: joten ei- h

Teoreettisten hypoteesien testaus havaintolauseiden avulla vaatii kuitenkin aina tuekseen lisäoletuksia, jolloin testattava teoria on itse asiassa varsinaisten teoreettisten hypoteesien ja näiden lisäoletusten yhdistelmä. Tästä seuraa, että negatiivinen evidenssi osoittaa joko teoreettisen hypoteesin *tai* jonkin lisäoletuksen vääräksi. Duhemin mukaan tieteilijä ei voi olla varma siitä, kumpaa pitäisi syyttää negatiivisesta testituloksesta. Toisin sanoen teoria ja apuhypoteesit kohtaavat havainnon kokonaisuutena eikä havainto yksin kerro, mikä elementeistä on hylättävä tai korjattava. Tästä seuraa, että 1) yksikään havainto ei kykene lopullisesti kumoamaan (falsifioimaan) teoriaa; 2) ei voi olla ratkaisevia (*crucial*) kokeita, jotka täysin yksiselitteisesti ratkaisevat, mikä kilpailevista teorioista on tosi. Argumentti ei tee teorioiden kumoamista mahdottomaksi, mutta se osoittaa, että yksinkertainen falsifikationismi antaa väärän kuvan teorioiden kumoamisesta.

Esimerkiksi käy Neptunuksen löytäminen. Newtonin mekaniikan (Newtonin kolme lakia ja painovoimalaki) avulla voitiin laskea Uranuksen teoreettinen rata, mutta havainnot eivät käyneet yksiin laskelmien kanssa. Tästä seurasi joko että Newtonin mekaniikka tai sitten planeettojen lukumäärää koskeva lisäoletus oli epätosi. Ranskalainen tähtitieteilijä U. J. J. Le Verrier (1811–1877) ja hänen englantilainen kollegansa John Adams (1819–1892) valitsivat työssään jälkimmäisen vaihtoehdon ja viimein löysivät Neptunuksen. Vika oli siis planeettojen määrää koskevassa apuoletuksessa, ei itse teoriassa. Näin ei aina ole. Esimerkiksi Merkuriuksen radan kiertyminen oli Newtonin mekaniikan antamaan ennustukseen verrattuna liian nopeaa. Tällöin oletettiin Neptunuksen antaman esimerkin mukaisesti auringon ja Merkuriuksen väliin uusi planeetta Vulkanus, jonka olemassaolo selittäisi nopean kiertymisen. Vulkanusta ei kuitenkaan löytynyt, ja vuonna 1915 Einstein esitti yleisen suhteellisuusteorian, joka selitti Merkuriuksen radan ja korvasi Newtonin teorian. Tässä tapauksessa siis itse teoria, ei planeettojen lukumäärää koskeva lisäoletus, osoittautui epätodeksi, vaikka anomalian pienuus viittasi toisenlaiseen ratkaisuun.

Esimerkkimme osoittaa, että hypoteesien valintaa koskevat päätökset ovat aina epävarmoja: ei ole olemassa mekaanista menettelytapaa, joka kertoisi

onko vika itse teoriassa vai joissakin sen apuoletuksissa. Duhemin mukaan tieteilijöiden valintoja tällaisissa tilanteissa ohjaa tieteilijän terve järki (*le bon sens*). Duhem ei kuitenkaan kerro sen tarkemmin, mitä tämä terve järki on. Se näyttää tarkoittavan vain kokemuksesta syntynyttä intuitiota.

Duhem rajoitti teesinsä fysiikkaan ja yksittäisten teorioiden ja lisäoletusten muodostamiin kokonaisuuksiin. Quinen myöhemmässä ja vahvemmassa versiossa teesi koskee koko tiedettä (mukaan lukien matematiikka ja logiikka), joka Quinen mukaan muodostaa yhtenäisen kokonaisuuden – uskomusten verkon – joka reunoiltaan on yhteydessä empiirisiin havaintoihin. Quinen näkemykseen sisältyy holistinen tulkinta, jonka mukaan havainnot eivät riitä falsifioimaan mitään yksittäistä hypoteesia: hypoteesi voidaan aina pelastaa tekemällä muutoksia verkon muissa osissa. Quine itse toteaa ytimekkäästi: ”Mitä hyvän väitelausetta voidaan pitää totena tuli mitä tuli kunhan vain teemme riittävät rajuja uudelleenjärjestelyjä muualla järjestelmässä” (Quine 1997, 151).

Teesi siis sanoo, että *periaatteessa* riittävän järeäpäinen henkilö voi pitää kiinni mistä tahansa väitelauseesta ja pelastaa sen kumoamiselta tekemällä aina sopivia muutoksia muihin uskomuksiinsa. Logiikka ja havainnot eivät koskaan riitä pakottamaan häntä luopumaan tästä väittämästä. Järeäpäisyydellä on toki kova hinta: pelastaakseen lempiväitteensä henkilö joutuu hyväksymään toinen toistaan kummallisempia ja huonosti tuettuja apuoletuksia. Näin syntyvä uskomusten järjestelmä tulee yhä epäuskottavammaksi ja vähemmän houkuttelevaksi.

Toisin kuin Duhemin teesi, Quinen teesi on hyvin kiistanalainen. Sen järkevänä ytimenä voidaan ehkä pitää jonkinlaisen periaatteellisen mahdollisuuden olemassaolon osoittamista, sillä varsinaisesta tieteellisestä käytännöstä se ei anna oikeaa kuvaa. Tieteilijä käyttää rikkaampaa välineistöä kuin Quinen oletamat havainnot ja logiikka. Quine itsekin myönsi tämän.

Teorioiden empiirinen alimääräytyneisyys

Duhem–Quine-teesin seuraus on teorioiden empiirinen alimääräytyneisyys, ja usein teesi samastetaan tähän seuraukseen. Duhem–Quine-teesin mukaan on mahdollista ”pelastaa” teoria tekemällä muutoksia joko itse teoriaan tai joihinkin apuoletuksiin. Tästä seuraa, että useampi toistensa kanssa yhteensopimaton teoriakokonaisuus (teoreettinen hypoteesi + apuoletuksiset)

voi olla *samanaikaisesti yhteensopiva saman havaintoaineiston kanssa*. Teorioiden empiirinen alimääräytyminen merkitseekin juuri sitä, että havainnot eivät riitä kertomaan, kumpi näistä toistensa kanssa yhteensopimattomista teoriakokonaisuuksista on tosi. Käytännössä tämä ongelma voidaan yrittää välttää laajentamalla käytettyä empiiristä todistusaineistoa. On hyvin todennäköistä, että tarkasteltavien kahden teoriakokonaisuuden välille saadaan aikaan eroja tällä tavalla. Joko jompikumpi osoittautuu heikommaksi tai jokin kolmas lähestymistapa peittoaa molemmat ehdokkaat. Empiria kykenee siis ratkaisemaan ongelmat useimpien teorioiden välillä.

Filosofiselta kannalta ongelma ei kuitenkaan ratkea näin helposti. Riippumatta siitä, kuinka paljon laajennamme käytettävää havaintopohjaa, on aina *loogisesti mahdollista*, että on olemassa lukuisia teoriakokonaisuuksia, jotka sopivat yhteen näiden havaintojen kanssa yhtä hyvin. Periaatteessa on mahdollista, että tällaisia teorioita olemassa ääretön määrä. Tästä syntyy ongelma tieteenfilosofille.

Esimerkki valaisee jälleen ongelmaa. Olkoon T Newtonin mekaniikka ja painovoimalaki; R oletus, jonka mukaan maailmankaikkeuden massakeskipiste on levossa absoluuttiseen avaruuteen verrattuna; ja V oletus, jonka mukaan massakeskipiste liikkuu nopeudella v absoluuttiseen avaruuteen verrattuna. Meillä on tällaisessa tilanteessa kaksi kilpailevaa teoriaa ($T+R$ ja $T+V$) joiden välillä ei voida tehdä valintaa pelkästään empiirisen todistusaineiston perusteella. Molemmat sopivat yhteen yhtä hyvin kaikkien tehtyjen havaintojen kanssa. Ne vieläpä sopivat yhteen kaikkien mahdollisten havaintojen kanssa.

Tieteenfilosofinen johtopäätös tästä on, että valintaa eri teorioiden välillä ei voi tehdä *pelkästään* empiirisen todistusaineiston pohjalta. Yksinkertainen empirismi ei riitä tieteenfilosofiaksi. Erojen aikaansaamiseksi teorioiden välille tulee käyttää myös muita kriteereitä, kuten yhteensopivuutta muiden teorioiden kanssa, yksinkertaisuutta, selitysvoimaa ja teoreettista hedelmällisyyttä. Tämä ratkaisu ei tietenkään ratkaise lopullisesti tieteenfilosofin ongelmaa: hänen uusi haasteensa on näiden käsitteiden selkiyttäminen ja niiden käytön oikeuttaminen. Mitä esimerkiksi on yksinkertaisuus ja miksi sen pitäisi olla peruste teoriavalinnassa? Tämä ei mikään helppo pulma, vaan pikemminkin vaativa työsaika filosofeille ja muille tieteen tutkijoille.

Alimääräytyneisyyden ongelma nousee esiin myös pohdittaessa sitä, kuinka realistisesti voimme suhtautua hyväksymiemme teorioiden väitteisiin

ei-havaittavista objekteista. Tähän teemaan palataan teoksen loppupuolella käsiteltäessä tieteellistä realismia.

Empiirinen alimääräytyneisyys on kuitenkin enemmän looginen mahdollisuus kuin tieteellisen käytännön todellinen ongelma. Tieteessä ongelmana on useimmiten löytää yksikin teoria, joka sopii kohtuullisen hyvin yhteen havaintoaineiston kanssa. Keskustelu valinnasta sellaisten teorioiden välillä, jotka sopivat havaintoaineistoon täydellisesti, tuntuu utopistiselta. Filosofin ongelmasta on kuitenkin olemassa realistisempi, mutta aivan yhtä visainen versio: *kuinka valita kahden teorian väliltä, joista kumpikaan ei sovi täydellisesti yhteen havaintojen kanssa?*

Ongelmaa korostaa se, että kilpailevien teorioiden puutteet ovat usein erilaisia. Tällöin joudutaan painottamaan teorioiden ansioiden ja puutteiden arvoa ja tärkeyttä. Vaikeutena on tällöin päästä yksimielisyyteen painottamisen periaatteista: eri teorioiden kannattajat voivat kukin esittää perusteluja arvotamisperiaatteidensa puolesta, mutta mitkään näistä perusteluista eivät ole täysin vedenpitäviä.

Havaintoaineisto ja ilmiöt

Tärkeä filosofinen kontribuutio kokeiden tekemistä koskevaan keskusteluun on ollut James Bogenin ja James Woodwardin esittämä käsitteellinen erottelu havaintoaineiston (*data*) ja ilmiöiden (*phenomena*) välillä. Tieteenfilosofiassa teorioiden tehtäväksi on perinteisesti katsottu havaintojen selittäminen ja havaintojen kohteiksi on tyypillisesti ajateltu aistien avulla havaittavat objektit ja ominaisuudet. Nämä oletukset eivät kuitenkaan sovi kovinkaan hyvin yhteen tieteellisen käytännön kanssa. Bogenin ja Woodwardin mukaan tätä tilannetta selkiyttää erottelu havaintoaineiston ja ilmiön välillä: *havaintoaineisto toimii todistusaineistona*, josta päätellään erilaisten ilmiöiden olemassaolo. *Teoriat selittävät ilmiöitä*, eivät havaintoaineistoa, kuten perinteinen tieteenfilosofia olettaa. Nämä käsitteet voidaan määritellä seuraavasti:

Ilmiö (*phenomena*) = vakaa ja toistettavissa oleva vaikutus (*effect*) tai prosessi, joka on mahdollinen ennustamisen ja systemaattisen selittämisen kohde tieteelliselle teorialle ja joka voi toimia todisteena tämän teorian puolesta.

Havaintoaineisto (*data*) = kokeellisesti tai mittaamalla tuotettu todistusaineisto ilmiön olemassaolon tai sen piirteiden puolesta.

Esimerkki havaintoaineistosta ovat hiukkaskiihdyttimessä tuotetut tuhannet valokuvat hiukkasten radoista ilmaisinkammioissa. Nämä kuvat ovat todistusaineistoa heikkoihin vuorovaikutuksiin liittyvästä neutraalivirrasta, jota fyysikot pyrkivät selittämään niin sanotun Weinberg–Salam-mallin ja sähköheikon yhtenäisteorian avulla. Hiukkasfyysikot eivät ole kiinnostuneita yksittäisten valokuvien ominaisuuksista, vaan ainoastaan siitä, millaista informaatiota ne antavat heitä kiinnostavasta ilmiöstä, neutraalivirrasta.

Erottelun käyttö ei rajoitu fysiikkaan. Esimerkiksi psykologisessa kognitiivisen lauseenjäsennyksen tutkimuksessa voidaan luontevasti ajatella, että havaintoaineiston rooli on psykologisessa kokeessa mitatuilla koehenkilöiden reaktioajoilla, kun taas tutkittava ilmiö on kielen prosessointi aivoissa ja prosessointiajan riippuvuus lauseiden rakenteesta. Samalla tavoin kuin edellisessä esimerkissämme psykologiiden viimekätisen kiinnostuksen kohteena on ilmiö, eivät yksittäiset havainnot. Kun psykologi rakentaa tietokonemallin kuvaamaan ja selittämään kognitiivista lauseenjäsenystä ja tämän tehtävän kompleksisuutta, sen kohteena on ilmiö, eivät yksittäiset koetulokset.

Miksi tämä erottelu on tärkeä? Bogenin ja Woodwardin mukaan synnä on se, että havaintoaineisto (oli se sitten kokeellisesti tuotettua tai pelkkään havainnointiin perustuvaa) on tulosta monimutkaisista kausaalista prosesseista, jotka sisältävät monenlaisia eri tekijöitä. Tieteilijät eivät pysty johtamaan tai systemaattisesti selittämään havaintoaineiston kaikkia yksityiskohtia: havaintoaineisto syntyy erilaisten tekijöiden monimutkaisessa vuorovaikutuksessa, eikä tätä prosessia välttämättä tunneta hyvin. Kaiken kukkuraksi nämä havaintoaineiston syntyprosessit liittyvät usein johonkin yksittäiseen koeyritykseen, jossa käytettävä laitteisto voi periaatteessa olla ainutlaatuinen, juuri tietyntyyppisen kokeen tarpeita varten suunniteltu.

Toinen tärkeä seikka liittyy tieteellisten kokeiden toistettavuuden vaatimukseen: koska havaintoaineisto on idiosynkraattisen kausaalisen historian tuotos, se ei ole toistettavissa. Voimme tuottaa hyvin samanlaisia havaintoja, mutta emme samoja havaintoja. Havaintojen toistettavuuden vaatimus viittaa siihen, että tieteilijöiden kiinnostus kohdistuu johonkin muuhun kuin itse tuotettuun havaintoaineistoon. Näin onkin. Tieteilijät ovat viime kädessä

kiinnostuneita yleisistä lainalaisuuksista, eivät yksittäisistä tapahtumista havaintoaineistossaan.

Bogenin ja Woodwardin mukaan yksittäisen koesarjan tuottama havaintoaineisto ei yleensä riitä vakuuttamaan tieteilijöitä jonkin ilmiön olemassaolosta. Tähän ei riitä edes se, että koe on toistettavissa, sillä havaitun asian voi aiheuttaa jokin vielä tuntematon juuri tuon koeasetelman idiosynkraattinen piirre. Vasta kun sama ilmiö voidaan havainnoida useammilla erilaisilla (ja toisistaan riippumattomilla) koe- tai havaintoasetelmilla, on tieteilijöillä hyvät perusteet uskoa, että ilmiö on todellinen eikä vain yksittäisen koeasetelman tuottama harhaanjohtava havainto. Ajatukseen sopii luontevasti myös se, että tieteilijät eivät ole kiinnostuneita toistamaan kokeita täsmälleen, vaan pyrkivät tuottamaan *parempaa* tai *vaihtoehtoista* havaintoaineistoa samasta ilmiöstä.

Erottelun avulla voidaan ymmärtää, miksi tieteilijät eivät ole vakuuttuneita esimerkiksi parapsykologisten tutkimusten tuottamista tuloksista. Parapsykologit ovat ajoittain pystyneet tuottamaan havaintoaineistoa, joka ehkä viittäisi parapsykologisiin ilmiöihin. Ongelmaksi on muodostunut se, että he eivät ole kyenneet kehittämään koeasetelmiaan sellaisiksi, että ne kiistatta toisivat esille *vakaan* ilmiön. He eivät myöskään ole ajan kuluessa pystyneet parantamaan havaintoaineistonsa laatua (esimerkiksi sen tarkkuutta) eivätkä osoittamaan vaihtoehtoisia tapoja havainnoida samaa ilmiötä. Tieteilijät odottavat näin ajan mittaan tapahtuvan, jos ilmiö olisi todellinen. Siitä, että parapsykologian vastustajat eivät ole kiistatta pystyneet selittämään kaikkia parapsykologien koetuloksia, ei siis ole parapsykologeille lohtua: yksittäisten mitaustulosten selittäminen ei ole tieteellisesti kiinnostavaa paitsi jos tavoitteena on tutkimuslaitteiston toiminnan parantaminen ja selvittäminen. Edelleen, parapsykologit ymmärtävät todistamisen taakan väärin: tieteilijöiden tehtävä ei ole osoittaa, että he eivät ole voineet havaita parapsykologisia ilmiöitä. Päinvastoin, parapsykologien tehtävänä on vakuuttaa muut siitä, että he ovat todella havainneet tällaisia ilmiöitä. Tieteessä todistamisen taakka on aina uusien väitteiden esittäjillä.

Erottelu auttaa jäsentämään myös havaintojen tulkintaan liittyviä erilaisia ”teorioita”. Kokeiden tekemistä ja tulosten luotettavuuden arviointia eivät hallitse niinkään varsinaiset teoriat vaan erilaiset käytännön tekniikat, jotka liittyvät erilaisten häiriö- ja virhetekijöiden kontrolloimiseen, kokeiden toistettavuuteen, koelaitteiden toiminnan tutkimiseen ja kalibrointiin sekä tilastollisten

analyysimenetelmien soveltamiseen. Voisimme puhua *havaintoaineiston tuottamisen teoriasta*. Tämä ”teoria” sisältää oletuksia tutkittavaan systeemiin vaikuttavista tekijöistä, laitteiden toimivuudesta, kokeentekijän kyvyistä ja niin edelleen. Tärkeää on, että nämä ”teoriat” ovat useimmiten *riippumattomia* testattavasta teoriasta. Näin teorian testaaminen ei edellytä sen omaa totuutta, mikä tekisi testaamisesta kehämäistä.

Toinen tärkeä seikka on, että ”teoria” ymmärretään tässä yhteydessä väljästi. Bogen ja Woodward sallivat sen, että jokin laite saattaa olla luotettava havaintoaineiston tuottamisessa vaikka meillä ei ole varsinaista teoriaa sen toimintamekanismeista. On toki parempi, että ymmärrämme (tai että ainakin joku ymmärtää) laitteemme yksityiskohtaisen toimintamekanismin, mutta tämä ei aina ole välttämätöntä, sillä välineen luotettava ja ennustettava toiminta aiotuissa olosuhteissa riittää. Hyvä esimerkki on ihmissilmä: sitä on käytetty tieteellisten havaintojen teossa kauan ennen kuin olemme päässeet selville sen toimintamekanismeista. Samanlainen historia on myös monilla tieteellisillä välineillä.

Kokeiden tekeminen tutkimuskohteena

Yksi havaintojen teoriapitoisuutta koskevan filosofisen keskustelun seurauksista on ollut kasvava kiinnostus kokeiden ja havaintojen tekemisen empiiriin ja historialliseen tutkimiseen sekä perinteisen tieteenfilosofian kritiikki. Esimerkiksi Ian Hacking (1983) kritisoi perinteistä tieteenfilosofiaa siitä, että se on ollut liian teoriapainotteista: useimmat filosofiset tutkimukset kohdistuvat teorioihin teoreettisiin lakeihin ja malleihin tai käyttävät niitä esimerkkeinä. Toinen puoli modernista tieteestä, kokeet, ovat olleet näissä tarkasteluissa sivuosissa. Hacking haluaakin antaa kokeille ja koejärjestelyjen käytännölle suuremman roolin tieteenfilosofiassa.

Vastauksena perinteisen tieteenfilosofian teoriakeskeisyyteen Hacking pyrki osoittamaan, että kokeet voivat olla myös melko riippumattomia teorioista, jolloin teorianmuodostuskin voi olla lähtöisin jostakin yllättävästä koetuloksesta. Tavoitteena oli osoittaa, että teorian ja kokeiden suhteesta ei voida antaa mitään yhtä oikeaa yleistä kuvausta: joissakin tapauksissa kokeellinen tutkimus voi olla itsenäistä, teorioista riippumatonta.

Tällaisena tapauksena voidaan pitää esimerkiksi positronin löytymistä vuonna 1932: Paul Diracin elektroniteoria ennusti positronin olemassaolon, mutta positronin löytänyt yhdysvaltalainen C. D. Anderson ei tiennyt tästä keksintöä tehdessään. Tietenkin hän joutui turvautumaan monenlaisiin teoreettisiin päättelyihin sen varmistamiseksi, että hiukkanen todella oli uusi eikä esimerkiksi elektroni, mutta joka tapauksessa löytö oli yllättävä, tutkimusta ohjaavista teorioista riippumaton tulos. Myös sattumalta tehty havainto voi olla merkittävä: esimerkki tästä on kosmisen taustasäteilyn löytyminen.

Teorian ja riippumattomien havaintojen suhde on kuitenkin historiallisesti muuttuva. Esimerkiksi fysiikassa tällaiset tapaukset ovat luultavasti olleet yleisempiä aikaisemmin: nykyisten hiukkaskiihdyttimien aikana ainakin hiukkasfysiikan kokeet ovat niin monimutkaisia ja kalliita, että kenellekään ei ole mahdollisuutta vain kokeilla ilman, että tiedetään ennakolta mitä etsitään. Luultavasti yleisin tapaus on se, jossa teoria ja kokeet ovat läheisessä yhteydessä toisiinsa; tällöin voidaan kyllä erottaa teoreettinen ja kokeellinen tutkimus toisistaan, mutta edellinen ohjaa jälkimmäistä esittämällä teoreettisista malleista johdettuja seuraamuksia, jotka ovat mitattavissa senhetkisen koelaitteiston avulla. Jälkimmäisten antamat tulokset taas voivat joko edistää tai estää tietynlaisten teorioiden hyväksyntää ja edelleenkehittelyä.

Hackingin näkemykset edustavat 1980-luvulta alkanutta ”uutta eksperimentalismia”. Keskeisellä sijalla tässä tutkimussuunnassa ovat olleet sosiologiset ja filosofiset tapaustutkimukset. (Ks. esim. Hacking 1983; Collins 1985; Shapin & Schaffer 1985; Galison 1987 ja 1997; Gooding, Pinch & Schaffer 1989; Gooding 1990; Radder 2003.) Esimerkkinä kokeiden tekemisen tutkimuksesta tarkastelemme seuraavassa Harry Collinsin tutkimuksia, jolla on ollut suuri merkitys myöhemmälle keskustelulle tieteen tutkimuksessa.

Harry Collins: hiljainen tieto ja kokeentekijän regressio

Collinsin tutkimus edustaa niin sanottua *empiirisen relativismin ohjelmaa*, jonka kohteena ovat kokeiden tekemiseen ja toistamiseen liittyvät kiistat. Tässä lähestymistavassa osoitetaan aluksi kokeellisen havaintoaineiston tulkinnallinen joustavuus tuomalla esille eri tutkijaryhmien erilaiset teoreettiset tulkinnat ja arviot samoista koesarjoista ja niiden tuloksista. Toisessa vaiheessa pyritään kuvaamaan ne sosiaaliset mekanismit, joilla nämä *periaatteessa* päättymättömät

kiistat tosiasiallisesti saatetaan päätökseen. Periaatteessa siis Collins tutkii, kuinka edellä kuvatut havaintojen teoriapitoisuus ja teorioiden testaamisen holistisuus tulevat esiin todellisissa tieteellisissä kiistoissa ja pyrkii sitten selittämään, kuinka tällaiset kiistat päättyvät. Kiistat voisivat periaatteessa jatkua loputtomiin, mutta näin ei tapahdu. Collins haluaa tietää, *miksi* kiistat päättyvät, *kuinka* ne päättyvät ja mikä määrää *milloin* ne alkavat ja päättyvät. Vastavaa asetelmaa voidaan tietenkin soveltaa myös tilanteissa, joissa havaintoaineiston tulkinta ei tosiasiallisesti ole kiistanalaista. Tällöin kysytään miksei tieteellistä kiistaa syntynyt, vaikka se olisi ollut mahdollinen tai jopa odotettavissa. Kaikista tieteellisistä erimielisyyksistä ei synny julkista kiistaa.

Ennen kuin siirrymme itse Collinsin tutkimuksiin, on syytä esittää yleinen huomio tieteellisistä kiistoista tieteentutkimuksen tutkimuskohteina. Miksi tieteentutkijat (sosiologit, filosofit ja historioitsijat) niin usein keskittyvät juuri tieteellisten kiistojen tutkimiseen? Perustelu on metodologinen. Ensiksikin tutkittaessa tieteellistä kiistaa tieteilijät esittävät itse aineiston vaihtoehtoiset tulkinnat – tieteentutkijan ei itse tarvitse ryhtyä spekuloidaan. Toiseksi, kiistan aikana tuodaan esille sellaista taustatietoa, joka muutoin pysyy näkymättömänä (taustaoletukset, arviot kollegojen pätevydestä, tutkijoiden päämäärät). Tämä avaa tieteentutkijalle pääsyn tieteen elementteihin, jotka olisivat muutoin hyvin vaikeasti saavutettavissa (ja usein varsinkin kaukaista historiaa tutkittaessa jopa kokonaan saavuttamattomia). Tarkoituksena ei sen sijaan ole antaa kuvaa, että tiede olisi aina yhtä kiistanalaista kuin tutkittavissa tapauksissa.

Olennaista Collinsin tutkimusasetelmassa on, että hän ei sosiologina ota kantaa siihen, kuka on oikeassa tai kenen perustelut ovat parempia. Hän itse muotoilee tämän lähestymistavan heuristiseksi relativismiksi, joka nojautuu periaatteeseen: *Kohtele deskriptiivisiä väittämiä kuin ne olisivat väitteitä fiktioista.*

Tällaisen relativismin perustelu on siinä, että jos ryhmät (tai kulttuurit) eroavat siinä, kuinka ne näkevät maailman, emme voi selittää näitä näkemyksiä pelkästään viittaamalla siihen, millainen maailma on. Heuristisen relativismin tarkoituksena on auttaa näiden erojen esiin nostamisessa, mutta siitä ei suoraan seuraa filosofisesti kiistanalaisempia ontologisen tai epistemologisen relativismin muotoja. Collinsin muotoilu on tosin hieman kiistanalainen, sillä on epäselvää, miksi tutkittavia väitteitä tulee tutkia fiktioina sen sijaan että vain sulkeistettaisiin esimerkiksi niiden totuusarvo tai oikeellisuus. Näihin filosofisiin teemoihin palataan yhdeksännessä luvussa.

Collinsin tavoitteena on kyseenalaistaa yleisesti hyväksytty näkemys tieteellisestä toiminnasta. Tämän näkemyksen mukaan tieteellisen toiminnan periaatteet voidaan esittää algoritmin kaltaisten sääntöjen muodossa. Niitä seuraamalla tutkija takaa tutkimustulostensa objektiivisuuden. Toinen elementti tässä tiedonkäsityksessä on ajatus, että kaikki olennainen tieteellinen tieto voidaan esittää eksplisiittisten väitelauseiden (propositioiden) muodossa. Collins kutsuukin tätä näkemystä tiedon *algoritminäkemykseksi*. Sen tilalle Collins esittää mallia, jota hän kutsuu tietämisen *enkulturaationäkemykseksi*. Collinsin innoittajina ovat toimineet Ludwig Wittgensteinin myöhäisfilosofia ja Michael Polanyin kirjoitukset hiljaisesta tiedosta (engl. *tacit knowledge*), jolla tarkoitetaan ei-propositionaalista taitojen muodossa olevaa tietoa.

Collinsin konkreettisena tutkimuskohteena ovat tieteellisten koejärjestelyjen toistaminen ja niihin liittyvät tieteelliset kiistat. Kirja *Changing Order* (1985) kokoaa yhteen kolme alun perin 1970-luvulla tehtyä tapaustutkimusta. Ensimmäinen tapaustutkimus tarkastelee jo vakiintunutta tietoa. Siinä Collins tarkastelee niin sanottujen TEA-lasereiden rakentamiseen liittyviä vaikeuksia. Toisessa tapaustutkimuksessa tarkastellaan vielä vakiintumatonta tietoa, tutkimuksen etulinjaa. Siinä kohteena ovat 1970-luvun alussa tehdyt kokeet niin sanottujen gravitaatioaaltojen mittaamiseksi. Kolmas tapaustutkimus liittyy tutkimukseen, jota voidaan luonnehtia epätieteelliseksi tai vähintään kiistanalaiseksi. Collins seuraa siinä keskustelua eräiden paranormaalien ilmiöiden olemassaolon kokeellisesta todistamisesta. Collins käyttää aineistonaan kilpailevien tutkimusryhmien haastatteluja, julkaistua materiaalia sekä omia kokemuksiaan siitä, kuinka hän osallistui yrityksiin toistaa kokeita. Tutustumme seuraavassa lyhyesti kahteen ensimmäiseen tapaustutkimukseen.

Vaikka ensimmäisen tapaustutkimuksen kohteena ollut TEA-laserin rakentaminen ei enää Collinsin tutkimana ajankohtana ollut varsinaista etulinjan tutkimusta, Collins havaitsi, että toimivan kopion rakentaminen toimivasta laserista oli kaikkea muuta kuin triviaali toimenpide. Laseria yritettiin aluksi rakentaa nojautuen pelkästään siitä julkaistuihin artikkeleihin ja raportteihin, eikä laseria saatu toimimaan. Julkaistu materiaali ei sisältänyt riittävästi informaatiota laserin rakentamiseksi, eikä tutkijoiden käyttämä yrityksen ja erehdyksen menetelmä myöskään tuottanut tulosta. Tutkitun tutkijaryhmän lukuisat epäonnistumiset toimivan laserin rakentamisessa osoittivat, että

toimivan laitteiston rakentaminen on taitolaji ja että *taitojen muodossa olevan tiedon välittyminen on oikukasta.*

Välttämättömäksi elementiksi onnistuneessa laserin rakentamisessa osoitautui kosketus ryhmään, joka oli onnistunut rakentamaan toimivan laserin. Vasta toimivan laitteiston ja sen toiminnan näkeminen ja mahdollisuus täydentää tietoja laitteiston rakentaneiden tutkijoiden kanssa teki mahdolliseksi toimivan kopion rakentamisen. *Taidon muodossa oleva tieto siis siirtyy parhaiten (tai ainoastaan) taidon hallitsevien välityksellä.* Collins toteakin, että tieteellisen koelaitteiston tai -järjestelyn rakentamiseen sisältyy olennaisena elementtinä tieto, jota ei voida tyhjentävästi esittää propositionaalisessa muodossa ja jonka voi hankkia vain käytännön kokemuksen kautta. Se on luonteeltaan *käytännön kautta opittava ja kehittyvä taito. Kuten taitoja, sitä ei voida täysin eksplikoida tai tehdä täysin erehtymättömäksi.* Tätä tietoa Collins kutsuu Michael Polanyita seuraten hiljaiseksi tiedoksi. Collinsin mukaan hiljaisella tiedolla on tieteessä olennainen rooli eikä siitä voida koskaan päästä lopullisesti eroon.

Hiljainen tieto ei liity vain tieteeseen. Tärkeä osa myös arkitiedostamme on erilaisten kokemuksen myötä syntyneiden taitojen, intuitioiden ja tottumusten muodossa. Tätä tietoa ei voida tyhjentävästi esittää väitelauseiden muodossa. Usein käytetty esimerkki hiljaisesta tiedosta on polkupyörällä ajamisen taito. Tällaisen tiedon kielellisen välittämisen vaikeus tulee esiin, kun kuvittelemme, millaista olisi opettaa puhelimitse polkupyörällä ajamista ihmiselle, joka ei ole koskaan ajanut pyörällä tai edes nähnyt pyörää. Tehtävä tuskin onnistuisi, elleimme jollakin tavoin pääsisi näyttämään oppilaalle esimerkkiä, ja silloinkin oppilaan omalla yrityksen ja erehdyksen kautta oppimisella olisi olennainen rooli.

Hiljaisella tiedolla on joitakin kiinnostavia piirteitä, jotka tekevät ne pulmallisiksi Collinsin kritisoimalle tiedon algoritminäkemykselle. Yksi näistä on se, että *ei ole olemassa ulkoista tuntomerkkiä, jonka avulla voitaisiin tunnistaa taidon siirtyminen tai hallitseminen.* Ainoa toimiva kriteeri sille, onko jollakulla kyky rakentaa toimiva TEA-laser, on sellaisen onnistunut rakentaminen. Tieteilijä saattaa toki uskoa, että hän tietää, kuinka toimiva koejärjestely rakennetaan, mutta tämä on vain hänen toiveajatteluaan, kunnes hän on todella toteuttanut järjestelyn onnistuneesti. Onnistuminen on siis kyvyn viimekätinen ja ainoa todiste. Mistä sitten tunnistamme onnistuneen koejärjestelyn rakentamisen? Collinsin mukaan viime kädessä *oikeasta* kokeen lopputuloksesta

tai laitteiston toiminnasta. Hän toteaaikin, että *laitteiston oikean toiminnan, laitteiston osat ja pätevän kokeentekijän määrittelevät niiden kyky osallistua oikean kokeellisen lopputuloksen tuottamiseen*. Muita ratkaisevia kriteerejä ei ole.

Näistä jo vakiintuneesta tieteestä nousevista havainnoista voimme siirtyä tutkimuksen etulinjaan, jossa tieteilijät eivät vielä voi varmoja siitä, kuinka koejärjestelmän tulisi toimia. Laserin rakentaminenhan on sikäli ongelmaton, että rakentamiseen osallistuvat tieteilijät tietävät, miten toimivan laserin tulisi käyttäytyä. Tämä antaa heille mittapuun sille, ovatko he onnistuneet kopiaimaan mallina toimineen koejärjestelyn. Jos laser ei toimi, on vika laitteiston rakentajassa, sillä laserin *pitäisi* toimia. Tutkimuksen etulinjassa tällainen asetelma ei toimi: tutkijat ovat erimielisiä siitä, mikä on kokeen oikea lopputulos. Juuri tämä on tilanne Collinsin toisessa tapaustutkimuksessa, jonka kohteena ovat professori Joseph Weberin väitteet siitä, että hän on onnistunut havaitsemaan niin sanottuja gravitaatioaaltoja.

Kiistan taustalla on yleisen suhteellisuusteorian seuraus, että liikkuvat kappaleet, joilla on massa, lähettävät gravitaatioaaltoja. Gravitaatioaalto ovat kuitenkin niin heikkoja, että niiden havainnointi on erittäin vaikeaa. 60-luvun lopulla kiisteltiin jopa siitä, ovatko ne edes periaatteessa havaittavissa. Kysymys oli teoreettisesti tärkeä ja se muodosti kokeentekijöille kunnianhimoisen haasteen. Tässä tilanteessa esiin nousi jo aikaisemmillä tutkimuksillaan mainetta saanut Marylandin yliopiston professori Joseph Weber. Hän rakensi 60-luvun lopulla mittalaitteiston, jonka avulla hän väitti pystyvänsä havainnoimaan gravitaatioaaltoja. Yksittäinen mittalaite koostui noin tonnin painoisesta tangosta, joka oli sijoitettu tyhjiökammioon mahdollisimman hyvin eristettynä. Tankoon kiinnitettyjen erittäin herkkien sensorien avulla pyrittiin mittaamaan tangon värinää. Fyysisesti eristämällä joitakin häiriötekijöitä koelaitteiston ulkopuolelle ja teoreettisesti laskemalla toisten häiriötekijöiden vaikutuksen Weber toivoi voivansa mitata tangon avulla avaruudesta saapuvia gravitaatioaaltoja, tai oikeammin vaihtelua gravitaatioaaltojen määrässä. Ajatuksena oli, että laitteisto mittaisi sellaisia vaihteluja tangon värähtelyssä, joita ei voitaisi selittää millään muilla keinoin kuin viittaamalla gravitaatioaaltojen vaikutukseen.

Weberin tulokset olivat ristiriidassa teoreettisten ennusteiden kanssa, sillä Weberin laitteisto havaitsi enemmän gravitaatioaaltoja kuin olisi ollut teoreettisesti odotettavissa. Collinsin mukaan Weberin tulokset otettiin kuitenkin vakavasti 70-luvun alussa muun muassa seuraavista syistä:

- 1) Mittalaite oli uusi ja huomattavasti edistyneempi kuin aikaisemmat laitteet;
- 2) Weber kykeni parantamaan laitteistoa vastauksena kritiikkiin parantamalla muun muassa tulosten analyysimenetelmiä;
- 3) Tuloksilla oli joitakin uskottavuutta lisääviä piirteitä, esimerkiksi mittaus-
tulosten vaihtelu vuorokauden ja vuodenajan mukaan.

Alun alkaenkaan kovinkaan moni ei väittänyt uskovansa Weberin väitteitä, mutta kukaan ei julkisesti julistanut niitä suoralta kädeltä vääriksi. Weberin väitteet otettiin siis vakavasti ja useat ryhmät yrittivät toistaa Weberin tuloksia, mutta vaihtelevalla menestyksellä. Tästä alkaa Collinsia kiinnostava vaihe. Vaihteleva menestys Weberin tulosten toistamisessa johti erimielisyyksiin siitä, mitkä laitteistot ja tutkimustulokset olivat luotettavia. Eri tutkijoilla oli hyvinkin erilaisia selityksiä sille, miksi tietyt laitteistot tuottivat sellaisia tuloksia kuin ne tuottivat. Luonnollisesti nämä erimielisyydet koskivat myös sitä, ketkä olivat päteviä koelaitteistojen rakentajia. Se, kuinka onnistumista arvioitiin, oli sidoksissa siihen, kuinka tieteilijä suhtautui gravitaatioaaltojen mitattavuuteen tällaisella laitteistolla. Omaa kantaa tukevia tuloksia pidettiin yleisesti pätevän koejärjestelyn tuloksina, kun taas oman kannan kanssa ristiriidassa olevia tuloksia selitettiin pois erilaisilla virhetekijöillä tai laitteiston suunnitteluvirheillä. *Normaalin kriteerin – onnistuneen lopputuloksen – puuttuessa tieteilijät siis kiistelivät siitä, mitkä kokeet on suoritettu pätevästi.* Arviot pätevydestä ja tulosten oikeellisuudesta kulkivat käsi kädessä. On syytä panna vielä merkille, että samalla kannalla olevien kesken ei ollut suurta yksimielisyyttä siitä, mikä selitti muiden saamat virheelliset tulokset. Tämä on tyypillistä tieteellisten kiistojen alkuvaiheelle.

Collinsin kuvaama kiistatilanne on erittäin mielenkiintoinen esimerkki yleisemmästä ongelmasta. Jotta koe tai havainto voisi ratkaista, kuka on oikeassa, olisi kyettävä tekemään koe oikein. Kun on kiistanalaista, miten koe suoritetaan oikein, tällaista riippumatonta mittaa tai kriteeriä ei ole. *Kiistel-täessä siitä, mikä on kokeen pätevä suoritus, kiistellään samanaikaisesti myös siitä, mikä on kokeen oikea lopputulos* eli onko väitetty ilmiö todellinen vai ei. Vasta kun syntyy yhteisymmärrys siitä, miten koe tulee tehdä tai mikä on oikea lopputulos, voidaan viimein päättää siitä, kenen koejärjestely on toimiva. Ennen tällaista tieteellisen mielipiteen kristallisoitumista kiista kulkee kehässä. Collins kutsuu tätä kehää *kokeentekijän regressioksi*. Tämä dilemma voidaan esittää seuraavan taulukon avulla. Se esittää, kuinka arvio siitä, onko

koejärjestely tehty pätevästi, on sidoksissa siihen, uskooko tieteilijä ilmiön olemassaoloon ja siitä sopivatko havainnot yhteen väitetyn ilmiön kanssa.

Ovatko havainnot yhteensopivia ilmiön kanssa?	Uskooko tieteilijä ilmiön olemassaoloon?		
	<i>Ei</i>	<i>Kyllä</i>	<i>Ei</i>
		[1] ei pätevä	[3] pätevä
	<i>Kyllä</i>	[2] pätevä	[4] ei pätevä

Collinsin mukaan pelkät muodolliset metodiset säännöt ja tehdyt havainnot eivät riitä lopettamaan tätä regressiota. *Periaatteessa* on mahdollista jatkaa tässä kehässä loputtomasti. Regression ratkaisemiseksi tarvitaan jotain muutakin. Tästä nouseekin Collinsin keskeinen sosiologinen kysymyksenasettelu: *kuinka tieteilijät katkaisevat kokeentekijän regressioon sisältyvän kehän?*

Gravitaatioaaltoja koskeva julkinen kiista päättyi käytännössä vuoteen 1975 mennessä. Useimmat muut tutkijat päätyivät johtopäätöksen, että Weber ei ollut havainnut gravitaatioaaltoja. On erittäin tärkeää muistaa, että kiistassa oli koko ajan kyse siitä, onko Weber havainnut gravitaatioaaltoja, ei siitä, onko gravitaatioaaltoja olemassa tai ovatko ne periaatteessa havaittavissa. Gravitaatioaaltoja yritetään edelleen havainnoida, mutta huomattavasti herkemmillä laitteilla.

Perusteita Weberin tulosten hylkäämiselle olivat muun muassa seuraavat:

- 1) Weberin analyysimenetelmissä oli ongelmia, joita hän ei pystynyt vakuuttavasti poistamaan;
- 2) Weber sai positiivisia tuloksia myös tilanteissa, joissa niitä kiistatta ei olisi pitänyt saada;
- 3) Weberin tulosten uskottavuus ei lisääntynyt ajan kuluessa, pikemminkin päinvastoin;
- 4) Muut eivät kyenneet kiistatta toistamaan Weberin havaintoja.

Weber itse jatkoi kuitenkin edelleen tutkimusta eikä luopunut perusväitteistään. Kriitikki ei siis vakuuttanut häntä itseään. Collinsin mukaan kiistan sulkeutumisessa oli merkillepantavaa, että mikään edellä esitetyistä perusteluista ei jäänyt vaille Weberin tai hänen kannattajiensa vastaväitteitä. Niitä ei pidetty hyväksyttävänä perusteina epäillä Weberin tuloksia tai niihin katsottiin vastatun tyydyttävästi. Myöskään kriitikot eivät olleet keskenään yksimielisiä: mikään mainituista vasta-argumenteista ei noussut vastustajien mielissä ratkaisevaksi. Ratkaisevana tekijänä ei ollut yksi kiistaton argumentti vaan vasta-argumenttien kokonaispaino.

Toinen Collinsin huomio on, että vaikka syntyi suuri yhteisymmärrys

siitä, että Weber on väärässä, ei syntynyt yhteisymmärrystä siitä, miksi Weber sai sellaisia tuloksia kuin sai. Kun konsensus suhtautumisesta Weberin väitteisiin oli syntynyt, tästä kysymyksestä ei oltu edes kiinnostuneita. Tutkijoiden mielenkiinto siirtyi muihin kysymyksiin. Weberin vääräksi osoitettujen mittaus- tulosten selittämisellä ei katsottu olevan tieteellistä mielenkiintoa, ja tutkijan rajallista aikaa päätettiin käyttää tutkimukselle hedelmällisempiin aiheisiin.

Tiedeyhteisö päätyi hylkäämään Weberin väitteet, ja kun Weber edelleen itsepintaisesti piti niistä kiinni, hän ajautui ajan kuluessa yhä kauemmaksi muusta fyysikkoyhteisöstä ja sen tutkimuksesta. Puolustukseen koetuloksiaan Weber joutui tekemään yhä enemmän ja enemmän väitteitä, joita muu tiedeyhteisö ei ollut valmis hyväksymään. Voidaan sanoa, että Weber käyttäytyi edellä tarkastellun Quinen teesin mukaan. Tämän vuoksi hänen tieteellinen uskottavuutensa kärsi yhä suurempia vahinkoja. Samalla hänen mahdollisuutensa saada muiden tutkijoiden huomiota uusille tuloksilleen vähenivät, eikä myöhemmin juuri kukaan ottanut hänen väitteitään vakavasti.

Vaikka kiistan alussa Weber oli ollut arvostettu fyysikko, sen lopussa hän oli yksin tutkimustensa kanssa. Collins toteaaakin, että *pitkällä aikavälillä uskomukset vallitsevista näkemyksistä jyrkästi poikkeavista ilmiöistä voivat elää vain elämänmuodoissa ja instituutioissa, jotka ovat vain vähän tekemisissä muun tieteen kanssa*. Weberistä tuli marginaalitutkija tieteen reuna-alueille. Samanlaisen mutta pidemmälle menevän prosessin Collins havaitsi kolmannessa tapauksessa, joka käsitteli paranormaalien ilmiöiden tutkimusta. Paranormaalien ilmiöiden puolustajat ja heidän tieteelliset kriitikkinsä ovat edelleen erimielisiä siitä, mitä parapsykologisia väitteitä testaavat kokeet osoittavat. Parapsykologeilla on mielestään perustelut sille, miksi tieteilijöiden saamat negatiiviset tulokset eivät todista heidän olevan väärässä. Hinta tästä on kuitenkin merkittävä: parapsykologit eivät ole osa tiedeyhteisöä, vaan elävät omissa erillisissä yhteisössään omine lehtineen ja seuroineen. Collinsin sanoin tiedollinen järjestys heijastaa sosiaalista järjestystä.

Collinsin tutkimuksen arviointia

Vaikka jotkut hätäiset arvioijat ovat tulkinneet Collinsin kirjoituksia tieteen kritiikkinä, on tärkeää huomata, että kysymys ei ole tästä. Collins ei yritä osoittaa, että tieteelliset näkemykset ovat huonosti perusteltuja tai että jotkin

vaihtoehtoiset näkemykset olisivat yhtä hyviä. Kohteena ei ole tieteen auktoriteetti vaan pikemminkin tietty käsitys tieteestä ja tiedosta. Hän ei siis pyri väittämään, että hänen tutkimissaan tieteissä on jotain vikaa – pikemminkin vikaa on siinä tyypillisessä tavassa, jolla kuvaamme tiedettä. Hänen keskeinen teesinsä on, että jos tarkastelemme tiedettä algoritminäkemyksen mukaisesti, meiltä jää huomaamatta joitakin tieteen olennaisia ulottuvuuksia ja ymmärtämättä olennaisia asioita tieteellisen tiedon luonteesta. Hänen tutkimuksensa ovatkin johtaneet hedelmälliseen teoreettiseen keskusteluun ja toimineet esimerkkeinä muille kokeiden tekemisen tutkijoille. Collinsin teesit eivät kuitenkaan ole jääneet vaille kovaakin kritiikkiä.

Yksi paljon keskustelua herättänyt teema on Collinsin käyttämä hiljaisen tiedon käsite. Hänen (ja monien muiden tutkijoiden) on havaittu käyttävän tätä käsitettä varsin laajassa merkityksessä. Vaikka hiljaisen tiedon nostaminen esille on sinänsä ansiokasta, kaipaisi tämä käsite lisäanalyysia ja erittelyä, sillä muutoin vaarana on käsitteen mystifiointi. Hiljaisen tiedon käsitteelle onkin annettu monia eri rooleja argumentaatiossa, ja on epäselvää, selviääkö sama käsite näistä kaikista tehtävistä. Yhtäällä Collins esimerkiksi käyttää hiljaisen tiedon käsitettä erottaakseen taidot propositionaalisesta tiedosta. Toisaalla hiljainen tieto viittaa siihen tietoon, jota julkaistut tieteelliset artikkelit eivät välitä. Nämä kaksi eivät selvästikään ole samoja asioita. Olisikin syytä eriyttää hiljaisen tiedon käsitettä sen eri käyttötarkoituksen mukaan. Muutoin vaarana ovat yhtä suuret filosofiset ongelmat kuin käsitteen käyttöönoton oli tarkoitettu ratkaista.

Yhden mielenkiintoisen jatkotutkimuksen ovat tehneet Alberto Cambrosio ja Peter Keating (1988). He osoittavat, että tieteilijöillä itsellään on kehittynyt näkemys taitojen ja hiljaisen tiedon luonteesta ja asemasta tutkimuksessaan. Cambrosio ja Keating myös dokumentoivat tapoja, joilla tieteilijät käytännössä (menestyksekkäästi) ”formalisoivat” hiljaista tietoa, mikä osin kyseenalaistaa Collinsin alkuperäisen analyysin. Myöhemmin Collins (2001) onkin eritellyt käsitystään hiljaisesta tiedosta, ja näin tämän käsitteen eri merkitykset ovat käynnissä olevan tietentutkimuksellisen keskustelun teemoja. Aiheeseen liittyvä tutkimus jatkuu edelleen. Mielenkiintoisia tutkimusteemoja ovat esimerkiksi seuraavat:

- 1) Cambrosion ja Keatingin työn jatkaminen eli ”kansanteoriat” tiedon eri muodoista ja niiden suhteista. Tieteilijöiden omat käsitykset omasta tiedostaan ovat tärkeä tutkimuskohde itsessään, ja toiseksi näillä ”teorioilla”

on huomattava heuristinen arvo kehitettäessä tieteen tutkimuksellista näkemystä tieteellisestä tietämisestä.

- 2) Kysymys siitä, kuinka suurelta osin hiljainen tieto todella on olennaisesti hankalasti välitettävää ja kuinka paljon näihin hankaluuksiin vaikuttavat tutkijaryhmien välinen kilpailu ja salailu sekä toisaalta tieteellisten julkaisumuotojen muodolliset rajoitukset. Kysymys on siis siitä, kuinka suuri osa tästä tiedosta on *periaatteessa* ilmaistavissa.
- 3) Standardisointi: kuinka paikallisesta hiljaisesta tiedosta tuotetaan laajemmalti käyttökelpoisia ”helppoja” rutiineja ja välineitä, joiden käyttö ei edellytä huomattavaa erityistietämystä tai -kokemusta ja jotka toimivat myös paikallisista olosuhteista poikkeavissa tilanteissa.
- 4) Hiljaisen tiedon käsitteen käyttö retorisisena resurssina tieteilijöiden kiistoissa ja toisaalta asiantuntijoiden tai professioiden auktoriteetin vahvistajana.

Toinen paljon keskusteltu teema liittyy kokeentekijän regressioon ja Collinsin tiedon algoritminäkemyksen kritiikkiin. Collinsin argumentaatio nojaa vahvasti algoritmi- ja enkulturaationäkemyksen vastakkainasettelulle, ja hän tuntuu samastavan rationaalisuuden ja algoritminäkemyksen. Kun hän sitten toteaa, että kokeentekijän regression ratkaiseminen edellyttää ”ei-tieteellisten tekijöiden” mukanaoloa, on argumentin johtopäätösten tulkintaa koskeva kiista valmis. Kuinka tulkita tätä väitettä? Tarkoittaako Collins ”ei-tieteellisillä tekijöillä” ei-tiedollisia tekijöitä vaiko vain tekijöitä, jotka eivät sisälly erittäin niukkaan tiedon algoritminäkemykseen? Ensimmäinen johtopäätös olisi radikaali, ja monet kriitikot ovat osoittaneet, että se ei seuraa Collinsin empiirististä tuloksista tai hänen teoreettisista argumenteistaan. Toinen johtopäätös taas ei ole itse asiassa kovin haastava: vastaako Collinsin kuvaama karikatyyri algoritminäkemyksestä itse asiassa kenenkään todellista näkemystä asiasta? Tilanne on siis vaikeasti tulkittavissa, sillä niin paljon riippuu siitä, missä merkityksessä sanoja ”rationaalinen” ja ”ei-tieteellinen” käytetään. Aineisto ei riitä vahvoihin filosofisiin johtopäätöksiin rationaalisuudesta. Mutta ollaanpa oikeista teoreettisista johtopäätöksistä mitä mieltä tahansa, Collinsin tutkimukset pakottavat keskustelijat artikuloimaan, mitä he oikeastaan näillä abstrakteilla käsitteillä tarkoittavat. Tutkimus voi viedä keskustelua eteenpäin myös pakottamalla muut kehittämään vaihtoehtoisen tulkinnan samalle havaintoaineistolle.

Kuinka hyvin Collins sitten onnistuu tutkimiensa kiistojen sosiologisessa analyysissä? Hän onnistuu hyvin osoittamaan havaintoaineiston tulkinnallisuuden,

mutta analyysi kiistan sulkeutumisen mekanismeista jää puutteelliseksi. Päällimmäinen tulos on, että kiista päättyi. Collins ei pysty selittämään, *miksi* kiista päättyi juuri tuolla tavalla ja juuri tuolla hetkellä. Ongelma ei ole vain Collinsin. Tällaisiin kysymyksiin vastaaminen edellyttäisi kehittyneitä sosiologista teoriaa, joka kykenisi ottamaan tutkijaryhmien sosiaalisen dynamiikan lisäksi huomioon myös tieteen sisällölliset ulottuvuudet. Collinsilla ei ollut käytettävissään tällaista teoriaa, eikä sellaista ole käytettävissä vielääkään. Tästä syystä Collinsin sosiologinen analyysi tuleekin nähdä panoksena keskusteluun, jonka tavoitteena on tällaisen teoreettisen kehikon rakentaminen.

Onko Collinsin sosiologisella analyysillä sitten jotakin tarjottavaa tällaisen teoreettisen kehikon rakentamiseen? Itse asiassa ei paljoakaan. Collinsin keskeisenä tavoitteena on osoittaa algoritminäkemyksensä vääräksi, joten hän ei näe kovinkaan paljon vaivaa tieteilijöiden argumentaatioketjujen ja retoristen strategioiden analyysiin. Osin tästä syystä kiistan dynamiikka ja ratkaisu "kristallisoituminen" jäävät hänelle varsin yllättäväksi tapahtumasarjaksi. Tieteellisten kiistojen tutkimuksessa tulisikin argumentaatioanalyysin ja retoriikan välineillä olla keskeinen sija. Kiistan sosiaalisia ulottuvuuksia koskevassa analyysissä keskeinen "ydinjoukon" käsite jää lisäksi varsin epäselväksi. Yksi sen ongelmista on, että se viittaa kiistaan osallistuviin (mahdollisesti eri tieteenaloilta lähtöisin oleviin) tieteilijöihin, joiden piirissä kiistan ratkaisu ja uuden tiedon tuottaminen Collinsin mukaan tapahtuu. Mutta onko tämä oikea analyysikohte tutkittaessa tieteellistä kiistaa? Entä kiistaan osallistumattomat tahot, "yleisö"? Kiistan osapuolet eivät yritä vakuuttaa vain toisiaan, vaan ensisijaisesti niitä, jotka eivät aktiivisesti osallistu kiistaan. Toiseksi, kiistat harvoin päättyvät siihen, että "hävinnyt" osapuoli tunnustaa tappionsa, vaan siihen, että yleisö a) hyväksyy toisen kannan; b) muodostaa kompromissikannan tai c) menettää mielenkiintonsa kiistaan. Keskittymistä kiistelijöihin voitaisiin verrata siihen, että tarkastellaan teatteria ottamatta lainkaan huomioon yleisön asemaa. Collinsin analyysissä jää myös epäselväksi, *miksi* tieteessä ei voida pitkällä aikavälillä sietää vallitsevista näkemyksistä poikkeavia näkemyksiä. Voimme kysyä, pitääkö tämä todella paikkansa ja mitkä mekanismit pitävät tätä piirrettä yllä? Selvittämistä kaipaisi myös se, miksi juuri tiettyjen väitteiden ja tulosten ympärille syntyy (kohtuuttoman?) laajoja kiistoja, mutta suuri osa kummallisista tuloksista vain unohdetaan.

Collinsin tutkimuksista käyty keskustelu on elävä esimerkki siitä, kuinka havainnot eivät suoraan sanele, millaisia teoreettisia johtopäätöksiä niistä tulisi

tehdä ja kuinka sama havaintoaineisto sopii yhteen useamman toistensa kanssa kilpailevan teoreettisen tulkintakehyksen kanssa. Se myös osoittaa, että tutkimus voi olla tärkeä ja kiinnostava, vaikka sen teoreettisten johtopäätösten oikeutuksesta voidaan olla perustellusti eri mieltä. Itse asiassa tällainen tilanne on hyvin tavallinen.

Esimerkkinä siitä, kuinka samaa havaintoaineistoa voidaan käyttää useampaan eri tarkoitukseen, voimme vielä lopuksi tarkastella olisiko aikaisemmin esitellyistä James Bogenin ja James Woodwardin käsitteistä hyötyä Collinsin Weber-tapaustutkimuksen analyysissä. Näin näyttäisi olevan. Graviitaatioaaltojen mittaamista tarkasteltaessa erottelu havaintoaineiston ja ilmiöiden välillä on harvinaisen selkeä. Samalla siinä tulee esiin, kuinka tutkimuslaitteistot ja niihin liittyvät teoriat ovat riippumattomia yleisestä suhteellisuusteoriasta. Erottelun avulla voimme ymmärtää, miksi kiinnostus Weberin tutkimuksiin hävisi ajan kuluessa: Weber ei kyennyt tuottamaan *ilmiötä* – vakaata ja toistettavissa olevaa vaikutusta. Tämä tukee ajatusta, että tieteilijöiden kiinnostuksen kohteena ovat ilmiöt, ei yksittäinen havaintoaineisto. Jälkimmäinen on kiinnostavaa vain, jos se viittaa jonkin ilmiön olemassaoloon tai kertoo jotain tuon ilmiön piirteistä. Episodin keskeinen kiistakysymys oli laitteiston luotettavuus, ei yksittäisten havaintojen selittäminen.

Tieteilijät eivät kyenneet selittämään kaikkia Weberin koetuloksia. Tätä ei kuitenkaan pidetty suurena ongelmana, sillä kuten Bogen ja Woodward toteavat, systemaattista selitystä kaipaavat vain yleiset ilmiöt, eivät yksittäisten koejärjestelyjen tuottamien mittaustulosten idiosynkraattiset piirteet. Tätä tulkittaa tukee myös se, että muut tutkijat eivät yrittäneet täsmälleen kopioida Weberin laitteistoa. Todellisen ilmiöhän tulisi olla havaittavissa myös poikkeavilla laitteistoilla. Näyttäisi siis siltä, että Bogenin ja Woodwardin ajatukset tekevät tiedeyhteisön toiminnasta mielekkäämpää: jos erottelu heijastaa tieteilijöiden omaa ajattelua, voimme sen avulla selittää, miksi he toimivat kiistassa niin kuin toimivat. Näin erottelu täydentää luontevasti Collinsin kuvausta, jossa tiedeyhteisön toiminta jää loppujen lopuksi varsin selittämättömäksi. Samalla se antaa toivoa niille, jotka uskovat, että tieteen historiallisissa selityksissä on vielä paljon tilaa niin sanotuille kognitiivisille selityksille.

3.

Historia, rationaalisuus ja naturalismi

Tieteenfilosofia on kokenut huomattavia muutoksia viimeisten vuosikymmenien aikana. Tämä luku esittelee joitakin näistä muutoksista. Luvun aluksi esitellään 1960-luvulla tapahtunutta historiallista käännettä Thomas Kuhnin ja Imre Lakatosin ajattelun pohjalta. Luvun jälkipuoliskolla kiinnitetään huomio kahteen uuteen kehityssuuntaan. Näistä ensimmäistä kutsutaan naturalismiksi ja sillä viitataan muutoksiin tieteenfilosofien asenteessa tutkimuskohteeseensa. Toinen esiteltävä suuntaus on erikoistuminen erityistieteisiin. Tieteenfilosofian tutkimuskohteena ei enää ole välttämättä koko tiede, vaan jonkin yksittäisen tieteenalan tai suuntauksen ongelmat.

Tieteenfilosofia toisen maailmansodan jälkeen

Viime vuosisadan alkupuolella tieteenfilosofia oli kytkeytynyt voimakkaasti yhteen filosofiseen suuntaukseen. Loogista positivismia ja sen seuraajaa loogista empirismia luonnehtivat käytetyt formaalit työkalut. Filosofien tavoitteena oli rekonstruoida tiede, tai tarkemmin sanoen sen olennaiset ja normatiivisesti hyväksytyt piirteet. Tässä käytettiin apuna täsmällisiä välineitä, jotka vuosisadan alussa kehittynyt uusi logiikka tarjosi. Tieteenfilosofien tavoitteena oli rekonstruoida tieteen menetelmä, oli se sitten induktiivinen tai hypoteettis-deduktiivinen. On olennaista huomata, että tämä tavoite uskottiin voitavan saavuttaa tarkastelemalla tieteellisen tutkimuksen lopputuloksia. Itse tutkimusprosessia tai sen historiallisia vaiheita pidettiin filosofisesti vähemmän mielenkiintoisina.

Tieteenfilosofia professionalisoitui juuri näihin aikoihin. Monilla ensimmäisistä loogisista positivisteista oli aito tieteellinen tausta, mutta loogisen empirismin siirtyessä Pohjois-Amerikan yliopistoihin 40-luvulla syntyi uusi sukupolvi tieteenfilosofoja, joiden ensisijainen tausta oli tieteenfilosofiassa ja vasta toissijaisesti, jos lainkaan, tieteissä. Tämä seikka osittain selittää, miksi tieteenfilosofia niin nopeasti etäännyi ”oikeasta” tieteestä. Kun filosofien ensisijainen koulutus oli formaalien menetelmien käytössä, kontaktit tieteeseen helposti ohenivat, sillä tieteen yksityiskohtien tuntemus ei edesauttanut filosofista menestystä.

1960-luvun alun jälkeen tieteenfilosofiassa alkoivat puhaltaa uudet tuulet, ja tieteenhistoria tuli yhdeksi tieteenfilosofien perusvälineeksi. Vähä vähältä se astui formaalien välineiden tilalle keskeisimpänä tieteenfilosofian resurssina. Se, miten tätä välinettä käytettiin, vaihteli suuresti. Olennaista oli kuitenkin, että yleisesti katsottiin, että tieteestä ei voida puhua tuntematta sen historiaa. Tämä suuntaus oli vahvimillaan 1970-luvulla. Tieteenfilosofien tavoitteena oli edelleen rekonstruoida tieteen käyttämä menetelmä, mutta nyt ajatuksena oli tehdä se historiallisesti. Menetelmä ajateltiin löydettävän tekemällä historiallisia tapaustutkimuksia. Olennaista oli myös ajatus ehdotettujen menetelmien testaamisesta historiallisen aineiston avulla. Ajatuksena oli, että ehdotetun menetelmän tulisi tehdä oikeutta suurimmalle osalle esimerkillisiksi katsotuista tieteenhistoriallisista episodeista. Oletetun menetelmän tuli myös osoittaa, kuinka tiede edistyi ja tieto kasvoi.

Vaikka tieteenfilosofit omaksuivat näin tieteenhistorian välineistön, oli filosofien ja historioitsijoiden välillä joitakin eroja, sillä filosofit valikoivat käyttämänsä aineiston historioitsijoita tarkoitushakuisemmin. Filosofoja kiinnostivat vain esimerkilliset tieteenhistorialliset episodit ja niistäkin ainoastaan ne yksityiskohdat, jotka toivat valoa heidän rekonstruktioihinsa. Jotkut tieteenfilosofit sallivat itselleen jopa oikeuden oikoa historian tekemiä mutkia rekonstruoidamalla, kuinka tieteen olisi pitänyt edetä. Tämä oli tietysti filosofisten kysymyksenasettelujen näkökulmasta ymmärrettävää, mutta asenne oli omiaan herättämään muiden tiedettä tutkivien alojen edustajien epäilyksiä siitä, oliko näillä rekonstruktioilla mitään tekemistä tieteen kanssa.

Toinen 70-luvun tieteenfilosofian keskeinen filosofinen resurssi oli kielifilosofia. Koska esimerkiksi Kuhnin ja Feyerabendin argumentit tieteellisten teorioiden yhteismitattomuudesta olivat nojautuneet pitkälti pohdintoihin

teoreettisten termien merkityksestä, kielifilosofia näytti tarjoavan välineitä ratkaista teorioiden yhteismitattomuuteen ja tiedon kasvuun liittyviä ongelmia. Jos pystytään kehittämään hyväksyttävä merkitysteoria, voidaan täsmällisemmin sanoa, mitkä ovat historiallisesti toisiaan seuraavien teorioiden suhteet.

1980-luvulle tultaessa tämä ”historistinen” suuntaus oli joutunut selviin vaikeuksiin. Ensiksikin, historiallinen aineisto oli osoittautunut liian taipuisaksi pystyäkseen ratkaisemaan tieteenfilosofisia kiistoja eri rekonstruktioiden välillä. Toiseksi, rekonstruktioiden lopputuloksiksi saadut rationaalisuusperiaatteet olivat liian yleisiä tarjotakseen minkäänlaista normatiivista ohjetta tieteen rekemiselle tai teoriavalinnalle. Kolmanneksi, kasvava tieteenhistoriallinen, -psykologinen ja -sosiologinen tutkimus asetti filosofiset rekonstruktiot tieteenhistoriasta yhä kyseenalaisemmiksi. Kielifilosofinen paradigma koki samanlaisen kohtalon: odotettua kielifilosofian edistystä ei tapahtunut, ja tieteenfilosofit nojasivat yhä vähemmän kielifilosofian välineisiin ja tuloksiin.

Uusi naturalistinen käänne mahdollistaa hedelmällisen ratkaisun tähän umpikujaan. Sen sijaan että tieteenfilosofit yrittäisivät ainoastaan siirtää välineitä muilta filosofian osa-alueilta, kuten kielifilosofiasta tai logiikasta, he omaksuvatkin muiden tieteen tutkijoiden käyttämät välineet ja tutkimusasetteen. Tieteilijöiden osallistuva havainnointi, kokeet ja historialliset dokumentit ovat muodostumassa osaksi filosofien työvälineistöä.

Thomas Kuhn: tieteellisten vallankumousten rakenne

Thomas S. Kuhnin (1922–1996) vuonna 1962 julkaiseman teoksen *The Structure of Scientific Revolutions* merkitystä tieteen tutkimukselle on vaikea liioitella. Se on viime vuosisadan myydyin filosofinen teos (liki miljoona kappaletta), ja sillä on lisäksi ollut huomattava kysymyksenasetteluja muokkaava ja innostava vaikutus moniin tieteen tutkijoihin. Tämä vaikutus on ollut erilainen eri tieteen tutkimuksen osa-alueilla.

Kuhnin teoksen ilmestyminen vuonna 1962 on yksi keskeinen käännekohta 1900-luvun tieteenfilosofiassa. Aikaisemmin tieteenfilosofeja ei erityisemmin kiinnostanut tieteen historia tai se, miten tieteilijät tosiasiallisesti toimivat. Kuhnin ja joidenkin hänen aikalaistensa myötä tieteenfilosofian ja tieteen historian välinen yhteys tuli huomattavasti läheisemmäksi. Tieteen historia

nähtiin käänteeseen jälkeen keskeisenä filosofisten näkemysten testikenttänä ja tärkeänä tutkimusongelmien lähteenä.

Kuhn ei tietenkään saanut tätä käännettä aikaan yksin. Samaan aikaan työskenteli joukko filosofeja, joilla oli hyvin samanlaisia ajatuksia kuin hänellä: Stephen Toulmin, Paul Feyerabend, Norwood Hanson, Michael Polanyi ja Dudley Shapere. Kuhnin ei myöskään voi sanoa yksin ”tappaneen” loogista empirismää. Tässä työssä keskeisellä sijalla olivat olleet Karl Popperin ja W.V.O. Quinen esittämä kritiikki, mutta ennen kaikkea loogisen empirismin oma sisäinen kehitys. Jotkut pitävätkin loogisia empiristejä älyllisesti erityisen kunnioitettavina juuri siksi, että he lienevät ainoa filosofinen koulukunta joka on koskaan kumonnut (ei siis vain hylännyt) itse kaikki omat keskeiset ajatuksensa. Itse asiassa viimeaikainen tutkimus on osoittanut, että esimerkiksi loogisen empirismin keskeinen hahmo, Rudolf Carnap, ei suinkaan pitänyt Kuhnin teosta omien näkemystensä ja kysymyksenasettelujensa kritiikkinä vaan pikemminkin niiden kanssa yhteensopivana.

Tosiasia kuitenkin on, että juuri Kuhnin kirja nousi 60-luvun lopusta alkaen keskeiseksi symboliksi ja välineeksi tälle tieteenfilosofiselle kumoukselle. Ratkaisevia tekijöitä olivat varmaankin Kuhnin teoksen kompakti muoto, provokatiivisuus, esitettyjen väitteiden sopiva epämääräisyys sekä hänen taustansa historioitsijana, joka antoi hänen työlleen uskottavuutta.

Kuhnin keskeisenä kritiikin kohteena on niin sanottu oppikirjojen tiedekäsitys. Tämän on näkemys tieteestä ja sen historiasta, jonka tavallisesti löytää eri tieteenalojen oppikirjoista. Kuhnin mukaan oppikirjat antavat yhtä oikean kuvan tieteen historiasta kuin matkailuesite jonkin maan kansallisesta kulttuurista. Koska oppikirjojen tavoitteet ovat ensisijaisesti pedagogisia, on tieteen historian esittäminen niissä alisteista tälle päämäärälle: historiaa käytetään opetettavan teorian oikeuttamiseen ja sen ymmärtämisen helpottamiseen. Oppikirjojen historiassa menneisyyttä tarkastellaan sumeilematta nykyhetken näkökulmasta ja esitetään aikaisemmat tapahtumat nykyhetken johtavana mutkattomana kehityskertomuksena.

Kuhnin teoksessa voidaan erotella kaksi toisiinsa kietoutunutta elementtiä. Ensimmäinen näistä on hänen teoriansa tieteellisistä paradigmoista ja niiden roolista tieteellisessä tutkimuksessa. Toinen on hänen teoriansa tieteen kehitysdynamiikasta: teoria tieteellisistä vallankumouksista.

Kuhnin mukaan kehittyneissä tieteissä tutkimustyön perustana on kyseisen tieteellisen erityisalan jakama paradigma. Paradigma on merkki tieteenalan kypsyydestä, sillä paradigman antama tausta mahdollistaa tiedon kumulatiivisen kasvamisen tällä erityisalalla. Kuhnin mukaan paradigma antaa tutkijoille:

- 1) kriteerit sille, mitkä tutkimusongelmat ovat tieteenalalla tärkeitä ja olennaisia;
- 2) välineet näiden tutkimusongelmien ratkaisemiseen;
- 3) kriteerit arvioida esitettyjen ratkaisuehdotusten oikeellisuutta; ja
- 4) konventiot ja foorumit tutkimustulosten esittämistä ja kommunikaatiota varten.

Tutkimusala voi olla myös ilman jaettua paradigmaa. Tällaista tutkimusta Kuhn kutsuu *esiparadigmaattiseksi*. Kuhnin mielestä esimerkiksi yhteiskuntatieteet ovat edelleen tällaisessa vaiheessa. Esiparadigmaattista tutkimusta luonnehtii edellä esitettyjen seikkojen puuttuminen. Tutkijoilla ei ole jaettuja kriteerejä tutkimusongelmien olennaisuudelle, ei yhteisiä standardeja ratkaisuehdotusten oikeellisuuden arvioinnille eikä selkeitä konventiota tulosten kommunikoinnille. Näiden seikkojen puuttuessa tutkimus tieteenalalla tuntuu pitkälti junnaavan paikallaan. Koska tutkijoiden kesken ei ole yhteisymmärrystä keskeisistä tutkimusongelmista tai tavoista ratkaista niitä, eivät tutkijat voi rakentaa toistensa työlle. Tutkimusta tekevät yksittäiset tutkijat tai pienet koulukunnat. Tavallista esiparadigmaattisessa vaiheessa on, että keskustelu on juuttunut koskemaan tieteenalan filosofisia ja teoreettisia lähtökohtia ja teorioiden systemaattinen kehittäminen odottaa näiden peruskysymysten ratkaisemista.

Kuhnin mukaan paradigman keskeinen ansio on tutkijoiden vapauttaminen hankalista lähtökohtia koskevista pohdinnoista. Paradigman sisällä toimitaan ikään kuin tällaiset ongelmat olisi ratkaistu. Paradigma mahdollistaa tutkimustyön *erikoistumisen*. Koska kaikki tutkijat tieteenalalla jakavat saman taustan, on mielekäästä toteuttaa tieteellistä työnjakoa – tutkija voi keskittyä yksittäiseen tutkimusongelmaan kerrallaan ja rakentaa kollegoidensa aikaisemman työn varaan. Paradigman sisällä työskentelyä Kuhn kutsuu *normaalitieteeksi*.

Yksi paradigman mahdollistaman erikoistumisen piirre on se, että tieteilijöiden julkaisemien tulosten yleisönä ovat ensisijaisesti samalla erikoisalalla työskentelevät kollegat. Sen sijaan esiparadigmaattisessa vaiheessa tällaista

helposti identifioitua kohdejoukkoa ei ole: tutkija kirjoittaa huomattavasti heterogeenisemmalle yleisölle. Myös kommunikaation muoto on erilainen: normaalitieteessä vallitseva julkaisumuoto ovat lyhyet tieteelliset artikkelit, kun taas esiparadigmaattista vaihetta luonnehtii kirjojen julkaisemisen keskeisyys. Tämä ero on ymmärrettävä: esiparadigmaattisessa vaiheessa tieteilijän täytyy selittää ja oikeuttaa omat lähtökohdansa ja menetelmänsä, kun taas normaalitieteilijä voi luottaa siihen, että hänen huomattavasti kapeampi kohdeyleisönsä jakaa samat lähtökohdat, joten niitä ei tarvitse erikseen selvittää. Tärkeää on huomata, että tieteilijöiden sitoutuminen paradigmaan perustuu ensisijaisesti siihen, että he uskovat sen käyttökelpoisuuteen tieteellisessä ongelmanratkaisussa. Tärkeää ei siis ole se, mitä paradigma on jo saavuttanut, vaan se, mitä sen uskotaan pystyvän tulevaisuudessa tarjoamaan.

Kirjansa ensimmäisessä painoksessa Kuhn käyttää sanaa "paradigma" useassa eri merkityksessä. Tunnetussa kritiikissään Margaret Masterman toteaa löytäneensä Kuhnin kirjasta 21 erilaista käyttöä tälle sanalle. Toisen painoksen jälkisanoina Kuhn myöntää tämän monimielisyyden ja erittelee paradigmat kaksiksi perusmerkitystä: *malliesimerkit* ja *tieteenalamatriisi*:

Paradigman ytimen muodostavat tieteilijöiden jakamat malliesimerkit (*exemplars*) tieteellisestä ongelmanratkaisusta. (Tässä on paradigmasanan ydinmerkitys: paradigmat ovat alun perin malliesimerkkejä latinan verbien taivutuksesta.) Sen sijaan, että tieteilijät oppisivat tieteen­sä sisällön eksplisiittisesti muotoiltujen sääntöjen ja määritelmien avulla, he oppivat sen käytännön harjoittelussa. Yhtälöt ja lait saavat konkreettisen merkityksensä sovellusten ja malliesimerkkien kautta. Opiskelija oppii hallitsemaan alansa intellektuaaliset työvälineet tutustumalla oppikirjojen malliesimerkkeihin ja yrittämällä soveltaa samantaisia ratkaisuja harjoitustehtäviin.

Kuhnin ajatus kuvaa hyvin sitä, kuinka opimme esimerkiksi matematiikkaa koulussa. Emme opi laskemaan pänttämällä määritelmiä ja yhtälöitä, vaan harjoitustehtävien ja esimerkkien avulla. Ensimmäiset tehtävät ovat hyvin malliesimerkin kaltaisia, mutta pian tehtävät alkavat poiketa oppikirjan esimerkeistä. Keskeinen oppimistehtävä onkin oppia soveltamaan opittua menetelmää tai tekniikkaa uusiin tilanteisiin. Tällöin on olennaista, että opiskelija *oppii näkemään uuden tehtävän vanhan kaltaisena*: tunnistamaan tehtävästä

olennaiset ja epäolennaiset elementit, muokkaamaan annettua informaatiota siten, että se soveltuu materiaaliksi opitulle analyysimenetelmälle ja niin edelleen. Kuhnin mukaan tieteen oppiminen tapahtuu samalla tavalla. Malliesimerkkien ja harjoitusten avulla opiskelija oppii tarvittavat taidot ja taustatiedot ja samalla oppii näkemään uudet ongelmat samankaltaisina kuin jo ratkaistut ongelmat. Tilanne ei muutu, kun opiskelijasta tulee tutkija ja hän ryhtyy ratkomaan tutkimusongelmia: ainoa ero on se, että enää ei ole opettajaa tai kirjaa, jossa esitetään tehtävien ratkaisut ja josta voidaan tarkistaa, oliko saatu tulos oikea.

Kuhnin ajatukseen malliesimerkeistä liittyy olennaisena ajatus siitä, että huomattava osa tieteilijän tiedosta on artikuloimatonta hiljaista tietoa. Vaikka teoreettista tietoa voidaan systematisoida esimerkiksi esittämällä teoria aksiomaattisessa muodossa, ovat malliesimerkit aina ensisijaisia tieteilijöiden käytännön työn kannalta. (Ks. Giere 1988.)

Kuhn ryhmittää loput paradigman elementit osaksi tieteenalamatriisia. Tieteenalamatriisiin kuulu useita erilaisia elementtejä:

Yhteinen koulutus ja tieteellinen tausta. Saman paradigman alla työskentelevät tieteilijät tuntevat ja ovat omaksuneet saman teknisen kirjallisuuden. Tämä on seurausta heidän hyvin samanlaisesta koulutustaustastaan. Sama taustaa takaa, että kaikilla on (suurin piirtein) samoista malliesimerkeistä syntyneet tutkimusta ohjaavat intuitiot ja opittu arvostelukyky. Myös heidän käyttämänsä symboliset yleistyksiset (lait, yhtälöt, määritelmät), teoriat, mallit ja välineet ovat pitkälti samoja. Yhteiseen tieteelliseen taustaan kuuluvat myös samat muodolliset ja epämuodolliset kommunikaatioverkostot, esimerkiksi konferenssit ja julkaisut.

Yhteiset metafysiset taustaoletukset. Yhteisen sosiaalisen kehysten lisäksi paradigma sisältää myös metafysisiä elementtejä. Oletukset siitä, millainen maailma on ja millainen se ei ole, kuuluvat tähän metafysiseseen kehikkoon. (Tällainen oletus on esimerkiksi väite, että maailma koostuu atomeista, ja että mentaalaisia substansseja ei ole.) Näihin oletuksiin kytkeytyy myös näkemys siitä, mitkä ovat mielekkäitä tutkimuskysymyksiä eli sellaisia kysymyksiä, joihin voidaan ajatella löydettävän vastaus tieteellisen tutkimuksen avulla. Kontrastina näille kysymyksille ovat sellaiset hedelmättömät kysymykset, joihin ei voida vastata ja joihin juuttuminen olisi ajanhukkaa.

Yhteiset kognitiiviset arvot. Yhteisiin kognitiivisiin arvoihin kuuluvat ensiksikin käsitykset tieteen ja oman erityisalan tiedollisista tavoitteista. Millaisiin

kysymyksiin tieteenala pyrkii vastaamaan? Millaisen tiedonihanteen mukaisia nämä vastaukset tulevat olemaan? Toinen elementti ovat tieteellisten tuotos-ten, kuten teorioiden, arviointikriteerit. Kuhn luettelee teorioiden hyveiksi tarkkuuden, laajuuden, yhteensopivuuden muiden teorioiden kanssa, yksinkertaisuuden ja hedelmällisyyden. Kuhnin mukaan tieteilijät arvioivat teorioita nojautuen käsitteisiinsä näistä hyveistä.

Seuraavaksi tarkastellaan Kuhnin teoriaa tieteen kehitysdynamiikasta, jossa paradigman käsitteellä on keskeinen selittävä rooli.

Tieteen kehitysdynamiikka

Kuhn kutsuu tieteenalan esihistoriaa esiparadigmaattiseksi vaiheeksi. Sitä luonnehtii yhteisen paradigman puuttuminen. Tämän vuoksi tutkimus on hajanaista. Koska alueella toimivien tutkijoiden käsitteelliset välineet, kysymyksenasettelut ja metodologiset periaatteet ovat erilaisia, ei ole mahdollista, että nämä tutkijat voisivat rakentaa paljonkaan toistensa työille. Tieteenalan kehitykseltä puuttuu normaalitieteen kumulatiivinen luonne. Paradigman puuttuminen merkitsee myös sitä, että kaikki ilmiöt näyttävät olevan tieteenalan kehitykselle yhtä olennaisia. Siksi tutkimus näyttää olevan vailla yhteistä päämäärää.

Esiparadigmaattinen vaihe päättyy kun tutkijoiden yhteisö hyväksyy jonkin kilpailevista suuntauksista tutkimuksensa yhteiseksi lähtökohdaksi. Näin voi tapahtua, kun keksitään uusi lähestymistapa, joka näyttää avaavan uuden suunnan tutkimukselle tarjoamalla mallin tieteelliselle ongelmanratkaisulle. Uusi lähestymistapa tarjoaa jonkin yleisesti hyväksytyyn esimerkkiratkaisun, jonka avulla se kykenee houkuttelemaan tutkijoita kilpailevien suuntausten parista. Sen lisäksi uuden lähestymistavan odotetaan olevan niin avoin, että se tarjoaa riittävän määrän haastavia tutkimusongelmia, joita paradigman piirissä työskentelevät tutkijat voita ryhtyä ratkomaan. Syntynyt paradigma siis tarjoaa tutkimuksen tekemiselle välineet ja joukon sellaisia haasteita, joihin ajatellaan voitavan vastata näillä välineillä.

Normaalitieteilijän tehtävänä on lunastaa lupauksia, joiden perusteella paradigma alun perin hyväksyttiin. Tästä syystä normaalitiede on olemassa olevien teorioiden ja tulosten artikulointia, tarkentamista ja sovellusten laajentamista. Artikulointi tapahtuu esimerkiksi pyrkimällä teoreettisten periaatteiden elegantimpaan ja kattavampaan esitykseen. Tarkentamiseen kuuluu

muun muassa pyrkimys luotettavampiin ja täsmällisempiin havaintoihin tai ennustuksiin. Sovellusten laajentamiseen kuuluvat yritykset soveltaa olemassa olevia teoreettisia periaatteita uusiin kohteisiin ja ilmiöihin. Voisimme sanoa normaalitieteen olevan maailman sovittamista paradigman antamiin kehyksiin.

Paradigma kertoo normaalitieteilijälle mitä tutkia ja miten – näin normaalitieteilijä ”tietää”, millainen maailma on. Normaalitieteessä ei keskustella tieteenalan filosofisista perustoista, sillä tällaista keskustelua pidetään lähinnä ajanhukkana. Oletuksena on, että tutkittavat ilmiöt avautuvat ennen pitkää paradigman antamalla välineillä. Kysymys on vain siitä, kuka on riittävän neuvokas tekemään sen ensimmäisenä. Tätä vakaumusta heijastaa normaalitieteilijöiden taipumus ajatella, että epäonnistuminen kertoo tutkijasta, ei paradigman antamista välineistä ja teoriasta. Kuhn luonnehtiikin normaalitiedettä älyllisten pähkinöiden ratkaisemiseksi (*puzzle-solving*). Samoin kun täyttäsämme esimerkiksi ristisanatehtävää oletamme, että tehtävälle on olemassa oikea ratkaisu, joka on löydettävissä tarjottujen vihjeiden ja välineiden avulla.

Huolimatta normaalitieteilijän vastakkaisesta vakaumuksesta kaikki paradigmat kohtaavat ennen pitkää ongelmia, joita ne eivät kykene ratkaisemaan. Näitä itsepintaisia ongelmia Kuhn kutsuu *anomalioiksi*. Anomalia voi olla ilmiö, jota paradigman antamalla välineillä ei kyetä selittämään, tai havainto, joka on ristiriidassa teorian keskeisten oletusten kanssa. Tärkeää on huomata, että Kuhnille *anomaliat ovat mahdollisia vain paradigman luomien odotusten taustaa vasten*. Esiparadigmaattisessa vaiheessa ei ole anomalioita, on vain selittämättömiä ilmiöitä tai asioita, joihin teoria ei sovellu. Vasta kun tieteilijöillä on täsmällisiä odotuksia siitä, miten ilmiöiden tulisi käyttäytyä, voi niistä tulla uhka teorialle.

Kuhnin mukaan anomalia ei johda välittömään teorian tai paradigman hylkäämiseen. Paradigman parissa työskentelevät tieteilijät voivat sietää anomaliaa, sillä he voivat olettaa, että se on vain itsepintainen ongelma, joka tullaan vielä myöhemmin ratkaisemaan. He voivat myös pitää ongelmaa vähämerkityksisenä ja marginaalisena tai ajatella, että se ei itse asiassa kuulu lainkaan heidän tieteenalansa piiriin – ilmiön selittäminen on jonkun muun tieteenalan tehtävä. Toinen syy sille, että tieteilijät eivät heti anomalian kohdatessaan luovu paradigmastaan, on se, että paradigmasta luopuminen on järkevää vasta kun sille on olemassa vaihtoehto. Huonokin paradigma on parempi kuin ei mitään, sillä se sentään mahdollistaa tutkimuksen edistymisen ainakin joillakin rintamilla.

Ensimmäiset paradigman kohtaamat anomaliat eivät siis johda radikaaleihin johtopäätöksiin. Ainoa seuraus saattaa olla kasvava kiinnostus juuri näihin ongelmakohtiin. Normaalitieteen sisällä sellaisten ongelmien ratkaiseminen, jotka näyttävät uhkaavan koko paradigman pätevyyttä, on tietenkin suuresti arvostettua. Tämä johtaa usein siihen, että lupaavimmat ja ansioituneimmat tutkijat yrittävät ratkaista anomalian sekä omaksi että paradigmansa eduksi. Jotkin anomaliat ratkeavat tällä tavoin, mutta eivät kaikki. Ajan myötä tällaiset ratkeamattomat anomaliat vähitellen kasautuvat, ja tällöin päädytään tilanteeseen, jota Kuhn kutsuu *tieteelliseksi kriisiksi*. Kriisi alkaa, kun paradigman parissa työskentelevät tutkijat alkavat menettää luottamustaan paradigmaan ja sen ongelmanratkaisukykyyn. Tällaisessa tilanteessa alkaa esiintyä vaihtoehtoisia tulkintoja paradigmasta ja yhä villimpiä spekulatiivisia hypoteeseja, joiden avulla ongelmia yritetään ratkaista. Erityisesti näitä vaihtoehtoisia tulkintoja esittävät tieteenalan ulkopuoliset ja nuoremmat tutkijat, jotka kummatkaan eivät täysin ole ehtineet sisäistä aikaisempaa paradigmaa. Kriisin aikana alkaa esiintyä useita erilaisia koulukuntia ja suuntauksia. Kriisi suosii toimintaa, jota on normaalitieteen aikana pidetty jonninjoutavana. Paradigman sisällön ja filosofisten taustaoletusten selvittely tulee hyväksytyksi ja sitä pidetään jopa tarpeellisena.

Tieteellinen kriisi jatkuu, kunnes löydetään tutkimuksen perustaksi uusi paradigma. Uuden paradigman on kyettävä ratkaisemaan joitakin niistä anomaliaista, joita sen edeltäjä ei kyennyt ratkaisemaan. Lisäksi sen on pystyttävä säilyttämään suurin osa edeltäjänsä ongelmanratkaisukyvyistä. Tieteilijät vaihtavat uuteen paradigmaan vasta kun he uskovat, että he vaihtavat parempaan. Uuden paradigman myötä alkaa uusi normaalitieteen vaihe, jota sitten kestää seuraavaan kriisiin saakka.

Edellä sanottu saattaa antaa vaikutelman, että tieteenalan kehitys yli kriisin olisi puhtaasti kumulatiivinen prosessi, jossa myöhempi paradigma on yksioikoisesti parempi kuin edeltäjänsä. Näin ei kuitenkaan Kuhnin mukaan ole, vaan muutosta voidaan hyvällä syyllä kutsua *tieteelliseksi vallankumoukseksi*. On näet *mahdollista*, että joitakin vanhan paradigman ongelmanratkaisuja ja tutkimuskysymyksiä ei enää pidetä uudessa paradigmassa mielekkäinä, kyseisen tieteenalaan kuuluvina tai ne katsotaan sen verran vähäpätöisiksi, että niiden ratkaisu voi odottaa.

Vallankumoukseen liittyvän epäjatkuvuuden vuoksi emme voi ongelmitta kutsua paradigman vaihdokseen liittyvää tieteellistä muutosta edistykseksi.

Juuri tässä on keskeinen kontrasti normaali- ja kriisitieteen välillä. Vain edellisen tapauksessa voidaan *kiistattomasti* puhua tiedon kasvusta. Siirtyessään uuteen paradigmaan tieteilijät *odottavat*, että ennen pitkää uusi paradigma tulee ratkaisemaan kaikki edellisen paradigman ratkaisemat (edelleen mielekkäät) ongelmat. Tämä toivomus ei kuitenkaan ole paradigman paremmuuden todistus, joten siirtymistä uuteen paradigmaan ei voida Kuhnin mukaan pitää täysin rationaalisenä.

Luonnehtiakseen uuden paradigman omaksumista Kuhn ottaa käyttöön paradigmojen *yhteismitattomuuden* käsitteen. Hänen mukaansa paradigmojen arvostukset ja tutkimusongelmat poikkeavat toisistaan. Toisin sanoen käsitys mielekkäistä ja ratkaistavista tutkimusongelmista on muuttunut paradigman vaihdoksen yhteydessä. Samalla ovat voineet muuttua taustalla olevat metafyyssiset ja metodologiset käsitykset. Koska malliesimerkkien muuttuessa ja vaihtuessa myös monien keskeisten teoreettisten käsitteiden merkitykset ovat muuttuneet, paradigmojen sisältöä ei voida mekaanisesti kääntää toisikseen. Termien merkityksen muuttuessa muuttuu myös paradigman ytimessä oleva käsitteellinen kartta. Esimerkiksi massan käsite on erilainen newtonilaisessa fysiikassa ja Einsteinin suhteellisuusteorian jälkeisessä fysiikassa. (Newtonilainen massa on kappaleiden pysyvä ominaisuus, suhteellisuusteoriassa massa on sidoksissa kappaleen nopeuteen koordinaattisysteemin suhteen ja on läheisessä yhteydessä energiaan.) Teorioiden käsitteitä ei siis voida mekaanisesti kääntää toisikseen eikä myöskään voida osoittaa puhtaasti loogisin välinein, että aikaisempi teoria olisi myöhemmän teorian erikoistapaus. Tämän vuoksi ei ole olemassa teoriavalinnan *algoritmia*, joka tekisi valinnan teorioiden välillä täysin ongelmattomaksi.

Toisin kuin jotkut Kuhnin kriitikot ovat olettaneet, yhteismitattomuus (*incommensurability*) ei kuitenkaan tarkoita vertailun tai kommunikaation mahdottomuutta. Käsitteen alkuperä on matematiikassa, jossa suorakulmaisen kolmion kantojen ja hypotenuusan välistä suhdetta (Pythagoraan lause) luonnehditaan yhteismitattomaksi. Tämä tarkoittaa, että ei ole suhdelukua, jonka avulla voisimme *rationaalilukujen* avulla ilmaista hypotenuusan ja kantojen välisen suhteen ilman jakojäännöstä. Jos esimerkiksi kolmion molemmat kannat ovat 1 cm, on hypotenuusan pituus kahden neliöjuuri, joka ei ole rationaaliluku. Tämä ei tietenkään tarkoita, ettemme voi sanoa, että hypotenuusa on pidempi kuin kolmion kanta. Meiltä vain puuttuu tietyn tyyppinen mitta-asteikko, jolla voisimme sanoa tämän täsmällisesti rationaaliluvuilla. Jos Kuhn on lainkaan uskollinen käsitteensä alkuperäiselle merkitykselle, niin on

selvää, että yhteismitattomuus ei tarkoita vertailun mahdottomuutta. Pikemminkin se tarkoittaa, että ei ole yhteistä kieltä, joka sallisi kahden teorian suoraviivaisen vertailun.

Yhteismitattomuus siis tarkoittaa sitä, että ei ole paradigmoista riippumattonta mittapuuta paradigmojen arvioinnille tai vertailulle. Valintaa ei voida perustella vetoamalla teorioista riippumattomiin havaintoihin, sillä eri paradigmoilla saattaa olla hyvinkin erilaiset oletukset empiirisen todistusaineiston hyväksyttävyydestä ja tulkinnasta. Toisaalta myöskään metodologiset periaatteet eivät voi täyttää tätä tehtävää, sillä nekin ovat riippuvaisia paradigmasta, tai ainakin eri paradigmojen edustajilla voi olla niistä erilaiset käsitykset. Tästä syystä Kuhn toteaa, että paradigman valinta perustuu *vakuuttamiselle, ei todistamiselle* ja että se edellyttää eräänlaista kokonaisvaltaista katsontatavan muutosta. Tätä siirtymää Kuhn vertaa myös uskonnolliseen kääntymiseen. Sekin on kokonaisvaltainen prosessi, joka ei ole täysin rationaalinen, sillä samassa muutoksessa muuttuvat myös käsitykset siitä, mikä on järkevää.

Kuhnin mukaan tästä yhteismitattomuudesta seuraa jonkinlainen kommunikaatiokatkos eri paradigmojen edustajien välille: he ikään kuin elävät ”eri maailmoissa”. Vanhan ja uuden paradigman edustajien saattaa olla vaikea ymmärtää vastapuolen argumentteja tai tavoitteita. Tavallista on myös, että vanhimmat (tai piintyneimmät) vanhan paradigman kannattajat eivät kykene omaksumaan uutta paradigmaa vaan pitäytyvät vanhassa loppuun saakka (ns. Planckin periaate). Vallankumous kuitenkin toteutuu, koska uusi paradigma onnistuu vakuuttamaan seuraavan sukupolven tutkijat lupaavuudestaan.

Kuhnin käsityksellä vallankumouksellisen muutoksen luonteesta on seurauksensa hänen käsitykselleen tieteellisen tiedon kasvusta ja tieteen edistymisestä. Hänen mukaansa selkeää edistystä tapahtuu ainoastaan normaalitieteen avulla ja sen piirissä. Yhteismitattomuutta ja tiedollista hävikkiä aiheuttavien tieteellisten vallankumousten takia Kuhn ei voi hyväksyä ajatusta, että tiede edistyi jotakin kiinteää päämäärää (esimerkiksi totuus) kohti. Tilalle hän tarjoaa antiteleologista, evolutiivista ajatusta, jossa kehitystä tapahtuu jostakin pois mutta ei kohti mitään erityistä tavoitetta. Samalla tavoin kun biologisten organismien voidaan sanoa sopeutuvan tiettyyn ympäristöön, voi tieteen sanoa edistyvän normaalitieteen vaiheissaan. Mutta samalla tavoin kuin organismien sopeutuneisuudelle ei ole mitään absoluuttista tai globaalia mittapuuta, puuttuu tieteeltäkin tällainen yleispätevä mittapuu. Sivullinen tarkkailija

kykenee kyllä erottamaan myöhemmän teorian edeltäjästään, mutta hän ei ongelmatomasti pysty sanomaan, että myöhempi teoria on jollakin tavoin lähempänä totuutta, ajattelee Kuhn.

Kuhnin teoriaa vastaan esitettyä kritiikkiä

Kuhnin teoria on herättänyt huomattavan kriittisen keskustelun, joka ei ole vielääkään lakannut. Yksi syy tähän on se, että Kuhnin lukijoilla on suuria erimielisyyksiä siitä, mitä Kuhn itse asiassa sanoo. Kuhnin kirja on varsin lyhyt, ja argumentaatio etenee pitkälti yksittäisten esimerkkien kautta. Kaikkea esitettyä kritiikkiä ei voi tässä yhteydessä käsitellä. Seuraavassa esitetään joitakin keskeisiä käsitteellisiä ja empiirisiä ongelmakohtia Kuhnin teoriassa.

Keskeinen käsitteellinen ongelmakohta Kuhnin teorialle on ollut hänen paradigman käsitteensä ja sen rooli teoriassa. Kuhn sisällyttää paradigman käsitteeseen monia erilaisia elementtejä, ja monet ovatkin kysyneet, eikö olisi analyyttisesti selkeämpää yrittää eritellä näitä komponentteja. Yksi seuraus tällaisesta erittelystä voisi olla paradigmojen muutoksen kokonaisvaltaisuuden vaikutelman häviäminen. Voisimme esimerkiksi havaita, että myös normaalitieteen aikana paradigma käy läpi vähittäistä muutosta. Tämä pienentäisi valankumouksen ja normaalitieteen välistä kontrastia. Toiseksi, miksi Kuhn vaatii, että tieteenalalla voi olla vain yksi paradigma kerrallaan? Tosiasiallisesti vaikuttaa siltä, että kypsissäkin tieteissä on erilaisia koulukuntia. Nämä koulukunnat täyttävät usein kaikki muut Kuhnin paradigmoille antamat piirteet. Kolmanneksi, miksi tieteenalan kypsyys kuuluu paradigman määrittäviin piirteisiin? Paradigman käsite näyttäisi käyttökelpoiselta välineeltä esimerkiksi yhteiskuntatieteiden sosiaalisen ja kognitiivisen rakenteen kuvaamiseen, mutta Kuhnin kypsyysvaatimus sulkee pois tämän käytön.

Toinen ongelmallinen käsite on ollut *yhteismitattomuus*. Tämänkin käsitteen keskeinen ongelma on sen käytön epämääräisyys. Alun perin Kuhn puhui pääasiassa teorioiden termien *merkityksen* yhteismitattomuudesta. Kuten myöhempi filosofinen keskustelu on osoittanut, Kuhn oli tässä kohdassa liian lähellä kritisoiimiaan loogisia empiristejä. Myöhemmin kehitellyt filosofiset merkitysteoriat, kuten kausaalinen referenssin teoria, ovat osoittaneet, että Kuhnin kuvailemat ongelmat eivät ole väistämättömiä.

Kuhn kuvailee paradigmojen välistä kommunikaatiota vaivalloiseksi ja toteaa, että eri paradigmojen edustajilla on vaikeuksia *ymmärtää* toisiaan. Mutta onko tosiaan näin? Esimerkiksi Kuhnilla itsellään ei ole tieteenhistorioitsijana mitään periaatteellisia vaikeuksia ymmärtää esimerkiksi Aristoteleen kirjoituksia. Luulisi, että sama on periaatteessa mahdollista myös tieteilijöille. On tietysti eri asia, jos tieteilijöitä *ei kiinnosta* toisen paradigman ymmärtäminen niin paljon, että he haluaisivat nähdä sen vuoksi vaivaa, ja sitä radikaalisti poikkeavan ajattelutavan ymmärtäminen edellyttää. Tällöin ei puhuta enää paradigmojen tai teorioiden periaatteellisesta ominaisuudesta vaan aivan toisenlaisesta, vaikkakin erittäin kiinnostavasta, sosiologisesta ilmiöstä.

Yhteismitattomuus näyttääkin olevan varsin monitahoinen ilmiö. Esimerkiksi Ian Hacking (1983) erottelee kolmenlaista yhteismitattomuutta:

- 1) *Tutkimuskohteiden (topic) yhteismitattomuus*: Kahdella teorialla on eri tutkimusongelmat ja sovellukset. Myöhemmällä teorialla on uudet tutkimusongelmat ja sovellukset, joihin osa edeltäjän ongelmista ja sovelluksista ei sisälly.
- 2) *Etäisyys (dissociation)*: Vaikeus ymmärtää tai tulkita vanhoja kirjoituksia, koska käsitteiden merkitykset ovat muuttuneet ja tekstin edellyttämät taustatiedot unohtuneet. Pahimmillaan meiltä puuttuvat keinot arvioida esitettyjen väitteiden totuutta – emme tiedä millainen seikka tekisi ne todeksi tai epätodeksi. Hackingin esimerkki tästä on Paracelsuksen (1493–1541) kirjoitusten ymmärtäminen. Paracelsus käyttää kirjoituksissaan jopa arkisia käsitteitä siten, että nykyaikaisen lukijan on mahdotonta antaa niille järkevää tai mielekästä tulkintaa.
- 3) *Merkitysyhteismitattomuus*: teorit ovat yhteismitattomia, sillä niiden teoreettisten käsitteiden merkitys on erilainen. Tässä ajatuksessa on taustalla merkitysteoria, jossa termin merkityksen määrää sen asema teoriassa; merkitysyhteismitattomuus tekee aikaisemman *teorian* johtamisen myöhemmästä mahdottomaksi.

Voimme lisätä Hackingin luetteloon vielä yhden yhteismitattomuuden muodon:

- 4) *Standardien ja tavoitteiden yhteismitattomuus*: Paradigman tai teorian edustajilla on erilaiset käsitykset tutkimuksen tavoitteista, tutkimusongelmien keskeisyydestä ja tuotosten arvioinnin standardeista. Tätä voisi kutsua myös metodologiseksi yhteismitattomuudeksi.

Viimeinen joukko Kuhnin teorian käsitteellisiä ongelmia liittyy tieteelliseen muutokseen ja sen rationaalisuuteen. Ensiksikin, useat filosofit, kuten kohta käsiteltävä Imre Lakatos, ovat huomauttaneet, että tieteellisen muutoksen perusyksikkö on tutkimusohjelma tai -traditio, ei yksittäinen teoria tai paradigma. Tutkimusohjelma muodostuu jatkumosta teorioita, ja ainoastaan arvioimalla tätä teorioiden jatkumoa voidaan sanoa jotakin tutkimuksen edistymisestä tai kumuloitumisesta.

Toinen ongelma liittyy Kuhnin kuvaukseen paradigman vaihdoksesta. Kun hän toteaa, että paradigman vaihdos ei ole (täysin) rationaalinen prosessi, hän käyttää erittäin ohutta ja muodollista rationaalisuuden käsitettä. Jos rationaalisuuden käsite tehdään rikkaammaksi, voidaan ehkä välttää paradigman vaihdoksen kuvaaminen uskonnollisena kääntymyksenä tai muuten selittämättömänä prosessina.

Kolmanneksi, eri paradigmoja edustavia teorioita on mahdollista testata empiirisesti, toisin kuin Kuhn vaikuttaa oletavan. Ainakin joissakin kohdin hän ei näytä erottavan aistihavainnon käsitteellisyttä ja toisaalta empiiristen tulosten teoreettista tulkintaa. Vaikka havainnot ovatkin teoriapitoisia, ei kovinkaan usein ole niin, että juuri testattavaa teoriaa tarvitaan havainnot tuottavan prosessin selittämiseen tai ymmärtämiseen.

Neljänneksi, jotkut filosofit ovat kritisoineet Kuhnin normaalitiedettä ihannoivaa käsitystä tieteestä. Esimerkiksi Karl Popperin mielestä normaalitieteilijät ovat dogmaatikkoja, joiden toiminta ei heijasta sellaista rationaalisuuskäsitystä, joka on tieteessä arvokasta. Popperille rationaalisuus on olennaisesti kriittisyyttä, erityisesti itsekriittisyyttä. Popper on valmis myöntämään, että monet tieteilijät ovat Kuhnin kuvailemia normaalitieteilijöitä, mutta hän ei hyväksy Kuhnin tapaa ihannoida tällaista poikkeamaa älyllisistä ideaaleista. Kuhnin vastaus Popperille on, että jos tieteilijät olisivat Popperin ihanteen mukaisia, ei tieteessä tapahtuisi paljontaan kehitystä. Popperilainen kriittisyys sopii filosofeille, ei oikeaa tiedettä tekeville tutkijoille.

Kuhnin teoriaa vastaan on esitetty myös empiirisiä vasta-argumentteja. Ensimmäinen näistä argumenteista kyseenalaistaa Kuhnin näkemyksen siitä, että vallankumoukset olisivat tieteessä tavallisia. Kuhnin ainoa vahva esimerkki tieteellisestä vallankumouksesta on kopernikaaninen kumous. Muihinkin esimerkkeihin sisältyy ongelmia. Mutta vaikka hyväksyisimme nämä esimerkit, vaikuttaa siltä, että kuhnilaiset kumoukset kuuluisivat tieteiden esihistoriaan.

Esimerkkejä vakiintuneiden tieteenalojen kumouksista on huomattavasti vaikeampi löytää. Kuhnin vastaus tähän kritiikkiin on osittain se, että myöhempien aikojen vallankumoukset ovat tapahtuneet pienten tieteellisten erityisalojen sisällä. Ongelmaksi näyttää tällöin kuitenkin muodostuvan se, että tällaiset ”pienet kumoukset” eivät enää sovi yhtä hyvin Kuhnin kuvaukseen – niihin saattaa sopia paremmin jokin toinen kuvaustapa.

Toinen kritiikin kohde on ollut Kuhnin kuvaus normaalitieteestä. Monien kriitikkojen mielestä Kuhn liioittelee tieteilijöiden yksimielisyyttä normaalitieteen aikana ja vastaavasti kriisiajan tieteilijöiden erimielisyyksiä. Jos tämä kritiikki pitää paikkansa, on syytä kysyä, onko koko ero normaali- ja kriisitieteen välillä harhaanjohtava kärjistys, etenkin kun kilpailevat tutkimusohjelmat näyttävät olevan tavallisia myös normaalitieteessä.

Kolmas empiirinen ongelma on normaalitieteen kuvauksen ja Kuhnin esittelemien vallankumousten yhteensopivuus. Monet piirteistä, jotka Kuhn liittää normaalitieteeseen, soveltuvat tieteelliseen tutkimukseen vasta 1800-luvun jälkipuoliskolta alkaen. Toisaalta kaikki hänen kuvaamansa vallankumoukset ovat ajalta, joka edeltää tätä ajanjaksoa. Voidaanko aristoteelista fysiikkaa tai Ptolemaioksen tähtitiedettä lainkaan pitää normaalitieteenä? Jopa Newtonin fysiikan laaja ja systemaattinen omaksuminen kesti kauan, siitä voidaan sanoa muodostuneen paradigma vasta 1800-luvun alussa. Tällaiset kysymykset asettavat kyseenalaiseksi Kuhnin teorian käyttökelpoisuuden tietehistoriallisessa tutkimuksessa. Teoria toki sisältää koko joukon kiinnostavia havaintoja ja ideoita, mutta kokonaisuutena sen käyttökelpoisuus on kyseenalainen.

Kuhnin merkitys tieteen tutkimuksessa perustuu ennen kaikkea kahteen asiaan. Ensiksikin Kuhn avasi monien silmät sille, kuinka tiedettä ja sen historiaa voidaan lähestyä tutkimuksellisesti. Esimerkiksi monille sosiologeille Kuhnin kirja osoitti, että tieteen sisältöä voidaan lähestyä sosiologisesti. Filosofeille teos puolestaan osoitti, kuinka tietehistoriallisia tapaustutkimuksia voidaan käyttää tieteenfilosofisten argumenttien esittämiseen ja testaamiseen. Toinen Kuhnin merkitys on siinä, että hänen työnsä muokkasi huomattavasti sitä kysymyskenttää, jonka ympärillä tiedettä koskevaa keskustelua käytiin. Esimerkiksi monet myöhempien vuosien keskeiset tieteenfilosofiset teemat (teorioiden rakenne, yhteismitattomuus, teoreettisten termien merkitys, tieteen edistyminen, totuuden lähestyminen) muodostuivat keskeisiksi juuri Kuhnin teoksen vaikutuksesta.

Mielenkiintoisia ovat erot siinä, mitä eri tieteenaloilla on pidetty keskeisenä Kuhnin teoksessa. Tieteenfilosofiassa Kuhnin merkittävin panos oli hänen haasteensa tieteelliselle rationaalisuudelle. Tieteenfilosoifeille tärkeintä Kuhnin teoriassa olivat hänen vallankumousteoriansa ja siihen liittyvät käsitteet. Tieteellisen tiedon sosiologeille taas tärkeintä oli Kuhnin naturalistinen metodologia: sosiologioiden ei tarvitse jättää tieteen kognitiivista sisältöä filosofien työkentäksi, vaan he voivat tutkia tieteellistä tutkimustyötä kokonaisuutena välittämättä normatiivisista filosofisista teorioista. Heille merkittävin elementti Kuhnin teoriassa oli sen kuvaus normaalitieteestä. Se tarjosi lähtökohdan, jonka pohjalta sosiologit pystyivät rakentamaan omia mallejaan tieteellisestä tutkimuksesta.

Tieteenhistoria ja rationaaliset menetelmät: Imre Lakatos

Vaikka Kuhnin myötä tieteenhistoria nousi tieteenfilosofien työssä keskeiselle sijalle, he eivät täysin omaksuneet Kuhnin naturalistista asennetta tieteeseen. Monet tieteenfilosofit halusivat edelleen nähdä tieteessä tapahtuvat muutokset rationaalisina edistysaskelina. Esimerkiksi Karl Popper syytti Kuhnia siitä, että tämä hylkäsi rationaaliset menetelmät ja näki tieteellisen muutoksen motiiveina erilaisia sosiaalipsykologisia vaikuttimia. Monien tieteenfilosofien mielestä näin jäi vaille tyydyttävää selitystä yksi kiistaton tosiasia, luonnontieteiden edistys viimeisen kolmensadan vuoden aikana. Tieteen edistyksen selittäminen näyttäisi vaativan, että historian aikana tehdyt valinnat ovat olleet enimmäkseen rationaalisia. Näin ollen tieteenfilosofian tehtävänä oli selvittää, mitkä ovat ne rationaalisuuden kriteerit, jotka sopivat toisaalta yhteen historiallisen todistusaineiston kanssa ja toisaalta takaavat edistyksen ja tiedon kasvun. Keskeinen tätä ajattelutapaa edustanut tieteenfilosofi oli unkarilaissyntyinen Imre Lakatos (1922–1974).

Lakatosin metodologinen ajattelu voidaan jakaa kahteen osaan tai tasoon. Historiallinen metodologia käsittelee sitä, miten tieteen historiaa tulisi filosofisesti lähestyä. Varsinainen tieteellinen metodologia kertoo puolestaan sen, mitkä periaatteet ovat johtaneet tiedon kasvuun ja millä käsitteillä tieteen historiaa voidaan kuvata.

Lakatosin historiallisen metodologian lähtökohdiana oli ajatus, että tieteenhistoriaa tulkitaan aina erilaisten normatiivisten mallien tai periaatteiden näkökulmasta. Induktivistisen metodologian omaksunut tulkitsee tieteen

historian siten, että nykyisin hyväksytyt teoriat (ja mahdollisimman suuri osa historian aikana hyväksytyistä teorioista) ovat induktiivisesti hyvin tuettuja. Popperilainen tarkastelija taas tulkitsee historialliset episodit siten kuin ajatukset olisivat kehittyneet falsifikationistisen metodologian mukaisesti, jolloin tiukat testit ja nopeat hylkäyspäätökset ovat keskeisiä rationaalisuuden kriteerejä. Jokainen tällainen normatiivinen malli sisältää oman näkemyksensä siitä, mitkä historialliset kehityskulut ovat rationaalisia ja mitkä eivät. Siinä missä falsifikationisti näkee rationaalisena teorian hylkäämisen sitä vastaan puhuvan todistusaineiston valossa, saattaa induktivistit punnita myös teorian aiemmin saavuttamaa empiiristä tukea ja pitää sen hylkäämistä ensimmäisen vastaesimerkin ilmaantuessa hätiköitynä, irranaalisena päätöksenä.

Normatiiviset mallit jakavat näin tieteenhistorian kahteen osaan: rationaalinen osa voidaan aina selittää normaaliksi kehityskuluksi, kun taas mallin valossa irranaaliselta näyttävä osa jää ilman selitystä. Lakatos otti tässä yhteydessä käyttöön erottelun sisäisen ja ulkoisen tieteenhistorian välille. Sisäinen tieteenhistoria on se osa tieteen historiaa, joka näyttäytyy rationaalisena taustalla vaikuttavien normatiivisten periaatteiden valossa. Ulkoinen tieteenhistoria taas yrittää selittää virheet eli poikkeamat sisäisen historian rationaalisista periaatteista. Tällaiset poikkeamat tai virheet vaativat rationaalisuuden kriteerien ulkopuolista, kausaalista selitystä ja Lakatosin mukaan tämä osa jääkin tieteensosiologiain ja -psykologiain huoleksi.

Tässä tullaankin Lakatosin historiallisen metodologian keskeiseen ajatukseen. Sen mukaan normatiivisia filosofisia malleja voidaan arvioida tieteenhistorian avulla. Tämä ehdotus näyttää luonteelta ja yksinkertaiselta: paras malli on sellainen, jonka avulla mahdollisimman suuri osa tieteenhistorian kriittisistä kohdista (siirtymät teorioista toiseen ja tieteilijöiden valinnat näissä tilanteissa) voidaan tulkita siten, että ne näyttävät tarkasteltavan mallin valossa rationaalisilta. Toisin sanoen, paras malli on sellainen, joka tekee sisäisen tieteenhistorian osuuden suhteessa ulkoiseen tieteenhistoriaan suuremmaksi kuin vaihtoehdotet mallit.

Vaikka tämä kriteeri tuntuu selkeältä, siihen liittyy monia ongelmia. Koko erottelu sisäiseen ja ulkoiseen tieteenhistoriaan näyttäisi vaativan, että historiaa pitää voida tarkastella sekä ”puhtaasti” että filosofisesti tulkittuna. Ensimmäisessä vaihtoehdossa tieteenhistoriaa lähestytään ilman teoreettisia tai filosofisia ennakkokäsityksiä, jälkimmäisessä taas historiallista aineistoa valikoidaan ja

tulkitaan jonkin filosofisen teorian näkökulmasta. Lakatosilla näiden kahden tieteenhistorian suhde jää hieman epäselväksi. Tämä epäselvyys näkyy myös suosituksessa, jonka Lakatos antoi rationaalisten rekonstruktioiden laadinnalle. Tämä paljon närää herättänyt ehdotus oli, että rationaalinen rekonstruktio jostakin historian episodista esitetään varsinaisessa tekstissä. Tieteenhistoriallisen tutkimuksen keskeinen osa ei siis välttämättä kerro, mitä todella tapahtui vaan mitä olisi pitänyt tapahtua, jos toimijat olisivat työssään ja valinnoissaan toimineet rationaalisesti. Näkemys siitä, mikä on rationaalista, taas tulee historiallisen tutkimuksen taustalla vaikuttavasta filosofisesta teoriasta ja mallista. Historiallisiin lähteisiin perustuva tapahtumien todellinen kulku taas pitäisi esittää tutkimuksen alaviitteissä.

Lakatos itse sovelsi tätä asetelmaa väitöskirjassaan ja sen pohjalta julkaisussa teoksessa *Proofs and Refutations*. Hän tarkasteli matematiikan historian tärkeää episodtia (monisärmiöiden teorian kehittymistä) siten, että rationaalissa rekonstruktiossa tapahtumat etenivät opettajan ja kahden oppilaan välisenä keskusteluna, kun taas varsinaiset historialliset lähteet esitettiin alaviitteissä. Ajatuksena oli hylätä formalistinen tapa esittää matematiikan teorioita ja todistuksia ja tuoda esiin heuristinen näkökulma: matemaattisten käsitteiden ja todistusten kehittymisen taustalla on alustavien hypoteesien, vastaesimerkkien ja hypoteesien korjauksen kautta etenevä dialektinen tutkimusprosessi. Tässä nimenomaisessa esimerkissä Lakatosin menetelmä toimii varsin hyvin. Tutkimusohjelma näyttää yleensä etenevän rationaalisen rekonstruktion mukaan, ja alaviitteissä esitetty historiallisia lähteitä koskeva tarkastelu selventää tapahtumien kulkua. Lakatosin oma versio tieteenhistoriaa tulkitsevasta normatiivisesta mallista saikin alkunsa näiden tulosten yleistämisestä.

Yleisenä tavoitteena oli esittää näkemys, joka yhdistäisi popperilaisen kriittisen rationalismin Kuhnin historialliseen näkemykseen. Tähän tarkoitukseen Lakatos kehitti tieteellisten tutkimusohjelmien metodologiana tunnetun näkemyksen. Se on Kuhnin paradigma-vallankumous-mallin ohella ehkä tunnetuin tieteenhistorian rekonstruointiin suunnattu filosofinen malli, jonka tarkoituksena on tarjota ”rationaalinen selitys objektiivisen tiedon kasvulle”. Lakatosilaiseen tieteelliseen tutkimusohjelmaan sisältyy sarja samaa kohdetta tai ongelma-aluetta käsitteleviä teorioita sekä heuristisia periaatteita, jotka kertovat, mitä resursseja tutkimusohjelmalla on ongelmien ratkaisemiseen. Yhden teorian tai tutkimusohjelman korvaaminen toisella merkitsee

edistystä, mikäli se tehdään tutkimusohjelmien metodologiaan sisältyvien normatiivisten sääntöjen mukaan. Seuraavassa käydään lyhyesti läpi näitä käsitteitä.

Popperin mukaan teoria piti hylätä ensimmäisen vastaesimerkin sattuessa kohdalle, mutta Lakatos piti tätä vaatimusta liian vahvana rationaalisuuden eh-
tona. Historialliset tarkastelut osoittivat, että tieteilijät eivät aina toimi näin. He saattavat pitää dogmaattisesti kiinni periaatteistaan siihen asti kun tilalle saadaan jokin uusi ja selvästi parempi vaihtoehto. Lakatosin mukaan tässä Popperia vastaan puhuvassa seikassa ei ole mitään ihmeellistä, sillä jokaiseen tieteelliseen tutkimusohjelmaan sisältyy kova ydin, sellaisten keskeisten oletusten joukko, jota ei missään vaiheessa kyseenalaisteta ja jotka antavat identiteetin koko tutkimusohjelmalle. Esimerkiksi kopernikaanisessa ohjelmassa tällaisia oletuksia olivat, että 1) maa ja muut planeetat kiertävät paikallaan pysyvää aurinkoa ja 2) maa pyörittää akselinsa ympäri kerran päivässä. Näistä luopuminen olisi samalla merkinnyt koko kopernikaanisen tutkimusohjelman hylkäämistä.

Edellä sanottu ei merkitse sitä, että mitään ei muuteta vastaesimerkkien ilmaantuessa. Jokaisen tutkimusohjelman kovan ytimen ja siihen kuuluvien ydinoletusten tai -hypoteesien ympärille rakentuu vähä vähältä suojavyöhykkeeksi (*protective belt*) kutsuttu kokoelma enemmän muutoksille alttiita oletuksia ja hypoteeseja. Suojavyöhykkeeseen sisältyy muun muassa apuoletuksia, joita tarvitaan empiiristen ennusteiden johtamiseksi ydinoletuksista. Kopernikaanisessa ohjelmassa tällaiseen suojavyöhykkeeseen kuuluivat planeettojen kulun epäsäännöllisyyksiä kuvaava deferentti- ja episykliympyröiden järjestelmä (joka korvattiin myöhemmin ellipsiradoilla) sekä paljain silmin planeettojen liikkeistä tehtyjen havaintojen kokoelma (joka korvattiin myöhemmin kaukoputken avulla tehdyillä havainnoilla).

Empiiriset vastaesimerkit vaikuttavat ainoastaan suojavyöhykkeeseen kuuluviin oletuksiin tai hypoteeseihin. Vastaesimerkki merkitsee sitä, että jokin suojavyöhykkeen oletus on väärä ja että se pitäisi joko hylätä tai korjata. Vian löytäminen ja anomalian selittäminen saattaa kuitenkin olla vaikea tehtävä. Tässä kohtaa Lakatos tulee hyvin lähelle Pierre Duhemin näkemyksiä (ks. luku 2).

Keskeisiä kriteerejä tutkimusohjelman valinnalle ovat siihen sisältyvät lupaukset pystyä ratkaisemaan ongelmia. Ongelmien ratkaisua ohjaavat kahdentyyppiset heuristiset säännöt. Negatiiviset heuristiikat kertovat, mitä ei kannata tehdä, mistä oletuksista ei ongelmien ilmetessä kannata syntipukkia

hakea: tutkimusohjelman kovaan ytimeen sisältyviä ydinoletuksia ei kannata muuttaa. Positiiviset heuristiikat taas kertovat, miten ongelmien ratkaisussa kannattaa edetä eli miten suojavaikuttava kussakin ongelmatapauksessa kannattaa muuttaa. Lisäksi siihen kuuluvat erilaiset havainto- ja laskentatekniikat ja näihin liittyvät oletukset. Niinpä kopernikaanisen tutkimusohjelman positiivisiin heuristiikkoihin sisältyi muun muassa planeettamalleihin perustuvat laskennalliset strategiat ja myöhemmin kaukoputkien havaintotekniikka.

Viimein tullaan Lakatosin ohjelman keskeiseen osaan, eli siihen, milloin on rationaalista korvata teoria tai tutkimusohjelma toisella. Muistetaan, että tämän kriteerin pitäisi taata teorioiden valinnan rationaalisuus ja viime kädessä selittää, miksi tiede on edistynyt. Kriteerin alustava versio on seuraava:

Teoria (tai tutkimusohjelma) T voidaan korvata teorialla T' , jos T' on sisällöltään rikkaampi kuin T (eli T' selittää samat asiat kuin T :kin ja sen lisäksi siitä voidaan johtaa uusia ennusteita) ja lisäksi T' on empiirisesti vahvistettu (eli jotkin uudet ennusteet osoittautuvat paikkansapitäviksi).

Lakatos erottelee empiirisen ja teoreettisen edistyksen. Tutkimusohjelma edistyy teoreettisesti, kun uusi teoria ennustaa joitakin uusia ilmiötä tai säännönmukaisuuksia. Empiirisesti tutkimusohjelma edistyy sikäli kuin nämä uudet ennustukset osoittautuvat paikkansapitäviksi. Tutkimusohjelma voi myös taantua. Näin tapahtuu jos tutkimusohjelmassa työskentelevät tieteilijät pelastavat teoriansa tekemällä siihen *ad hoc*-muutoksia. (Lakatosin mukaan Duhem–Quine-teesi tekee tällaiset ”pelastukset” periaatteessa aina mahdollisiksi.) Kaiken kaikkiaan on siis rationaalista valita teoria tai tutkimusohjelma, joka on edistyvin tai näyttää tässä suhteessa lupaavimmalta. Lakatos haluaa nähdä tässä myös rajanvetokriteerin: edistyvät tutkimusohjelmat luonnehtivat tiedettä, taantuvat pseudotiedettä.

Lakatos seuraa Popperia vaatiessaan, että ainoastaan uudet ennusteet laskeaan mukaan arvioitaessa teorian saamaa empiiristä tukea. Ennen teorian kehittämistä tunnettuja seikkoja ei oteta huomioon, sillä tämä tekisi mahdolliseksi sen, että teoriat voisivat saada empiiristä tukea niistä tuloksista, joiden selittämiseksi ne alun perin kehitettiin. Tämä taas voisi merkitä sitä, että jouduttaisiin hyväksymään teorioita, jotka on kyhätty kokoon *ad hoc* tarjoamaan hatusta vedettyjä selityksiä annetuille ilmiöille.

Ei ole helppoa löytää yleistä kriteeriä sille, milloin havainto tai koetulos on uutta evidenssiä jollekin teorialle. Lakatos ei itse kyennyt vastaamaan tähän

kovin hyvin. Hänen oppilaansa Elie Zahar täsmensi kuitenkin tätä vaatimusta myöhemmin. Zahar kiinnittää huomion ongelmatilanteeseen, jonka yhteydessä uusi teoria kehitettiin tai löydettiin: e on uutta evidenssiä teorialle T , mikäli se ei kuulunut T :n kehittäneen tieteilijän relevanttiin ongelmatilanteeseen, eli tieteilijä ei käyttänyt tulosta silloin kun hän kehitti teorian T .

Zaharin ehdotusta on kritisoitu muun muassa siitä, että sen käyttö erilaisien historiallisten tapaustutkimusten yhteydessä vaatii todella tarkkaa historiallista tutkimusta. Tieteilijä on esimerkiksi saattanut tietää evidenssin e olemassaolosta, vaikka hän ei olisi käyttänyt sitä teorian T kehittämissä. Tällaisiin tilanteisiin liittyvien erottelujen tavoittaminen historiallisen todistusaineiston avulla on vaikeaa. Läheskään aina ei ole riittävän tarkkaa tietoa siitä, mitä kulloinkin kuului relevanttiin ongelmatilanteeseen. Mikä esimerkiksi oli Merkuriuksen radan kiertymistä koskevan anomalian osuus yleisen suhteellisuusteorian synnyssä? Tai tiesikö Einstein fyysikko Albert A. Michelsonin ja kemisti Edward E. Morleyn kokeista kehitellessään suppeampaa suhteellisuusteoriaa? Nämä tekivät 1800-luvun loppupuolella kokeita, jotka osoittivat, että valon nopeus on vakio suhteessa oletettuihin eetterin liikkeisiin. Tulokset tukivat monia Einsteinin teorian keskeisiä oletuksia ja ovat siis tärkeässä asemassa, kun yritetään arvioida suppean suhteellisuusteorian tarjoamaa teoreettista edistystä Lakatosin ja Zaharin tapaan. Historialliset tutkimukset eivät ole pystyneet yksiselitteisesti vastaamaan näihin kysymyksiin.

Monet kriitikot ovatkin huomauttaneet, että rationaalisten rekonstruktioiden rakentaminen Lakatosin ideoiden pohjalta on erittäin vaikeaa. Jo tutkimusohjelmien identifioiminen voi vaatia historiallisen todistusaineiston kohtuutonta sovittamista ja tulkintaa. Kun empiirinen tieteenhistoriallinen tutkimus on edennyt, normatiivisten mallien sovittaminen niihin on paradoksaalisesti tullut yhä vaikeammaksi.

Eikä ongelma koske ainoastaan Lakatosin ohjelmaa. Tieteenfilosofisten ja tieteenhistoriallisten tarkastelujen yhteensovittaminen on osoittautunut vaikeaksi ongelmaksi yleisemminkin. Sellainenkin yksinkertaiselta tuntuva ajatus kuin normatiivisten mallien testaaminen tieteenhistoriallisten rekonstruktioiden avulla johtaa helposti dilemmaan: rekonstruktiot ovat joko epätosia tai ympäröityjä. Tiukat ja täsmälliset metodologiset mallit joutuvat helposti ristiriitaan empiirisen todistusaineiston kanssa. Löysemmin rajatut mallit kattavat enemmän tapauksia, mutta vaarana on, että niistä tulee *ad hoc*-tyyisiä

kokoelmia erilaisia periaatteita ja siten epäinformatiivisia ja epäuskottavia. Historian kuvaileva ja filosofian normatiivinen lähestymistapa eivät kovin helposti mahdukaan saman katon alle.

Seuraavaksi esiteltävä naturalistinen suuntaus tieteenfilosofiassa on nähtävä yrityksenä paeta tästä umpikujasta. Aikaisemmin tieteenfilosofit olivat saaneet tarkastella tiedettä varsin rauhassa. Muut tieteenalat eivät olleet heitä häirinneet, sillä psykologit hyväksyivät erottelun löytämisen ja oikeuttamisen konteksteihin ja tieteensosiologit pitäytyivät tieteen ei-tiedollisissa ulottuvuuksissa. 1980-luvulle tultaessa tilanne alkoi muuttua. Filosofit joutuivat kilpailemaan muiden tieteentutkijoiden kanssa siitä, kuka on oikeutettu määrittämään, mitä tiede on ja miten sitä tulee käsitellä. Psykologit ja sosiologit haastoivat filosofiya yhä enemmän näiden omalla alueella. Hyviä esimerkkejä ovat psykologien keskustelu rationaalisuudesta ja tiedonsosiologien esittämä tieteenfilosofian kritiikki. Jos vertaa tieteenfilosofien 70-luvun lopun tuotoksia 90-luvun alun tuotoksiin, on tämän filosofian ulkopuolelta tulevan kritiikin vaikutus selvästi näkyvissä. Vaikka filosofien ei voi sanoa täysin omaksumeen kriitikkojensa kantoja, muutos on huomattava. Kun 70-luvun lopussa esimerkiksi tieteellisen tiedon sosiologit joutuivat argumentoimaan tutkimusnäkökulmansa puolesta filosofien asettamin ehdoin, tilanne on nyt kääntynyt: filosofit ovat joutuneet puolustuskannalle.

Tieteenfilosofian naturalistinen käänne

Tieteenfilosofia on kokenut huomattavia muutoksia 1980-luvulta alkaen. Esiin nousee erityisesti kaksi kehityssuuntaa, jotka ovat erityisen silmiinpistäviä ja jotka koskevat sitä, miten tieteenfilosofit hahmottavat tutkimuskohteen. Ensimmäinen kehityskulku on *naturalismi*, joka on merkinnyt muutoksia tieteenfilosofien asenteessa tutkimuskohteeseensa. Toinen suuntaus on *erikoistuminen erityistieteisiin*: nykyään tieteenfilosofit rajaavat tutkimuskohteen tarkemmin. Nämä kehityssuunnat eivät ole suinkaan läpäisseet koko tieteenfilosofian kenttää eikä niiden vaikutus näin ole ollut yhtä näkyvä joka paikassa tai kaikilla osa-alueilla.

Käsitteellä naturalismi on monia merkityksiä. Tässä yhteydessä se ei viittaa esimerkiksi mielenfilosofiseen naturalismiin (materialismiin), joka kieltää

ei-materiaaliset substanssit. Se ei myöskään tarkoita metodologista naturalismia, joka tieteen ykseyteen vedoten esittää, että yhteiskuntatieteiden tulisi piitäytyä luonnontieteen käyttämissä menetelmissä. Vaikka nämä näkemykset ovatkin selvästi yhteydessä tiettyihin näkemyksiin tieteellisestä tiedosta tai sen kohteista, tarkoittaa naturalismi tässä yhteydessä jotain erityisempää. Se ei merkitse naturalistista suhtautumista tieteen kohteisiin, vaan kuvaa tieteenfilosofian asennetta omaan tutkimuskohteeseensa.

Naturalistista suuntausta voi pitää tieteenfilosofian historiallisen käänteen loppuunviemisenä. Suhde normatiivisuuteen muuttuu siinä olennaisesti. Naturalistien lähtökohtana on tutkia tiedettä sellaisena kuin se on, ei sellaisena kuin sen filosofisten pohdintojen perusteella pitäisi olla. Ero aikaisempaan tieteenfilosofiaan on selkeä. Kun aikaisemmin filosofit ottivat usein lähtökohdikkaan filosofiset *a priori* -pohdinnat rationaalisuudesta, tieteen tavoitteista tai todellisuuden luonteesta arvioidakseen tältä pohjalta tieteilijöiden toimintaa, naturalistit lähtevät liikkeelle tieteellisestä käytännöstä ja yrittävät sen pohjalta lähestyä tarkastelun kohteena olevaa tieteenalaa tai tieteellistä ongelmaa. Aikaisemmin lähdettiin normatiivisista näkemyksistä ja yritettiin sovittaa tiede niihin, nyt lähdetään deskriptiivisestä lähtökohdasta ja yritetään sovittaa mahdolliset normatiiviset väittämät tähän kehikkoon. Tällä muutoksella on huomattavia seurauksia tieteenfilosofian sisällölle.

Aikaisemmat tieteenfilosofit asettivat itsensä – tai heidän nähtiin asettavan itsensä – tieteen yläpuolelle eräänlaisiksi tuomareiksi, jotka norsunluutornistaan kertoivat, mitä tieteilijöiden pitäisi tai ei pitäisi tehdä. Tieteenfilosofit katsoivat tietonsa tieteen menetelmästä edeltävän tiedettä ja näkivät tämän seikan oikeuttavan siihen, että tieteilijöihin kohdistuva tiedonvälitys on varsin yksisuuntaista. Koska filosofit jo tiesivät, mitä tiede oikeastaan on, tai pikemminkin mitä sen pitäisi olla, ei ollut enää tarvetta kysyä tieteilijöiltä tai ei-filosofisilta tieteenutkijoilta heidän näkemyksiään. Nykyisin tämän asenteen oikeuttanut usko filosofien hallussa olevaan tietoon tieteellisestä menetelmästä on karissut. Naturalistisesti suuntautuneet tieteenfilosofit eivät usko, että heillä olisi jonkinlainen etuoikeutettu asema suhteessa tietoon tieteellisestä menetelmästä. Itse asiassa useimmat epäilevät, onko edes missään mielenkiintoisessa mielessä olemassa mitään suurta tieteellistä menetelmää. Tämä ihanteellisen tieteellisen menetelmän kielto ei tarkoita etteikö edelleen uskottaisi, että tieteessä käytetään menetelmiä tai että filosofit hyväksyisivät Feyerabendin

iskulauseen ”kaikki käy”. Tieteen katsotaan olevan hieman monimutkaisempi ilmiö kuin aikaisemmin toiveikkaasti oletettiin.

Naturalismi ei niinkään muodostu tietyistä tieteen luonnetta koskevista teeseistä, pikemminkin se merkitsee uusia kysymyksenasetteluja ja asenteita tieteeseen. Naturalistit katsovat, että tiedettä tulee tutkia samalla tavoin kuin mitä tahansa inhimillistä toimintaa tai instituutiota, toisin sanoen tieteellisesti (mitä tällä sitten tarkoitetaan). Tässä valossa tieteenfilosofinen naturalismi voidaan nähdä laajemman naturalistisen ohjelman täydennyksenä: viimeisenä inhimillisen toiminnan alueena tiedekin on kokonaisuudessaan saatettu tieteellisen tutkimuksen legitimiiksi kohteeksi.

Pyrkimyksessään ymmärtää tiedettä luonnonilmiönä (tai oikeammin inhimillisenä ilmiönä), naturalistit ovat huomanneet muut tieteen tutkijat olennaisiksi liittolaisikseen. Molemmat ryhmät jakavat saman tavoitteen: tieteen toimintaan ja kehitykseen liittyvien prosessien ymmärtämisen. Tämä asenne on filosofeille melko uusi: aikaisemmin filosofit pyrkivät eristämään oman tutkimuskohteensa empiirisemmin tiedettä lähestyvistä tutkijoista. Vaikka tieteenhistorian, -sosiologian ja -psykologian tärkeys tunnustettiin, katsottiin, että nämä tutkimusalat eivät koskaan kykene tavoittamaan tieteen olennaisia piirteitä, jotka näin olivat tieteenfilosofian omaa aluetta. Naturalistinen käänne merkitsee pohjimmiltaan tämän jyrkän rajanvetostrategian hylkäämistä. Tieteenfilosofit tutkivat nyt tiedettä muiden tieteen tutkijoiden rinnalla, eivät heidän yläpuolellaan.

Naturalismin tarkempaa luonnehdintaa on helpointa jatkaa tuomalla esiin sen mukanaan tuomia painopistemuutoksia tieteenfilosofiassa. Yksi näistä muutoksista koskee tutkimuskohteen rajausta. Aikaisempi tieteenfilosofia pyrki muotoilemaan analyysinsä yleisiksi ja kaikkea tiedettä koskeviksi. Koska filosofisia ongelmia pidettiin yleisinä ongelmina, niiden uskottiin olevan periaatteessa samoja kaikissa eri tieteellisissä ilmenemismuodoissaan. Naturalistin mielestä näitä ongelmia voi tarkastella hedelmällisesti vain konkreettisten tieteellisten esimerkkien avulla, eikä filosofi voi automaattisesti olettaa, että sama ratkaisu toimisi kaikissa tieteissä tai kaikissa tilanteissa.

Hyvä esimerkki tästä on keskustelu tieteellisestä realismista. Realistit väittävät, että parhaiten selittävän teorian teoreettiset käsitteet todella viittaavat olemassa oleviin entiteetteihin. Antirealistit puolestaan kiistävät tämän väitteen hyväksyttävyyden. Tätä filosofista keskustelua käydään hyvin yleisellä tasolla, ilman viittausta mihinkään tiettyyn tieteelliseen teoriaan. Naturalistille

keskustelu on liian abstrakti. Kiista jää ratkeamattomaksi käytettäessä perinteisiä yleisiä filosofisia kysymyksenasetteluja. Tilanne voi naturalistin mukaan olla erilainen, kun tarkastellaan jotakin yksittäistä teoriaa ja sen puolesta esitettyjä argumentteja. Tällöin voidaan todennäköisemmin päästä sopuun teorian ontologisten oletusten realistisuudesta, sillä käytettävissä on käyttökeltvottomiksi yleistettyjen filosofisten periaatteiden sijasta tarkastelun kohteena olevan tieteenalan taustateoriat ja empiiriset resurssit. Näiden avulla voidaan päätyä perusteltuihin näkemyksiin yksittäisten teorioiden ontologisesta asemasta sen sijaan, että kerralla päätettäisiin kaikkien tieteellisten teorioiden ontologinen asema. (Realismin teemaan palataan viimeisessä luvussa.)

Sama naturalistinen lokalismi näkyy muissa perinteisissä tieteenfilosofisissa kysymyksissä. Naturalistiset tieteenfilosofit pyrkivät yhä vähemmän vastaamaan sellaisiin kysymyksiin kuin mikä on tieteellinen selitys tai mikä on tieteellinen teoria. Uusi kysymyksenasettelu on, kuinka jokin tieteellinen teoria selittää tai kuinka teorioita ja malleja käytetään tietyllä tieteenalalla. Yleiset filosofiset kysymykset pysyvät hedelmättömän abstrakteina ellei niitä kytketä konkreettisiin tieteellisiin käytäntöihin.

Toinen painopisteen muutos on mielenkiinnon siirtyminen tieteen loppu-tuotteista itse tutkimusprosessiin. Aikaisemmin filosofeja kiinnosti lähinnä tieteen (lopullinen) sisältö. Tämä näkyi siinä, että erottelua tutkimustuloksen tai selityksen löytämisen ja sen oikeuttamisen välillä käytettiin rajanvetona tieteenfilosofian ja muiden tiedettä tutkivien alojen välillä. Sitä, kuinka teorioita tuotetaan tai miten niiden puolesta todellisuudessa argumentoidaan, ei tieteenfilosofiassa katsottu erityisen mielenkiintoiseksi. Tärkeää oli analysoida lopputulosta (filosofisesti rekonstruoituna) ja tutkia sen periaatteellisia ominaisuuksia. Painopisteen siirtyminen lopputuloksesta tutkimusprosessiin merkitsee, että tiedettä tarkastellaan tutkimuskäytäntöjen jatkumona. Tämän vuoksi naturalistien tutkimuskohde on ensisijaisesti nykyinen tiede, kun aikaisemmin filosofit näkivät tutkivansa (tulevaisuuden) ideaalista tiedettä, tiedettä sellaisena kuin sen tulisi olla. Sama ero on nähtävissä tieteenhistoriallisissa tapaustutkimuksissa. Kun aikaisemmin filosofeja kiinnosti ensisijaisesti se, mitä olisi pitänyt tapahtua, tyydytään nyttemmin selvittämään, mitä todella tapahtui.

Se, että tiedettä tarkasteltiin jonkinlaisen tutkimuksen ideaalisen loppupisteen näkökulmasta, selittää luultavasti joitakin aikaisempia kysymyksenasetteluja. Kun kiinnostuksen kohteena olivat tulevaisuuden teoriat, joiden

ajateltiin olevan nykyisiä paljon parempia, on ymmärrettävää, miksi nykyisten teorioiden yksityiskohtiin ei välitetty kiinnittää huomiota. Ja jos analyysin kohteena oli lopullisen tieteellisen teorian tarjoama selitys, ei enää kannattanut vaivata päätään sillä, kuinka tuo teoria tuotettiin tai miksi aikaisempia teorioita pidettiin selittävinä. Uudet naturalistit katsovat, että kysymyksiä ei tule asettaa näin. Syynä on yksinkertaisesti se, että me emme kykene rakentamaan mallia tulevaisuuden tieteestä. Aikojen saatossa tieteellisestä todellisuudesta irtautunut tieteenfilosofien tarinaperinne ei voi yksin toimia pohjana tälle mallinrakentamiselle. Ainoa tapa rakentaa malleja ideaalisesta tai tulevaisuuden tieteestä olisi perustaa nämä mallit sille mitä tiede on nyt, mutta juuri tähän emme vielä tiedä. Tässä peruste naturalistien kysymyksenasetteluille: he pyrkivät ottamaan selvää siitä, miten tiede todella toimii.

Myös suhde rationaalisuuden käsitteeseen on muuttunut. Rationaalisuuden asema on ollut keskeinen tieteenfilosofiassa, koska se on ollut tieteenfilosofien normatiivisen aseman perusta. Oletukset tieteellisestä rationaalisuudesta ovat olleet sekä yleisen tieteellisen metodologian perustana että taustana rajanvetokriteereille, joiden avulla tiede voitiin erottaa muista inhimillisistä pyrinnoista. Naturalismi on merkinnyt muutosta tässäkin asiassa.

Ensiksikin filosofit ovat yhä haluttomampia puhumaan rationaalisuudesta yleensä. Taustalla on yleisiin tiedollisen rationaalisuuden määritelmiin kohdistuva epäily. Yleiset periaatteet eivät joko toimi tai sitten ne ovat niin yleisiä, että niiden normatiivinen voima on olematon. Tämä johtuu siitä, että tieteessä (ja muuallakin elämässä) tehtävien valintojen järkevyyden on liian kontekstisidonnaista, että yleiset periaatteet voisivat olla kattavia. Myös rationaalisuuden käsite on muuttunut. Aikaisemmin yritettiin muotoilla periaatteita, jotka ovat kategorisesti rationaalisia, nyttemmin on vakuututtu, että ainoa mielekäs rationaalisuuskäsite rajoittuu välineelliseen rationaalisuuteen. Eri toimintavaihtoehtojen rationaalisuus perustuu siihen, kuinka tehokkaita ne ovat asetettujen (tiedollisten) tavoitteiden saavuttamisessa: mikään periaate ei itsessään ole rationaalinen tai irrationaalinen. Välineellinen rationaalisuuskäsite on pohjimmiltaan kausalistinen: keskeinen kysymyshän on, minkä vaihtoehdon toteuttamisen vaikutukset ovat suosiollisimmat. Tämän vuoksi yleisten rationaalisuusperiaatteiden hyödyttömyys on ymmärrettävää: koska tutkimustilanteiden ja -tavoitteiden välillä on paljon vaihtelua, ei ole todennäköistä, että samat valinnat osoittautuisivat seurauksiltaan aina suosiollisimmiksi.

Kausalistinen asenne rationaalisuuteen kytkee naturalistit yhteen muiden tieteentutkijoiden kanssa. Jos filosofi haluaa tietää, mitkä ovat parhaat menetelmät saavuttaa tietyt tiedolliset tavoitteet, hänen täytyy olla selvillä näiden menetelmien kausaalista taustaehdoista. Tämä merkitsee, että hänen täytyy yhdessä kognitiotieteilijöiden kanssa selvittää, miten inhimilliset päättelyprosessit toimivat. Tieteenfilosofi joutuu esittämään erilaisia tutkimusstrategioita sen perusteella, millaiset ovat ihmisen kognitiiviset rajoitukset biologisina olioina. Kausalistinen asenne merkitsee myös, että filosofin tulee selvittää, miten tieteen sosiaaliset prosessit toimivat, jotta hän kykenisi sanomaan, millainen tieteellinen työjako ja millaiset kommunikaatioperiaatteet ovat tieteen tavoitteiden näkökulmasta edullisimmat.

Erityistieteiden filosofia

Toinen tärkeä kehityskulku on tieteenfilosofien keskittyminen erityistieteisiin. Tämä kehityskulku on sekä laajemmalle levinnyt että vanhempi kuin viime vuosikymmenellä syntynyt naturalismi. Näillä suuntauksilla ei ole varsinaista sisäistä yhteyttä toisiinsa, mutta käytännössä erikoistuminen erityistieteisiin on ollut yksi merkittävimmistä uuden naturalismin etenemisen edesauttajista.

Aikaisemmat tieteenfilosofit olivat ensisijaisesti yleisiä tieteenfilosofoja tai metodologeja, mutta nyttemmin tällainen filosofityyppi on lähestulkoon kuollut sukupuuttoon. Tieteenfilosofit ovat tänä päivänä ensisijaisesti fysiikan, biologian tai vaikkapa taloustieteen filosofeja. Jonkin tieteenalan melko perusteellinen tunteminen nähdään välttämättömänä edellytyksenä mielenkiintoiselle tieteenfilosofialle. Tässä on yksi syy sille, että tieteenfilosofiassa ei ole nykyisin entisten aikojen laajalti tunnettuja tähtiä. Erityistieteiden yksityiskohdat eivät kiinnosta yhtä paljon yleistä lukijaa, varsinkin kun teksti on kirjoitettu muille spesialisteille. Toisaalta erikoistumisen voisi sanoa olevan seurausta alan edistymisestä: on huomattu että tieteestä yleensä ei ole erityisen paljon mielenkiintoista sanottavaa ja että erot eri tieteiden välillä ja jopa tieteenalojen sisällä ovat suuremmat kuin aikaisemmin oletettiin. Erikoistuminen ei ole kuitenkaan edistynyt tasaisesti kaikilla tieteenaloilla.

Erityistieteiden filosofiassa fysiikan filosofialla on vanhimmat juuret, sillä ammattifilosofit ovat pohtineet fysiikan teoriaan liittyviä ongelmia 1800-

luvulta lähtien. Tämä selittää osittain fysiikan vahvan aseman tieteenfilosofien kiinnostuksen kohteena. Ei voi kuitenkaan väittää, että fysiikan filosofia olisi säilynyt samana. Huomattava laajennus on ollut esimerkiksi kasvava kiinnostus kokeiden tekemisen filosofiaan. Aikaisempi filosofien kiinnostus fysiikkaan kohdistui varsin yksipuolisesti fysiikan teorian haastaviin yksityiskohtiin tai niiden seurauksiin maailmankuvallemme. Nytemmin kokeiden tekemiseen liittyvät epistemologiset ja ontologiset ongelmat ovat nousseet kasvavan filosofisen mielenkiinnon arvoiksi. Toinen tärkeä muutos on, että fysiikkaa tutkitaan fysiikkana, ei mallina kaikille muille tieteille.

Biologian filosofiaa voisi pitää uuden erityistieteellisen suuntautumisen lippulaivana, sillä sen alueella muutokset näkyvät kaikkein selvimmin ja saavutukset ovat myös yleisesti tunnustettuja. Itse asiassa koko erityisala syntyi vasta neljännesvuosisata sitten. Se on nyttemmin toiminut esimerkkinä muiden erityistieteiden filosofioille sekä tarjonnut tuoreita filosofisia ongelmia filosofien pohdittavaksi, sillä useat evoluutioteorian keskeiset käsitteet ovat vaatineet selvennystä. Biologian filosofia tulee luultavasti jatkamaan tieteenfilosofisena kasvualueena, sillä filosofien kiinnostus on laajentunut myös evoluutioteorian ulkopuolelle. Erityisesti uusi geeniteknikka ja mikrobiologia tarjoavat mielenkiintoisia haasteita.

Ihmistieteet eivät ole ainakaan vielä päässeet samaan vauhtiin. Niiden alueilla tieteenfilosofinen kehitys on ollut paljon vaisumpaa. Ainoa poikkeus on ehkä taloustieteen filosofia, jossa on nähtävissä joitakin lupaavia kehityskulkuja. Muut ihmistieteet eivät ole pärjänneet näinkään hyvin. Esimerkiksi sosiologian filosofiaa tuskin on olemassa tieteenfilosofisena erityisalana. Psykologian filosofian tapaus on tässä suhteessa mielenkiintoinen. Vaikka nimeke psykologian filosofia on yleisesti käytössä, ei kyseessä ole niinkään psykologiasta tieteenä lähtevä alue vaan pikemminkin perinteisen mielenfilosofian jatke.

Eri alojen epätasaiselle kehitykselle on omat syynsä. Fysiikka ja evoluutiobiologia ovat tarjonneet melko vakiintuneen teoreettisen taustan, josta lähteä liikkeelle selvittämään ongelmakohtia. Näillä tieteenaloilla on ollut helpompi tehdä Kuhnin käsittein ilmaistuna tieteenfilosofista normalitiedettä. Ihmistieteissä tilanne on erilainen. Kun oikeastaan mistään ei olla yksimielisiä, on vaikeaa ottaa kiintopistettä, josta voitaisiin lähteä selvittämään ongelmakohtia. Eri tieteenalojen välillä on myös eroja siinä kuinka niiden on nähty tarjoavan haastavia ongelmia filosofeille. Esimerkiksi kemian filosofiaa harrastaa vain

muutama filosofi maailmassa, kun biologian ja fysiikan filosofeja on molempia satoja ellei tuhansia.

Uudella suuntautumisella on ollut suorat vaikutuksensa myös yleisempiin käsityksiin tieteen luonteesta. Useiden aikamme tieteenfilosofien mielestä ei ole kovinkaan hedelmällistä yrittää sanoa jotain tieteestä yleensä. Tiede vaikuttaa yhä enemmän sekalaiselta joukolta erilaisia käytäntöjä, jotka ovat tiettyissä yhteyksissä toisiinsa. Esimerkiksi aikaisemmin varsin yleisesti hyväksyty ajatus tieteen ykseydestä on menettänyt kannatustaan. Tieteen ykseyttä ei enää pidetä enää edes kaukaisena käytännön tavoitteena, riittäisi kun tieteet olisivat keskenään yhteensopivia. Monet ovat jopa ryhtyneet kannattamaan tieteiden epäyhtenäisyyttä.

4.

Tieteelliset kiistat ja rajanveto-ongelma

Tieteelliset kiistat tutkimuskohteina

Kuten jo toisessa luvussa tarkasteltu Harry Collinsin tutkimus osoitti, ovat tieteelliset kiistat kiinnostavaa tutkimusmateriaalia tieteenutkijalle. Vaikka kiistat eivät anna täyttä kuvaa tieteestä, ne ovat paljastavia tapahtumainkulkua, jotka tuovat esille monia muutoin mahdollisesti näkymättömiin jääviä piirteitä tieteen sosiaalisesta rakenteesta, tieteellisen tiedon luonteesta ja tutkijoiden päämääristä.

Ei ole kahta samanlaista tieteellistä kiistaa. Kiistat poikkeavat toisistaan usealla eri ulottuvuudella. Ensimmäisen näistä muodostaa *kiistan aihe*. Kiistan aiheena voi olla esimerkiksi se, kenelle kuulu kunnia jonkin löydön tai keksinnön tekemisestä. (Tällaisia prioriteettikiistoja tarkastellaan seuraavassa luvussa.) Kiista voi myös syntyä vaikkapa tieteellistä epärehellisyyttä koskevien syytösten ympärille. Se voi kytkeytyä myös vahvasti tieteen sisältöön, kuten Collinsin Weber-tapaustutkimuksessa. Kiistan aiheena on tällöin havaintojen tai koetulosten tulkinta, tieteellisen teorian tai tutkimusmetodologian status. Tärkeitä ovat myös kiistat, jotka koskevat tieteellisen tiedon soveltamista: millaisia johtopäätöksiä nykyisen tiedon pohjalta voidaan tehdä vai tarjoaako nykyinen tietämys lainkaan riittävää perustaa merkittäville yhteiskuntaa tai ympäristöä koskeville päätöksille. Kiista voi olla myös astetta filosofisempi, sen aiheena voivat olla tieteenalan päämäärät tai kysymys siitä, onko jokin tutkimussuuntaus aidosti tieteellistä. Tavallisesti on kuitenkin vaikea yksilöidä tarkalleen kiistan aiheita, sillä kiistat muodostavat usein kokonaisen kimpun teemoja, joista tutkijat tai tutkijaryhmät ovat erimielisiä. Erimielisyys saattaa koskea jopa sitä, mikä tai mitkä ovat ne ydinasiat, joista kiistaa oikeastaan käydään.

Toinen tärkeä ulottuvuus ovat tietenkin *kiistan osapuolet*. Ovatko kiistan osapuolina yksittäiset tieteilijät (ja heidän tukijansa) vai käyvätkö kiistaa kokonaiset tieteelliset koulukunnat, suuntaukset tai tieteenalat? Kiistan aktiiviset osallistujat saattavat kiistan kuluessa vähitellen vaihtua, joten tässäkin asiassa on syytä pitää silmällä ajallista ulottuvuutta. Tärkeää on myös pohtia, ovatko kaikki kiistan osapuolet tieteen sisältä. Tieteilijät (tai tieteelliset organisaatiot) voivat käydä kiistaa myös ulkopuolisten tahojen kanssa. Ulkopuoliset voivat olla joko tieteilijöiden vastustajia tai sitten ulkopuolisilla on omat edustajansa tiedeyhteisön sisällä.

Rajanveto tieteen sisäisten ja ulkoisten ryhmien välillä on, kuten kohta nähdään, hankala kysymys. Tästä syystä ei ole aina järkevää luokitella kiistan osapuolia heidän tieteellisyytensä perusteella. Kiistassa on usein kysymys juuri siitä, kenellä on oikeus puhua tieteen auktoriteetilla tai kenen menetelmät ovat tieteellisempiä. Erityisesti tulee varoa jonkin kiistan osapuolen retoriikan kritiikitöntä omaksumista. Kukin kiistan osapuoli pyrkii esittämään kiistan ja sen kulun omiin tarkoituseriinsä sopivalla tavalla. Harvoin on kysymys pelkästään esimerkiksi tieteen, totuuden ja järjen taistelusta tietämättömyyttä ja taikauskkoa vastaan, vaikka kiista sellaisena yritetäänkin usein esittää. Kiihkojen tutkijan onkin syytä pitäytyä ensimmäisestä luvusta tutussa katselijan näkökulmassa.

Yksi tärkeä kriteeri osapuolien luonnehtimiseen ovat heidän *päämääränsä*. Päämääriä kannattaa tarkastella useammalla eri tasolla. Osallistujilla on tavallisesti jokin julkituotu päämäärä, joka liittyy kiistan "viralliseen" aiheeseen. Tavoitteena on tukea tai puolustaa jotakin näkemystä tai vastaavasti vastustaa jotakin toista näkemystä. Näiden keskustelupäämäärien lisäksi on kuitenkin syytä pitää silmällä myös kiistaan *motivoivia* tekijöitä: asioita, joita osallistujat uskovat saavuttavansa kiistan voittamalla tai jo pelkästään siihen osallistumalla. Voisimme puhua kiistan *panoksista*. Usein panokset ovat, tai osallistujat uskovat niiden olevan, huomattavasti laajempia kuin kiistan julkituodut teemat. Kiistan lopputuloksesta saattaa riippua esimerkiksi se, kenelle menee kunnia tieteellisestä löydöstä, millaista tutkimusta pidetään rahoittamisen arvoisena, ketä pidetään tieteellisenä asiantuntijana jossakin kysymyksessä, millaiseksi tieteenalan identiteetti muodostuu tai millaisia yhteiskunnallisia päätöksiä tehdään. Nämä ovat syitä, jotka ovat saaneet tieteilijän (tai ulkopuolisen) alun perin osallistumaan kiistaan. Ja juuri näiden syiden vuoksi kiistan lopputulos ei ole yhdentekevä eikä sitä voida siirtää odottamaan esimerkiksi myöhemmän tutkimuksen tuloksia.

Huomion kiinnittäminen kiistan panoksiin on tärkeää, sillä kiistan varsinainen aihe saattaa olla tieteellisesti varsin yhdentekevä, mutta sillä voi olla suuri symbolinen merkitys. Kiistan lopputuloksesta saattaa riippua se, millaisiksi kilpailevien tieteenalojen tai tutkimusryhmien tieteellinen arvovalta muodostuu tai ketä tullaan vastaisuudessa käyttämään asiantuntijana yhteiskunnallisessa päätöksenteossa. Panoksena voi olla myös tutkimuksen tulevaisuus ylipääntänsä. Tieteilijät kilpailevat rajallisista resursseista, joten osapuolet saattavat katsoa taistelevansa viime kädessä omasta (tieteellisestä) olemassaolostaan.

Osapuolten päämäärät voivat poiketa toisistaan huomattavasti eivätkä panokset ole kaikille samat. Nämä molemmat seikat näkyvät luultavasti siinä, kuinka kiistaa käydään ja kuin se etenee. Lisäksi on hyvä pitää mielessään, että kaikki kiistan mahdollisesti tuoma hyöty ei kytkeydy kiistan päättymiseen. Jo pelkkä kiistaan osallistuminen voi tuoda tutkijalle esimerkiksi näkyvyyttä ja mainetta. Kiista tarjoaa mahdollisuuden osoittaa kykynsä tai tehdä tunnetuksi omaa lähestymistapaansa.

Kiistan kulun ja siinä käytettävän argumentaation näkökulmasta tärkeitä ovat myös *areenat*, joilla kiistaa käydään. Eri areenoilla omat pelisääntönsä, jotka koskevat esimerkiksi osallistujien identiteettiä ja puheenvuorojen muotoa, sisältöä ja määrää. Tieteellisessä lehdessä käyty kiista on kovin erilainen verrattuna tavallisessa uutisjulkisuudessa käytyyn kiistaan tai oikeussalissa käytävään kädenvääntöön, vaikka nämä kaikki kiistat käsittelevätkin tieteellisiä kysymyksiä. Nämä erot eivät voi olla vaikuttamatta myös kiistan kulkuun ja sävyyn. Usein laajemmat kiistat leviävät useammille areenoille: tieteellisiin kokouksiin, julkaisuihin ja tieteilijöiden epävirallisiin tapaamisiin. Usein myös kiistan pitkittyessä keskeinen areena vaihtuu toiseksi.

Läheisesti kiistan areenaan liittyy myös kysymys kiistan *yleisöstä*. Osapuolet eivät puhu vain toisilleen, vaan myös aina kolmansille osapuolille. Toisinaan jopa käy niin, että osapuolia ei edes kiinnosta vastapuolen vakuuttaminen: tärkeämpää on se, millaisen vaikutuksen he tekevät yleisöön tai johonkin yleisön erityiseen osaan. Tässä mielessä tieteelliset kiistat ovat kuin teatteria: näyttelijät ikään kuin puhuvat toisilleen, vaikka he tosiasiallisesti puhuvat ja esiintyvät yleisölle. Raja kiistan muiden osanottajien ja yleisön välillä ei kuitenkaan ole yhtä selvä kuin teatterissa. Yleisön jäsenet voivat halutessaan liittyä keskusteluun ja toisaalta useimmat kiistelijät yrittävät (ainakin kiistan alussa) vakuuttaa myös vastapuolensa. Kiistan yleisönä toimivat eri areenoilla tieteenalan muut tutkijat,

toisten tieteenalojen tutkijat, tutkimuksen rahoittajat tai vaikkapa poliittiset päätöksentekijät. Yleisön rooli on kiistassa olennainen: viime kädessä juuri se päättää, kuka kiistan voittaa ja kuinka kiistan panokset jaetaan.

Edellä kuvatut seikat ovat kiistelijöiden puheenvuorojen ohella keskeisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat siihen, millaiseksi *kiistan dynamiikka* muodostuu. Tämä dynamiikka on keskeinen tieteenalan kiinnostuksen kohde. Häntä saattaa kiinnostaa esimerkiksi kiistan ajallinen muutos. Tällöin hän pyrkii selittämään kiistan ajoitusta ja kestoa: miksi kiista alkoi juuri silloin kuin se alkoi ja miksi kiista kesti tietyn ajan. Myös kiistan kuluessa tapahtuvat muutokset kiistan osallistujissa, areenoissa ja intensiivisyydessä ovat kiinnostavia. Sisällöllisesti erityisen kiinnostavia ovat tietenkin muutokset kiistan osapuolien kannoissa. Usein nämä kannat muuttuvat (tai saavat erilaisia painotuksia) keskustelun kuluessa. Kaikki näistä muutoksista eivät ole välittömästi havaittavissa: osapuolten kannat saattavat esimerkiksi huomaamattomasti lähentyä toisiaan uuden todistusaineiston myötä ja osapuolien pyrkiessä väistämään vastapuolen kritiikkiä.

Usein tieteenalan on myös syytä miettiä, miksi jostakin asiasta *ei* kiistellä. On toki mahdotonta, että kaikista mahdollisista erimielisyyksistä käytäisiin julkista keskustelua, mutta mielenkiintoinen kysymys onkin se, kuinka kiistojen aiheet valikoituvat. Tapahtumattomia asioita on toki hankala tutkia, sillä niistä ei synny dokumentteja tai muita jälkiä. Tästä huolimatta kysymys, *miksi* jotakin ei tapahtunut, on mielekäs ja siihen voidaan antaa hyvin perusteltu vastaus. Syyt kiistan syntymättä jäämiselle voivat olla hyvinkin selkeät. Mahdollisilla osapuolilla on saattanut olla omasta mielestään tärkeämpää tehtävää, avoin erimielisyyksien korostaminen on katsottu tuossa tilanteessa vahingolliseksi tai kiistalta on yksinkertaisesti puuttunut mielekäs foorumi.

Tavallisesti olennaisin kysymys kiistan dynamiikassa on sen päätyminen tai sulkeutuminen (*closure*). Kiista voi päättyä usealla eri tavalla, mutta mitä pitkäkestoisempi ja intensiivisempi kiista on, sitä todennäköisempää on, että se ei pääty siihen, että yksi osapuoli yksinkertaisesti toteaa vastapuolen olevan oikeassa. Jos yhteisymmärrys syntyy, on tavallisempaa, että osapuolet päätyvät yhteiseen kantaan, joka on jonkinlainen kompromissi kilpailevista kannoista. Näin molemmat voivat säilyttää kasvonsa ja esittää olleensa oikeassa omissa keskeisissä argumenteissaan, vaikka nämä argumentit olisivatkin muokkautuneet vahvasti kiistan kuluessa. Huomattava osa kiistoista ei kuitenkaan pääty kiistan aktiivisten osapuolien yhteisymmärrykseen. Ajoittain paljon vaivaa ja

tunteita kiistaan ladanneet osapuolet ovat valmiita jatkamaan niin pitkään kuin joku jaksaa heitä kuunnella.

Osallistujien omat näkemykset eivät kuitenkaan ole ratkaisevia kiistan sulkeutumiselle. Olennaisempia ovat kiistan yleisön tekemät johtopäätökset. Yleisö saattaa päätyä omaksumaan jonkin kiistakumppanin esittämän kannan, mutta on tavallisempaa, että yleisön jäsenet muodostavat oman kompromissikantansa yhdistämällä kiistakumppaneiden argumenteista omasta mielestään uskottavimmat ja parhaimmat. Kiista päättyy sitten kun suuri osa yleisöstä on päätenyt suurin piirtein samalle kannalle, huolimatta siitä, että kiistakumppanit jatkavat edelleen väittelyään.

Yleisön ei kuitenkaan tarvitse päätyä kiistassa mihinkään kantaan: yllättävän monet tieteelliset kiistat päättyvät yksinkertaisesti siihen, että yleisö menettää kiinnostuksensa asiaan. Osapuolilla saattaisi olla vielä energiaa jatkaa kiistaa, mutta ketään ei kiinnosta kuunnella. Yleisön kiinnostus asiaan laimenee ja suuntautuu tärkeämpiin tai ajankohtaisempiin kysymyksiin. Muutokset todistusaineistossa, menetelmissä, teorioissa, rahoitusmekanismeissa tai vaikkapa yhteiskunnallisessa päätöksenteossa ovat saattaneet muuttua siten, että kiistaan ei enää ole ladattuna sellaisia panoksia kuin sen alkaessa. Voi myös olla, että yleisöä kiinnostaviin kysymyksiin on jo löydetty vastaukset kiistan kuluessa ja jäljelle jäävät kysymykset kiinnostavat vain sanasodan osapuolia itseään. Näin motiivi osallistua kiistaan tai seurata sitä häviää. Kiistan unohtamisen ei tietenkään tarvitse olla lopullista, mutta panoksien hävittyä ratkaisun löytämisellä ei ole enää kiire. Asia voidaan jättää lepäämään ja odotamaan uutta todistusaineistoa ja kiistan nostamien tunteiden laimenemistä.

Kiistan päättyminen on harvemmin ajoitettavissa tiettyyn hyvin rajattuun ajankohtaan. Tavallisesti se vain häviää ajan kuluessa julkisuudesta. Tästä syystä voi olla joskus vaikeaa sanoa, kuka kiistan voitti tai mitä siinä onnistuttiin osoittamaan. Tieteellisillä kiistoilla ei ole virallista puolueetonta kirjanpitäjää, joka laskisi osapuolien pisteet ja saavutukset. Tästä syystä voisi sanoa, että lopullisesti kiistan voittaa se, joka pääsee kirjoittamaan sen historian. Tällainen taho pääsee sanomaan, mistä kiistassa oikeastaan oli kyse ja mitä siinä saavutettiin. Näistä vastauksista sitten seuraa näkemys siitä, kuka kiistan voitti. Toki kiista voi aina alkaa uudelleen erimielisyytenä siitä, miten kiistan tulokset tulisi tulkita. Tällöin kiistelevät erilaiset tarinat kiistasta ja panoksena on se, mikä on tarinan opetus. Tieteentutkijakin saattaa päätyä tällaisen kiistan

osapuoleksi. Kun tutkimus kyseenalaistaa ”virallisen” käsityksen tapahtumien kulusta, saattaa reaktio olla voimakas. Syy tälle on ilmeinen: jos tarina muuttuu, saattaa muuttua myös sen opetus.

Pohdittaessa tieteellisiä kiistoja on syytä pitää mielessä, että tieteellisten kiistojen esiintymisessä ei sinänsä ole mitään irrationaalista, epätieteellistä tai muuten paheksuttavaa. Tieteeseen kuuluu olennaisena osana erilaisten näkemysten muotoilu ja niistä käytävä kriittinen keskustelu. On itse asiassa erittäin huolestuttavaa, jos jollakin tutkimusalueella ei esiinny erimielisyyksiä. Erimielisyydet toimivat yhtenä tiedettä eteenpäin vievänä moottorina. Kiista, tai sellaisen mahdollisuus, pakottaa tieteilijät muotoilemaan kantansa tarkemmin ja ottamaan huomioon myös vastakkaisen todistusaineiston. Samalla kiistan sisältämä kilpailuasetelma saattaa kannustaa intensiivisempään tutkimukseen.

Siitä, että kriittisellä keskustelulla on olennainen rooli tieteessä, ei tietenkään seuraa, että missään tieteellisessä kiistassa ei olisi koskaan mitään valittamisen aihetta. Jos omaksumme yleisölle ominaisen tiedon käyttäjän näkökulman, niin varmasti parannettavaa on monessa asiassa. Suurimmalla osalla erilaisten kiistojen osallistujista olisi varmasti paljon parantamisen varaa käyttäytymistavoissa, vastapuolen kannan ymmärtämisessä ja jopa omassa argumentoinnissa. Tiedettä voi ehkä pitää malliesimerkkinä järkipäisestä keskustelusta, mutta tämä ei tarkoita, etteikö olisi paljonkin parantamisen varaa. Sillä *kuinka* kiistaa käydään on suuri merkitys myös muille kuin kiistan osapuolille. Sivistynyt, selkeästi rajattu ja asiassa pysyvä tieteellinen keskustelu palvelee paremmin sekä osallistujien että yleisön tiedollisia päämääriä. Jos keskustelu taantuu nimittelyksi ja toistensa ohi puhumiseksi, se ei anna yleisölle mitään hyödyllistä ja se itse asiassa karkottaa sellaiset tahot, joilla saattaisi olla jotakin sisällöllistä annettavaa keskusteluun.

Rajanveto-ongelman monet kasvot

Rajan vetäminen tieteen ja ei-tieteen välille on yksi keskeisistä ongelmista tieteessä ja myös tieteentutkimuksessa. Lähestymme tätä teemaa kontrastoimalla kaksi radikaalisti erilaista lähestymistapaa rajanveto-ongelmaan. Ensimmäinen näistä lähestymistavoista on *normatiivinen*. Siinä kysytään mikä on *todella* tiedettä, tai mitkä ovat tieteen todelliset tuntomerkit. Filosofien teoriat rajanvedosta ovat yleensä tätä tyyppiä, samoin jotkin sosiologiset teoriat, kuten

seuraavassa luvussa esiteltävä Robert K. Mertonin teoria tieteen etoksesta. Normatiivisen teorian tavoite on kriittinen: sen avulla pyritään rajaamaan tieteen (tai esimerkiksi tieteellisten instituutioiden tai tieteelle kuuluvan rahoituksen) ulkopuolelle sellaisia toimintoja, joiden ei katsota ansaitsevan nimekettä tiede ja siihen kuuluvaa auktoriteettia ja arvovaltaa.

Toinen lähestymistapa rajanveto-ongelmaan on puhtaasti kuvaileva, *deskriptiivinen*. Tässä lähestymistavassa tieteen tutkija ei itse katso olevansa osallinen tutkimassaan rajanvetotyössä, vaan hän havainnoi, kuinka hänen tutkimansa toimijat (esimerkiksi tieteilijät, poliitikot, virkamiehet, suuri yleisö) rakentavat rajan tieteen ja ei-tieteen välille. Tätä rakentamista kutsutaan rajanvetotyöksi (*boundary-work*). Esimerkkinä tällaisesta lähestymistavasta tuustumme sosiologi Thomas Gierynin näkemyksiin.

Karl Popperin falsifikationismi

Yksi keskeinen motiivi filosofisille teorioille tieteellisestä menetelmästä on ollut tarve erotella tiede epätieteestä tai hyvä tiede huonosta tieteestä. Klassinen esimerkki tästä on jo aiemmin mainittu Sir Karl Popperin falsifikationismi. Popperin motiivina oli löytää kriteeri, jonka avulla hänen mielestään pseudotieteelliset suuntaukset kuten marxismi, psykoanalyysi ja astrologia voitaisiin perustellusti rajata tieteen ulkopuolelle.

Popperin ratkaisuehdotus on hänen kuuluisa falsifikaatiokriteerinsä: tieteellisten teorioiden tulee olla periaatteessa empiirisesti kumottavissa, ja tieteilijöiden tulee aktiivisesti pyrkiä kumoamaan teorioitaan. Popperin näkemys rakentuu ajatukselle hypoteettis-deduktiivisesta menetelmästä: tieteilijä muotoilee teorian, johtaa siitä deduktiivisesti ennusteita ja sitten empiirisesti testaa näitä ennusteita. Jos ennusteet eivät pidä paikkaansa, teoria hylätään, ja jos ennusteet pitävät paikkaansa, teoria saa tukea. Menestys tällaisessa testissä ei osoita teoriaa todeksi, mutta se voidaan tällä perusteella hyväksyä toistaiseksi ja alistaa uusille empiirisille testeille. Tässä tulee esille Popperin *fallibilismi*, jonka mukaan kaikki tieto on erehtyväistä: ei ole varmoja empiirisiä tosiasiaväitteitä.

Popperille kaikki teoriat on luotu kumottaviksi. Hänen keskeinen ajatuksensa voidaan esittää kätevästi deduktiivisen logiikan *modus tollens*-päätelyperiaatteen avulla (missä T viittaa teoriaan tai hypoteesiin ja O havaintolauseeseen):

Jos T, niin O
ei-O
Joten ei-T.

Tieteilijöiden tulee esittää mahdollisimman rohkeita hypoteeseja ja asettaa ne mahdollisimman tiukkoihin testeihin. Yhdenkin vastaesimerkin ilmaantumisen pitää johtaa teorian hylkäämiseen *modus tollens* -periaatteen mukaisesti. Näin tiede etenee rohkeiden arvausten kautta. Popperin metodi keskittyy ainoastaan tieteellisten väitteiden testaamiseen ja oikeuttamiseen: se kertoo, mitä prosesseja väittämän on käytävä läpi, jotta se voitaisiin (hetkellisesti) hyväksyä tieteelliseksi tiedoksi.

Popperin mukaan tieteen metodi voidaan perustaa deduktiivisiin päätelmiin. Ratkaisussaan hän oli selkeästi eri linjoilla kuin aikalaisensa loogiset empiristit, jotka olivat yrittäneet löytää tieteelle sopivan induktiivisen menetelmän. Popper hylkäsi – omasta mielestään – induktion kokonaan. Hänen mukaansa David Humen esittämä induktion ongelma on aiheuttanut paljon sekaannuksia, sillä viime kädessä induktio on tieteelle epäolennainen.

Popper siis totesi, että aidot tieteelliset teoriat ovat periaatteessa falsifioituvia. Esimerkiksi varhainen fysiikka tai vaikkapa yleinen suhteellisuusteoria täyttävät falsifikaatioehdon hyvin, kun taas freudilainen psykoanalyysi tai Marxin historiallinen materialismi eivät ole falsifioitavissa. Marx ennusti sosialistisen vallankumouksen syttyvän kehittyneen kapitalismin oloissa. Koska näin ei kuitenkaan käynyt, kehitettiin lisäselityksiä, joilla Marxin teorian pohjalta voitiin selittää vallankumouksen syntyminen melko kehittymättömissä oloissa (kuten Venäjällä). Näin Marxin teoriaan voidaan Popperin mukaan aina kehittää *ad hoc* -oletuksia, jotka pelastavat teorian negatiiviselta testitulokselta. Koska marxilaiset tai freudilaiset eivät ole valmiita hylkäämään teoriaansa negatiivisten testitulosten perusteella vaan pyrkivät aina löytämään tavan selittää pois vastakkainen todistusaineisto, nämä teoriat eivät Popperin mukaan käy *tieteellisistä* uskomusjärjestelmistä.

Falsifikaatiokriteerin keskeinen ongelma on luvussa 2 tarkasteltu Duhem–Quine-teesi. Tiukka teorioiden kumoaminen ei ole mahdollista, sillä teoriat kohtaavat todellisuuden vain yhdessä aputeorioiden ja -oletusten kanssa. Näin teoreettisten ennusteiden testaaminen ei anna yksiselitteistä vastausta siihen, sopivatko havainnot yhteen esitetyn teorian kanssa. Ratkaisevalle

kokeelle alistaminen ei käy tieteellisyyden kriteeriksi. Tätä taustaa vasten vaikuttaa turhan jyrkältä vaatimukselta, että teoria pitäisi hylätä heti ensimmäisten anomalioiden ilmestyessä. Edellisessä luvussa käsitelty Imre Lakatosin kanta vaikuttaa järkevämmältä: keskeisiä arvioinnin kohteita ovat kokonaiset tutkimusohjelmat, eivät yksittäiset teoriat. Tutkimusohjelmien arviointi taas ei voi nojautua suoraan falsifikaatiokriteeriin, pikemminkin se tapahtuu tarkastelemalla ohjelman pitkän aikavälin kehitystä ja *vertailemalla* sitä kilpailuviin tutkimusohjelmiin. Tämä vertaileva näkökulma puuttuu Popperin teoriasta kokonaan, mikä on sen selvä heikkous: teorian hylkääminen ei ole rationaalista, ellei ole saatavilla parempaa kilpailevaa teoriaa.

Popperin malli on myös hieman monimielinen siinä, onko keskeisellä sijalla teorioiden muoto (eli onko teorioista johdettavissa testattavia havaintoväittämiä) vai teoriaa kannattavien tieteilijöiden asenne (eli pyrkivätkö he aktiivisesti kumoamaan teoriaansa ja yksilöivätkö he etukäteen olosuhteet, joissa he tulevat hylkäämään teorian). Oli viimekätinen kriteeri sitten kumpi tahansa, molempiin liittyy ongelmia. Ensiksikin, falsifikaatiomalli ei sovellu eksistentensiväittämiin (kuten ”on olemassa elektroneja”). Vain universaali väitteet (”jokainen x on y”) voidaan osoittaa vääräksi yksittäistapauksia testaamalla. Falsifikaatioperiaatetta ei voida myöskään soveltaa siihen itseensä – Popperin pitäisi kai jollakin tavoin yksilöidä olosuhteet, joissa hän olisi valmis luopumaan periaatteestaan, jos myös itse periaate on tieteellinen.

Toisaalta, jos tutkisimme empiirisesti tieteilijöiden asenteita, lopputulos olisi luultavasti se, että he eivät Popperin kriteerein ole tieteilijöitä. Ensiksikään he eivät automaattisesti hylkää teorioitaan ensimmäisten anomalioiden edessä. Toiseksi, he pyrkivät pikemminkin hankkimaan todistusaineistoa teorian puolesta kuin sitä vastaan, ja tähän on vastoin Popperin vaatimusta. Edelleen näyttää siltä, että tieteet ovat heterogeenisempi ilmiö kuin Popper olettaa. Kaikkien tieteiden etenemisprosessia ei suinkaan voida rekonstruoida hypoteettis-deduktiivisen mallin mukaisesti. Tieteeseen kuuluu myös paljon elementtejä, joita Popperin kriteeri ei kosketa: millä tavoin meidän tulisi suhtautua niihin?

Ja viimein, näyttää siltä, että Popperin kriteerit eivät kykene sulkemaan tieteen ulkopuolelle monia intuitiivisesti epätieteellisiä aktiviteetteja. Kreatiivista tai parapsykologista periaatteesta omaksua popperilaisen näkemyksen tieteestä (tai esittää oppinsa sen kanssa yhteensopivana) mutta tämä tuskin tekee vielä näistä opeista tieteellisiä.

Popperin jälkeinen tieteenfilosofia on pitkälti omaksunut näkemyksen, jonka mukaan tieteen ja epätieteen rajaamiseen ei ole *filosofista* kriteeriä. Monet pitävätkin Thomas Kuhnin tapaan rajanveto-ongelmaa mielenkiinnottomana. Tämä asenne vaikuttaa kuitenkin filosofisen haasteen kiertämiseltä: tarvitsemme kuitenkin joitakin *perusteltuja* kriteereitä tieteen rajaamiseen. Voi olla, että nämä kriteerit eivät ole universaaleja tai ajattomia, mutta joitakin perusteluja tarvitaan.

Kiinnostava esimerkki tästä on tilanne, jossa vuonna 1981 Yhdysvaltain Arkansasissa käytiin oikeutta kreationismin opettamisesta evoluutioteorian rinnalla koulujen biologian tunneilla. Tieteenfilosofi Michael Rusea pyydettiin tuolloin toimimaan oikeudessa asiantuntijana, ja hän todisti, että kreationismi ei täytä tieteen tuntomerkkejä. Ruse valittiin asiantuntijaksi, koska hän oli tunnettu biologianfilosofi ja tunsu hyvin evoluutioteoriasta käytyä keskustelua. Ruse omaksui todistuksessaan popperilaisen kannan. Perusteena ei ollut se, että hän olisi ollut tietämätön falsifikaatiokriteerin ongelmista, vaan koska hän tarvitsi jonkun melko selkeän kriteerin, joka olisi edes jollain tavoin käyttökelpoinen. Ruse ajatteli, että olisi intellektuaalisesti vastuutonta vain kertoa oikeudessa, että tieteenfilosofit eivät ole päässeet tässäkään asiassa minkäänlaiseen yhteisymmärrykseen ja näin tukea kreationistien kantaa. Ruse siis esitti, että koska kreationistiset väitteet eivät ole empiirisesti testattavissa, kreationismi ei ole tieteellinen näkemys. Tuomari omaksuikin Rusen esittämän kannan päätöksensä perusteeksi ja päätti, että kreationismia ei voida opettaa biologian oppimäärässä.

Rusen todistus herätti filosofisen keskustelun, jossa esimerkiksi toinen tieteenfilosofi Larry Laudan argumentoi, että Rusen kriteerit tieteellisyydelle olivat väärät ja että ne antoivat harhaanjohtavan kuvan tieteen luonteesta. Laudanin mukaan Rusen olisi pitänyt todistaa, että kreationistien väitteet ovat empiirisesti testattavissa ja että ne on osoitettu paikkansapitämättömiksi. Laudan ei siis kannattanut kreationismin opettamista. Hän oli samaa mieltä Rusen ja tuomarin kanssa siitä, että kreationismia ei tule opettaa kouluissa. Mieli-pide-ero koski päätöksen perusteluja: Laudanin mukaan kreationismi olisi pitänyt sulkea pois koulujen opetuksesta huonona ja vääräksi osoitettuna tieteenä, ei uskontona.

Kysymys kreationismin tieteellisestä statuksesta saattaa antaa kuvan, että rajanveto-ongelmaan törmätään harvoin ja vain hyvin erikoislaatuissa olosuhteissa. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa. Vastaava tematiikka on tieteessä mitä arkipäiväisintä, ja tämä lisää ongelman filosofista painoarvoa. Avain laajemman rajanveto-ongelman havaitsemiseen on sen oivaltaminen, että

kyse ei ole vain *epätieteen* ja tieteen välisestä rajanvedosta, vaan myös tieteen ja *esitieteen* ja toisaalta hyvän ja *huonon tieteen* välisestä rajanvedosta. Tiedettä rajataan siis ainakin kolmella eri rintamalla. Tähän laajempaan rajanvetoproblematiikkaan törmätään esimerkiksi opinnäytteiden arvostelussa, päätettäessä tutkimusrahoituksen jakamisesta, pohdittaessa ketkä ovat asiantuntijoita jossakin tärkeässä kysymyksessä ja mietittäessä mihin tutkimustuloksiin luottaa. On tärkeää huomata, ettei useinkaan voida luokitella yksinkertaisesti, että jokin joko on tai ei ole tiedettä, vaan kyse on asteittaisista eroista. Tämä sallii sen, että jokin voi olla tiedettä mutta silti vähemmän tieteellistä kuin jokin toinen.

Kuten jo teoksen alussa todettiin, tieteen määrittäminen on vaikeaa. Määritelmän onnistuneisuus kytkeytyy sen käyttötarkoitukseen, ja kun eri toimijoilla on erilaiset päämäärät ja siten käsitteen eri käyttötarkoitukset, ei ole odotettavissa, että kaikki ymmärtäisivät epätieteen, esitieteen tai huonon tieteen käsitteet täsmälleen samalla tavoin tai soveltaisivat niitä täsmälleen samoihin tapauksiin. Voimme kuitenkin yrittää luoda jonkinlaisen käsitteellisen kartan näistä käsitteistä ja yrittää luonnehtia tiedettä sen perusteella, mitä se ei ole. Tällöin yritämme ilmaista, missä suhteissa jokin oppi voi olla vähemmän kuin tiedettä. Seuraavat kuvaukset siis ilmentävät tyypillisiä stereotyyppejä epätieteestä, esitieteestä ja huonosta tieteestä.

Epätieteellisenä pidetään tavallisesti tutkimusta, joka on (teoreettisesti tai menetelmällisesti) irrallista muusta tieteestä tai jopa ristiriidassa tieteen sisällön tai toimintatapojen kanssa. Sen tulokset eivät ole toistettavissa eikä suunnauksen kannattajilla ole aitoa pyrkimystä esitettyjen väitteiden koettelemiseen. Vastaavasti täsmällisesti muotoillut teoriat loistavat poissaolollaan ja tekevät näin testaamisen vaikeaksi. Epätiedettä pidetään usein tietoisena huijauksena, mutta sillä voi olla myös jonkinlainen ideologinen kytkentä, jonka vaikutuksesta se ei ole opillisesti autonomista. Tällöin tutkimustuloksia tärkeämpi näkemyksiä muokkaava tekijä on jokin poliittinen tai esimerkiksi uskonnollinen oppirakennelma tai dogmi. Epätieteeltä siis puuttuu oikeanlainen asenne uusiin havaintoihin ja vasta-argumentteihin.

Huonona tieteenä tai tutkimuksena taas pidetään periaatteessa tieteellistä tutkimusta, joka on jollakin tavoin epäonnistunutta. Se ei täytä tieteelliselle tutkimukselle asetettuja vaatimuksia, ja siksi muut tieteilijät eivät voi käyttää sitä oman tutkimuksensa testaamiseen tai tukemiseen. Huono tiede voi olla metodologisesti puutteellista, huolimaton tai muuten epäpätevää. Tutkimustulokset

voivat olla myös tekaistuja tai niiden raportointi epärehellistä. Epäonnistuminen voi tapahtua myös teoreettisista syistä. Tuotetut tulokset voivat olla yksinkertaisesti mielenkiinnottomia tai sitten koottu todistusaineisto on yksipuolista. Tutkimuksen tekijä voi myös syyllistyä liialliseen dogmaattisuuteen, jolloin hän ei ota huomioon näkemystään vastaan puhuvaa todistusaineistoa tai argumentteja.

Esitieteellistä tutkimusta pidetään lupaavana, mutta se ei vielä täytä tieteelle asettuja vaatimuksia. Ajatuksena on, että myöhemmin esitieteellinen tutkimus johtaa aidosti tieteellisen tutkimusalan syntyyn. Esitieteellisten tulosten ajatellaan olevan epävarmoja ja tulkinnallisia. Tämän ajatellaan juontuvan tutkimusalueen teoreettisesta ja metodologisesta kypsyvätömyydestä. Alan tutkijat eivät vielä ole onnistuneet kehittämään sellaisia teorioita ja menetelmiä, jotka sopivat juuri heidän tutkiinsa ilmiöihin.

Edellä esitetyt tuntomerkit eivät voi toimia tiukkana rajavetokriteerinä. Käytetyt käsitteet ovat aivan liian epämääräisiä eivätkä anna välttämättömiä ehtoja sille, onko jokin teoria esimerkiksi esitieteellinen tai yksinkertaisesti huono. Näiden kriteerien soveltaminen on myös kiistanalaista: on odotettavissa, että eri näkökantojen edustajat soveltaisivat näitä tuntomerkkejä eri tavoin, vaikka olisivatkin periaatteessa yksimielisiä kriteerien oikeellisuudesta.

Tällainen käsitteellinen kartta ei ole kuitenkaan vailla ansioita. Se antaa aikaisempaa moniulotteisemman kuvan rajanveto-ongelmasta ja käsitteistä, joiden avulla rajaa vedetään. Kartta antaa kuvan käsitteellisestä maisemasta, jota eri osapuolet käyttävät retorisesti hyväkseen käydessään rajanvetokiistoja. Puhuttaessa vaikkapa jostakin uudesta kiistanalaisesta tutkimusalueesta eri osapuolet saattavat käyttää samoja käsitteitä mutta olla erimielisiä siitä, mihin kategoriaan tutkimus kuuluu.

Ajatellaanpa esimerkkinä vaikkapa viime vuosina kasvavaa kiinnostusta herättänyttä evoluutiopsykologiaa. Jotkut evoluutiopsykologian kannattajat mielellään kuvaavat suuntaustaan yhteiskuntatieteiden tieteellistämisenä – evoluutiopsykologia tuo yhteiskuntatieteet biologisen evoluutioteorian hedelmälliseen yhteyteen. Evoluutiopsykologia on siis vakaata tiedettä, tai ainakin tieteellisempää kuin valtaosa yhteiskuntatieteistä. Evoluutioteoriasta lainatut välineet auttavat yhteiskuntatieteilijät eroon epätieteellisistä tai huonoista teorioista ja tutkimuskäytännöistä. Osa evoluutiopsykologeista ei jaa tätä mahtipontisuutta mutta pitää evoluutiopsykologiaa silti erittäin lupaavana uutena tutkimusalueena,

siis jonkinlaisena legitiiminä esitieteenä. Pioneerivaiheen jälkeen evoluutiopsykologia tulee saavuttamaan saman statuksen kuin evoluutiobiologia yleensä.

Evoluutiopsykologian kriitikot taas käyttävät usein samantyyppisiä argumentteja kuin 1970- ja 80-luvuilla käytettiin evoluutiopsykologian edeltäjää sosiobiologiaa vastaan. Yksi strategia on esittää evoluutiopsykologia huonona tieteenä: tällöin viitataan siihen, että evoluutiopsykologien teoriat ja selitykset eivät täytä niitä kriteerejä, jotka (oikeassa) biologiassa asetetaan evolutiivisille selityksille. Evoluutiopsykologia ei siis ole oikeaa tiedettä, koska evoluutiopsykologit tekevät hätäisiä johtopäätöksiä hyvin spekulatiivisten evolutiivisten skenaarioiden perusteella. Toinen strategia on kritisoida evoluutiopsykologiaa yhteiskunnallisesta vastuuttomuudesta – eräänlaisesta rikkeestä tieteen etiikkaa vastaan: evoluutiopsykologit ottavat kantaa ajankohtaisiin yhteiskunnallisiin kysymyksiin vielä heikosti perusteltujen teorioidensa pohjalta ja samalla sotkevat tosiasioiden ja arvojen välisen eron. Tälle löytyy analogia sosiobiologian kriitikoista: sitäkin syytettiin konservatiivisen yhteiskunnallisen ideologian tukemisesta. Ideologinen kytkentä tekee tutkimuksesta epätiedettä tai ainakin huonoa tiedettä.

Evoluutiopsykologit voisivat yrittää vastata tähän kritiikkiin erottelemalla jyvät akanoista omalla tutkimusalallaan eli tekemällä jonkinlaisen erottelun vakavasti otettavien tutkijoiden ja julkisuutta hakevien populistien välillä. Näin he pyrkivät erottelemaan hyvän ja huonon evoluutiopsykologian toisistaan. Näin he voisivat esittää, että heidän toiveensa ja teesinsä koskevat vain edellistä ryhmää, kun taas kriitikkojen moitteet kohdistuvat epäoikeudenmukaisesti vain jälkimmäisiin. Osa kriitikkojen kritiikistä voitaisiin näin periaatteessa hyväksyä, mutta sen todettaisiin olevan epäoikeudenmukaisen summittaista.

Viimein maltillisimmat kriitikot voisivat todeta, että tutkimusala on niin nuori, että kovin vahvoja johtopäätöksiä sen tieteellisestä kiinnostavuudesta ei voida vielä tehdä. Nämä kriitikot eroavat maltillisemmista evoluutiopsykologeista siinä, että heillä on huomattavasti pienemmät odotukset siitä, mitä evoluutiopsykologinen tutkimus voisi tulevaisuudessa saavuttaa. He eivät siis pitäisi evoluutiopsykologiaa kovin tärkeänä tai kiinnostavana tutkimusalana vaikka tunnustavatkin sen periaatteellisen legitimitietin.

Tämä esimerkki johtaa meidät luontevasti normatiivisesta asetelmasta deskriptiiviseen tutkimusasetelmaan. Esimerkissä molemmat tahot pyrkivät määrittelemään tieteen ja rajaamaan sen omien näkemyksiensä ja päämääriensä kanssa yhteensopivalla tavalla. Samoja käsitteitä käytetään eri tavoin, ja niitä

hyödynnetään eri päämääriin. Näin normatiivisista teorioista ja määritelmistä tulee retorisia resursseja, joilla kiistelijät yrittävät vakuuttaa toisensa ja erityisesti kiistaa seuraavan yleisön kantansa oikeellisuudesta. Tätä retorista työtä voidaan tutkia ottamatta kantaa siihen, kuka on oikeassa tai mikä on oikea tieteen määritelmä. Tieteentutkijan tavoitteena ei ole tällöin kertoa, miten rajanvetolinja tulisi vetää, vaan selvittää, kuinka tieteilijät käytännössä ratkaisevat tai yrittävät ratkaista rajanveto-ongelman.

Sosiologinen näkökulma rajanveto-ongelmaan

Kun tieteenfilosofi pohtii, kuinka tiede tulisi määritellä ja millä kriteereillä se voidaan erottaa muista inhimillisistä toiminnoista, sosiologi asettaa kysymyksensä toisin. Sosiologin kysymys on, *kuinka tieteilijät ja muut ryhmät käytännössä tekevät erottelun tieteen ja ei-tieteen välille*. Tässä asetelmassa retorinen näkökulma on jälleen hedelmällinen. Paras esimerkki tämän tyyppisestä kysymyksenasettelusta on amerikkalaisen sosiologin Thomas Gierynin tutkimus rajanvetotyöstä (*boundary-work*). Gierynin lähestymistavassa tieteen tutkija ei lähde liikkeelle oletuksesta, että hän tietäisi, mitä tiede todella on. Pikemmin hän seuraa sitä, millä tavoin raja tieteen ja ei-tieteen välille rakennetaan ja kuinka tätä rajaa pidetään yllä.

Keskeinen Gierynin kiinnostuksen kohde on tiedollinen auktoriteetti. Hän määrittelee sen vallaksi määritellä, kuvata ja selittää jotakin todellisuuden aluetta. Nykyisin luonnontieteillä on tällainen auktoriteetti ainakin länsimaissa. Gierynin kysymys onkin, miksi tieteeseen luotetaan. Tieteellä ei aina ole ollut tällaista asemaa, joten ei voida ajatella, että kyseessä olisi sen jonkinlainen luonnollinen ominaisuus. Toisaalta myöskään muiden tieteen tutkijoiden tutkimukset eivät voi vastata Gierynin kysymykseen. Sen tutkiminen, mitä tieteilijät tekevät laboratorioissaan ja julkaisujensa sivuilla, ei vielä kerro, millä tavoin tieteen julkista auktoriteettia ylläpidetään. Tästä syystä meidän tulee Gierynin mukaan kiinnittää huomiomme toisaalle: siihen, kuinka tiede määritellään julkisilla foorumeilla. Tällöin kysymys tiedollisesta auktoriteetista voidaan kääntää kysymykseksi siitä, kuinka tieteen rajoja tilannekohtaisesti luodaan, ylläpidetään, laajennetaan, vartioidaan, rikotaan ja häivytetään tiedollista auktoriteettia puolustettaessa, hankittaessa tai kiellettäessä.

Gieryn esittää ajatuksensa karttmetaforan avulla. Hänen mukaansa meidän tulee ajatella tiedettä ”kulttuurisena tilana”, jonka rajat ja luonne määrittävät sosiaalisen kontekstin perusteella. Rajanvetotyö on rajojen piirrämistä tälle kartalle. Samalla tavoin kuin jokainen kartta on valikoiva (se ei kerro kohteestaan kaikkea), ovat myös kulttuuriset karttamme valikoivia. Ja samalla tavoin kuin se, mitä kartalle piirretään, riippuu kartan käyttötarkoituksesta (voidaan verrata esimerkiksi metron linjakarttaa, tiekarttaa ja suunnistuskarttaa), myös tuotettavat kulttuuriset karttamme heijastavat tekijöidensä päämääriä.

Kulttuurisen kartan keskeisiä elementtejä ovat rajat eri asioiden välillä. Gieryniä kiinnostava kysymys on, millä keinoin nämä rajat vedetään. Hänen mukaansa tieteen auktoriteetin salaisuus on juuri sen joustavuus ja muokattavuus. Tieteestä löytyy kulloiseenkin tilanteeseen ja tarkoitukseen sopivia piirreitä luomaan kartta, joka vakuuttaa yleisön.

Gierynin sosiologinen analyysi rajanvetotyöstä etsii vastauksia kolmeen kysymykseen.

1. Ketkä ovat toimijat? Gierynin mukaan on eroteltava kolme eri toimijoiden ryhmää. Ensimmäinen ryhmä ovat ne, jotka rakentavat kulttuurisia karttoja tiedollisen auktoriteettinsa edistämiseksi. Toinen ryhmä ovat näiden karttojen käyttäjät ja kolmannen ryhmän muodostavat ne, joihin tiedollisen auktoriteetin jakautuminen vaikuttaa. Esimerkki ensimmäisestä ryhmästä voisivat olla vaikkapa eri koulukuntien taloustieteilijät, toisesta ryhmästä poliitikot ja kolmannesta tavalliset kansalaiset. Ensimmäinen ryhmään kuuluvat yrittävät vakuuttaa toiseen ryhmään kuuluvat tiedollisesta auktoriteetistaan ja ”myydä” heille kulttuurisen karttansa, joka kertoo kenellä on asiantuntemusta talouspolitiikan kysymyksissä. Jos poliitikot ”ostavat” tämän kartan, he toimivat sen perusteella, ja kolmanteen ryhmään kuuluvat nauttivat (tai kärsivät) kartan perusteella tehtyjen valintojen seurauksista.

2. Mitkä ovat toimijoiden päämäärät ja intressit? Tämä kysymys koskee eri ryhmien motiiveja: miksi ne pyrkivät muokkaamaan kulttuurista karttaa (tai pitämään sitä yllä) ja miksi ne kokevat kartan tarpeelliseksi tuossa tilanteessa? Esimerkiksi tieteilijöiden tavoitteena voi olla tieteen uskottavuuden ylläpitäminen (pseudotieteen, amatöörien, huijauksen ja popularisoinnin erottaminen oikeasta tieteestä), julkisen rahoituksen varmistaminen, tieteen riippumattomuuden puolustaminen tai vaikkapa henkilökohtainen maine.

3. *Millä areenalla kilpa tapahtuu?* Myös se, missä rajanvetotyö tapahtuu, vaikuttaa huomattavasti rajanvedon toteuttamiseen. Oikeussali, tiedekunta-neuvoston kokous, julkinen debatti ja vaikkapa tieteellinen konferenssi ovat hyvin erilaisia retorisia tilanteita.

Gierynin kehikon taustalla on tieteen tutkimuksessa tavallinen malli, jossa tieteilijöiden ja muiden toimijoiden toiminta käsitteellistetään olemassa olevien *kulttuuristen resurssien* (eli olemassa olevien uskomuksien, käsitteiden ja arvostusten) käytöksi omien päämäärien (intressien) edistämiseksi. Olemassa olevat käsitykset (esimerkiksi tieteestä ja yhteiskunnasta) toimivat materiaalina, jota tulkitaan uudelleen, täydennetään, painotetaan ja unohtetaan, jotta ne muokkautuisivat toimijan päämäärille edullisiksi.

Periaatteessa sama tutkimusnäkökulma soveltuu myös tieteen sisäisiin rajanvetoihin, esimerkiksi tieteenalojen välillä tai soveltavan ja perustutkimuksen välillä. Tämä ei ole mikään ihme, sillä sama skeema soveltuu periaatteessa kaikkien yhteiskunnallisten rajojen ylläpitämisen ja rakentamisen analyysiin. Kyse on siis periaatteessa siitä, kuinka (ja miksi) toimijat tuottavat sosiaalista todellisuutta (tai järjestystä).

Tieteen erottaminen uskonnosta ja insinööritaidoista viktoriaanisessa Englannissa

Esimerkkinä rajanvetotyöstä voidaan tarkastella Gierynin analyysia John Tyndallin (1820–1893) yrityksistä edistää tiedettä viktoriaanisessa Englannissa. Gierynin aineistona ovat John Tyndallin julkiset puheet ja kirjoitukset. Tapaustudkimus liittyy aikaan, jolloin tieteen tiedollinen auktoriteetti (monopoli luonnonilmiöiden tulkinnessa) ei ollut vielä tosiasia saati sitten itsestäänselvyys. Tyndall oli luomassa tieteelle sopivaa intellektuaalista ekosysteemiä tai kulttuurista karttaa. Koska tämä kulttuurinen kartta on käytössä edelleenkin, on tapaus erityisen kiinnostava. Se osoittaa omalta osaltaan, kuinka nykyiset itsestään selvinä pidetyt kulttuuriset kartat ovat syntyneet. Se myös osoittaa kuinka rajanvetotyössä tiedettä kuvataan eri (jopa keskenään ristiriitaisin) tavoin vedettävän rajalinjan ja rajanvedon tarkoituksen mukaan.

Tyndall oli vaikutusvaltainen hahmo, joka toimi pitkään kuninkaallisen instituutin (*Royal Institution*) tarkastajana Lontoossa. Hän kampanjoi voimakkaasti tieteen puolesta julkisuudessa. Hänen tavoitteinaan olivat tieteen

saaminen yliopistojen opetusohjelmiin (ja niiden vapauttaminen teologian ja muiden perinteisten aineiden ylivallasta), tieteen julkisen rahoituksen kasvattaminen ja näin ammattimaisen tutkimustyön mahdollistaminen. Tiedettä tehtiin pääasiassa harrastelijavoimin 1800-luvulle asti. Tyndall ihaili Saksassa vuosisadan alussa toteutettua yliopistouudistusta ja pelkäsi, että Britannia jää lopullisesti jälkeen tieteellisessä ja teknisessä kehityksessä, sillä Britannian hallitus ei ollut kiinnostunut rahoittamaan ammattimaista tieteellistä tutkimusta.

Tyndallin tavoitteet olivat siis pitkälti taloudellisia, mutta hänen keinonsa olivat kulttuurisia. Hän näki tieteen menestyksen tiellä kaksi estettä. Ensimmäinen näistä oli uskonnon kulttuurinen auktoriteettiasema ja toinen käytännön mekaniikan ja koneenrakennustaidon nauttima arvostus. Tyndall pyrki luomaan tieteelle tilaa tähän viktoriaaniseen kulttuuriseen karttaan. Tilanteen tekee mielenkiintoiseksi se, että Tyndall taisteli yhtä aikaa kahdella rintamalla.

Tyndall näki tieteen ja uskonnon välillä seuraavia erottelevia piirteitä:

- 1) Tiede on *hyödyllistä*, koska sen avulla voidaan edistää kansakunnan materiaalisia elinolosuhteita parantavien teknologisten keksintöjen syntyä; uskonto on ”hyödyllistä” korkeintaan emotionaalisenä tukena ja lohduttajana.
- 2) Tiede on *empiiristä*, koska siinä tie totuuteen käy luonnosta kokeiden avulla havaittujen faktojen kautta; uskonto on metafyyssistä, koska sen totuudet riippuvat spirituaalisista, näkymättömistä voimista, joiden olemassaoloa ei voida todistaa.
- 3) Tiede on *skeptistä*, koska siinä ei kunnioiteta muita auktoriteetteja kuin luontoa; uskonto on dogmaattista koska siinä kunnioitetaan vanhentuneita ideoita ja näiden luojia.
- 4) Tiede on tunteista, yksityisistä intresseistä ja ennakkoluuloista vapaan *objektiivisen tiedon lähde*; uskonto on subjektiivista ja tunteisiin vetoavaa.

Tyndallin tavoitteena oli siis horjuttaa teologian asemaa tieteiden hierarkiassa ja siten mahdollistaa tieteen institutionalisoituminen yliopistoihin. Ongelma oli hankala – esimerkiksi Tyndallin kotimaassa Irlannissa katolinen kirkko kieltäytyi vuonna 1874 sisällyttämästä luonnontieteitä maan katolisten yliopistojen opetusohjelmaan. Tätä tarkoitusta varten Tyndallin tuli muokata tiedekäsitystä ja muuttaa tapaa, jolla luonnontieteitä ja teologiaa arvioitiin.

Kun Tyndall erottaa tieteen mekaniikasta tai insinööritaidosta, tieteen tunnuspiirteet kokevat mielenkiintoisen muutoksen. Tässä tapauksessa tiedettä voidaan luonnehtia seuraavasti:

- 1) Tiede on se *tiedon lähde*, johon keksijöiden ja insinöörien aikaansaama teknologinen edistys perustuu.
- 2) Tiede perustuu *systemaattiseen* kokeiluun. Insinööritaito taas perustuu yritykseen ja erehdykseen sekä tavalliseen maalaisjärkeen, joiden avulla kehittytyön onnistumisia ja epäonnistumisia ei kuitenkaan voida selittää.
- 3) Tiede on *teoreettista*; insinöörit pysyttelevät havaintotasolla eivätkä yritä keksiä prosesseja sääteleviä yleisiä kausaalisia periaatteita.
- 4) Tieteilijöille uudet keksinnöt ovat *pyyteettömiä* tavoitteita, insinööreille innovaatiot ovat henkilökohtaisen taloudellisen hyödyn lähteitä.
- 5) Tieteessä ei tarvitse oikeuttaa tutkimusta viittaamalla sen teknologisiin sovelluksiin, sillä tieteellä on *jalompia* tarkoituksiperiä, jotka liittyvät sen intellektuaaliseen luonteeseen ja sen arvoon kulttuuritekijänä.

Tyndallin mukaan tiede on siis käytännöllistä kun sitä verrataan uskontoon, mutta teoreettista kun sitä verrataan insinööritaitoon. Jos Tyndall olisi pitäytynyt määrittelemään rajaa vain tieteen ja uskonnon välille, hänen tavoitteensa eivät olisi toteutuneet, sillä rajanveto olisi vahvistanut vain käytännön insinööritaitojen asemaa. Tästä syystä Tyndall tarvitsi keinoja erottaa käytännön mekaniikka ja tiede toisistaan. Jos tiede on hyödyllistä ja käytännöllistä, kuten Tyndall sanoo, ei valtion tarvitse rahoittaa tiedettä, sillä sen voivat tehdä tehtaanomistajat itse. Tästä syytä tarvittiin joitakin tieteen piirteitä, jotka tekivät välttämättömäksi juuri julkisten varojen käytön: tieteen kulttuurinen arvo.

Gierynin tapaustutkimus tuo näppärästi esille tieteen määritelmien jous-tavuuden. ”Oikealla tieteellä” ei ole olennaisia tai universaaleja piirteitä, vaan se toimii pikemminkin lähteenä, josta lainataan tarpeen mukaan ominaisuuksia, kriteereitä ja tunnusmerkkejä.

Kaiken kaikkiaan Gierynin analyysi on hedelmällinen. Se tarjoaa hyviä käsitteellisiä työkaluja rajanvetotapausten analysointiin, kuten hänen esimerkkin-sä ja tapaustutkimuksensa osoittavat. Niiden voima on erilaisten resursien ja pää-määrien ottaminen mukaan kuvailuun. Ajatellaanpa vaikka sitä, miten Tyndallin tapausta olisi voitu analysoida Popperin rajanvetokriteerin näkökulmasta. Voi-daan myös pohtia, mitä vaikeuksia Tyndallilla itsellään olisi ollut, jos hän olisi joutunut tukeutumaan popperilaiseen näkemykseen omassa rajanvetotyössään.

Toisaalta nämä vastakkaiset näkemykset liittyvät erilaisiin käyttötilantei-siin ja näkökulmiin. Gieryn lähestyy aihettaan katselijan näkökulmasta, jossa pyritään antamaan mahdollisimman tarkka ja puolueeton kuvaus siitä, miten

rajat kulloinkin vedetään. Popperin normatiivinen näkemys rajanvedosta liittyy enemmän käyttäjän näkökulmaan. Tieteen puolustaja voi käyttää sitä apunaan perustellessaan tieteen tiedollista auktoriteettia. Hyvä esimerkki tästä oli Michael Rusen vetoaminen Popperin periaatteisiin kreationismia koskevassa kiistassa. Gieryn ei ehkä olisi ollut yhtä vakuuttava oikeussalissa.

Gieryn tutkii erilaisten raja-aitojen rakentamista. Myös vastakkainen tutkimusasetelma on mahdollinen. Tällöin kysytään, millä käsitteellisillä, retorisilla ja sosiaalisilla keinoilla olemassa olevia tieteenalajoja puretaan ja eri tutkimussuuntien välille rakennetaan yhteinen kieli, yhteisiä päämääriä ja tapoja tehdä yhteistyötä. Vaikka päämäärät ovat tässä asetelmassa päinvastaiset, on haaste keskeisiltä piirteiltään samanlainen: olemassa olevan kulttuurisen kartan muokkaaminen edellyttää onnistunutta retorista työtä. Molemmissa tapauksissa toimijoiden tulee vakuuttaa yleisönsä oman kulttuurisen karttansa oikeellisuudesta tai hedelmällisyydestä ja saada yleisö toimimaan esitetyn kartan ohjaamalla tavalla. Hyvä esimerkiksi tällaisesta tutkimusasetelmasta on Leah Ceccarellin tutkimus *Shaping Science with Rhetoric* (2001), jossa hän tutkii ja vertailee millaisilla retorisilla keinoilla Theodosious Dobzhansky'n *Genetics and The Origin of Species* (1937), Erwin Schrödingerin *What Is Life?* (1944) ja Edward O. Wilsonin *Consilience: The Unity of Knowledge* (1998) pyrkivät saamaan aikaan tieteenvälisiä yhteistyötä eri biotieteiden välillä. Itse teosten lisäksi Ceccarellin keskeisenä aineistona on näiden teosten vastaanotto kirja-arvosteluissa ja muissa yhteyksissä.

Näitä kolmea teosta yhdistää Ceccarellin mukaan se, että ne eivät niinkään sisällä uutta tai vallankumouksellista tutkimusta, vaan ovat pikemminkin aikaisempaa tutkimusta kokoavia visioita siitä, millä tavoin tutkimusta tulisi jatkaa ja millaiseksi kirjoittaja näkee eri tieteenalojen roolin. Kirjoittajat pyrkivät esittämään asiat sellaisessa muodossa, että teokset puhuttelevat eri alojen edustajia uskottavalla tavalla ja että eri osapuolet ovat valmiit ”ostamaan” teoksissa esitetyn näkemyksen tutkimuksen tulevaisuudesta. Keskeisenä haasteena on siis voittaa osapuolien luottamus siihen, että kirjoittajan esittämän näkemyksen hyväksyminen ei johda oman tieteenalan kysymyksenasettelujen vesittämiseen tai alistamiseen toiselle tieteenalalle. Samalla osapuolet tulisi pystyä vakuuttamaan siitä, että muiden tekemä tutkimus on kunkin oman työn näkökulmasta kiinnostavaa ja jopa tärkeää. Näiden tavoitteiden saavuttaminen ei edellytä vähempää kuin yhteisen kielen ja käsitteistön muodostamista eri tieteenalojen väliseen kommunikaatioon.

Tieteellinen rationaalisuus retorisesta näkökulmasta

Toisessa luvussa esitelty Harry Collinsin tutkimus kritisoi rationalistista mallia tieteellisestä päätöksenteosta. Collins pyrki osoittamaan, että puhtaasti muodollinen malli tieteellisestä rationaalisuudesta ei riitä selittämään tieteilijöiden valintoja ja että näiden valintojen selittämiseen tarvitaan sosiologista ja historiallista tutkimusta. Useimmat Collinsin kriitikoista ovat valmiita hyväksymään nämä teesit, mutta he huomauttavat, että Collinsin korvaavasta kuvauksesta jää puuttumaan jotain olennaista: se kuinka empiiriset havainnot ja teoreettiset argumentit vakuuttavat tutkijat. Kriitikkojen mielestä useimmat sosiologiset tapaus-tutkimukset antavat olennaisesti ei-tiedollisen kuvauksen tiedollisista prosesseista, eikä tämä voi olla oikein. Myös kuvausten selitysvaivoa voisi olla parempi: esimerkiksi Collinsin selitysmalli on varsin karkea ja yleinen, sen avulla on vaikea selittää yksittäisten tieteellisten vaiheiden yksityiskohtia. Tämä kritiikki nostaa eteemme dilemman, jossa joudumme valitsemaan kahden epätydyttävän vaihtoehdon väliltä, joten on luontevaa lähteä etsimään vaihtoehtoa näiden kahden ääripään väliltä pohtimalla uudelleen rationaalisuuden käsitettämme.

Rationalistinen malli tieteestä perustuu tieteellisen vallankumouksen aikoihin syntyneeseen metodi-ihanteeseen. Tämän ihanteen mukainen metodi oli mekaaninen menetelmä uuden varmalla pohjalla olevan tiedon tuottamiseen. Francis Baconilla, Galileo Galileilla, René Descartesilla ja Isaac Newtonilla oli kaikilla oma – erilainen – käsityksensä siitä, millainen tämä menetelmä on. Tieteellisen menetelmän rationaalisuutta verrattiin tuon ajan yliopisto-oppineiden loputtomiin väittelyihin ja ihmisten vakuuttamiseen yleensä käytettyihin ”retoriikan kukkasiin” (Galilei). Ajatuksena oli, että koska tieteellinen menetelmä antaa kiistattoman keinon selvittää miten asiat ovat, retoriikka ja erimielisyydet eivät kuuluneet (oikeaan) tieteeseen. Tutkijoiden tarvitsee vain seurata menetelmää oikein, ja ennen pitkää oikea vastaus tieteilijää askarruttavaan kysymykseen selviää.

Jos viimeisten muutaman sadan vuoden aikana käyty tieteenfilosofinen keskustelu on osoittanut mitään, niin ainakin sen, että tällaista tieteellistä menetelmää ei ole löydettävissä. Ja koska rationaalisuuden käsitteelle tuntuu olevan edelleen käyttöä, meidän tulee irrottaa se epäonnistuneesta menetelmäkäsituksesta. Toisin kuin Descartes ja kumppanit olettivat, rationaalinen erimielisyys on mahdollinen. *Tieteelliset kiistat kuuluvat tieteen luonteeseen*, ne eivät ole vain merkkejä joidenkin tieteilijöiden lipsumisesta rationaaliselta polulta.

Vaikka jotkin kiistat toki saattavat heijastaa tiedeyhteisöön liittyviä patologisia ilmiöitä, ei kiistojen esiintymisessä ole sinänsä mitään vikaa – päinvastoin olisi outoa, jos niitä ei esiintyisi.

Italialainen filosofi Marcello Pera esittelee teoksessaan *Discourses of Science* dialektisen mallin tieteellisestä argumentoinnista. Peran mukaan filosofisten metoditeorioiden epäonnistumisen ei tarvitse johtaa täysimittaiseen sosiologismiin tai relativismiin. Rationaalisuuden käsite voidaan tulkita uudelleen. Sen sijaan, että se ymmärrettäisiin universaalina ja formaalina metodisen säännön mekaanisena soveltamisena, se voidaan nähdä järkevyytenä ja vakuuttavuutena tieteellisessä keskustelussa. Kirjassaan Pera osoittaa kauniisti, kuinka tärkeä asema retoriikalla oli Galileo Galilein argumentaatiossa vaikka tämä julkisesti kielsikin sen aseman tieteessään. Retoriikan kieltäminen onkin yksi näppärimmistä tavoista kätkeä oma retoriikkansa.

Usein sanaa retoriikka käytetään hieman halventavassa merkityksessä. Tällöin sen ajatellaan olevan harhaanjohtamista, huijaamista tai muuten tuomitavaa vaikuttamista muiden mielipiteisiin. Arkipuheessa sanotaan, että jokin on ”pelkkää retoriikkaa”, kun halutaan ilmaista, että jonkin kannan puolesta ei ole todellisia hyviä perusteluja, vaan sen puolustaja esittää vain taidokasta sanahelinää. Pera ei käytä käsitettä retoriikka tällaisessa negatiivisessa merkityksessä. Hänelle retorisia ovat kaikki ne argumentit, joilla pyritään saamaan aikaan muutoksia yleisön (argumentaation kohteiden) uskomuksissa. Tässä merkityksessä siis logiikka on osa retoriikan välineitä, ei sen ulkopuolella.

Peran mukaan tieteen metodisia sääntöjä ei tule ajatella yleisinä ja ehdottomina sääntöinä, joita sovelletaan mekaanisesti. Hänen mukaansa niitä voidaan verrata pikemminkin lakeihin. Tämä vertaus osoittaa selkeästi, miksi retoriikalla on keskeinen rooli tieteessä. Vertailkaamme lakia tulkitsevaa tuomaria ja metodologisia normeja seuraavaa tieteilijää:

Säädöksen soveltaminen. Kun tuomari soveltaa lakia L henkilön X tekemään tekoon t , hän joutuu tekemään joukon arvostelmia. Hänen täytyy 1) varmistaa, että X on todella tehnyt tuon teon; 2) todeta, että teko t on oikeudellisesti relevantti; 3) päättää onko teko t todella laissa kuvatun kaltainen rangaistava teko; ja 4) ottaa huomioon mahdolliset lieventävät seikat. Vasta näiden arvostelmien jälkeen tuomari voi antaa päätöksensä ja esittää sen seuraavan laista. Perustellesaan näitä arvostelmia tuomari nojautuu ennakkotapauksiin, arvioihin samankaltaisuudesta ja erilaisuudesta sekä yleisiin oikeudellisiin periaatteisiin.

Tieteilijä on täsmälleen samanlaisessa tilanteessa soveltaessaan metodologista sääntöä. Päättyessään, tukevatko tietyt havainnot teoriaa, tieteilijän täytyy 1) varmistaa, että havaintoaineisto on luotettava ja että 2) tilanne todella testaa kyseistä teoriaa. Hänen täytyy myös 3) päättää, soveltuuko hänen empiiristä tukea koskeva metodinen sääntönsä tähän tapaukseen ja tutkia, 4) onko olemassa jotain muita tekijöitä, jotka selittäisivät havaintoaineiston. Näiden arvostelmiensa perustelemiseksi tieteilijä joutuu turvautumaan retoriseen argumentaatioon, aivan kuten lakia soveltava tuomarikin. Tieteen menetelmät eivät suoraan kerro mikä on oikea arvostelma.

Säädöksen tulkinta. Koska lainsäädäntö ei muodosta suljettua hyvin määriteltyä sääntöjärjestelmää, tuomari joutuu usein *tulkitsemaan* säädöksiä. Syitä tähän on ainakin kolme. Ensiksikin, säädökset ovat usein *epämääräisiä*, sillä kaikkien yksityiskohtaisimmatkaan säännöt eivät kykene yksiselitteisesti kattamaan kaikkea niiden sovelluksista. Toiseksi, säädökset ovat usein *epätäydellisiä*. Lainsäätäjä ei ole voinut mainita kaikkia mahdollisia tapauksia lain kuvauksessa tai ottaa niitä edes huomioon lain muotoilussa. Kolmanneksi, eri säädökset ovat joskus *ristiriidassa keskenään*. Useampi kuin yksi säädös saattaa soveltua samaan tapaukseen tavalla, joka vaatii yhteensovittamista tai päätöstä siitä, mikä relevanteista säädöksistä on tärkein tai perustavin.

Jälleen tieteilijän tilanne metodologisiin sääntöihin nähden on analoginen: metodologiset säännötkin edellyttävät soveltajaltaan tulkintaa ja arvostelukykyä. Säännöt ovat yleisyytensä vuoksi usein epämääräisiä eikä niiden muotoiluissa ole voitu ottaa huomioon kaikkia poikkeuksellisia tilanteita. Viimein eri metodologiset ohjeet voivat olla keskenään yhteensopimattomia tai ristiriidassa. Näiden kaikkien ongelmien järkipäiseen selvittämiseen tarvitaan retoriasta argumentaatiota.

Peran mukaan on kuitenkin yksi tärkeä ero tuomarin ja tieteilijän välillä: tieteilijän rooli *oikean säädöksen valinnassa*. Tuomari joutuu nojaamaan aina voimassaolevaan lainsäädäntöön, hän ei voi itse ryhtyä säätämään tai muuttamaan lakia. Sitä vastoin tieteilijä voi periaatteessa kyseenalaistaa yleisesti hyväksytyt metodologiset periaatteet tai tiedolliset päämäärät. Hän voi esittää uusien päämäärien omaksumista, vanhojen päämäärien hylkäämistä tai vaikkapa teorioiden arviointikriteerien painottamisen muuttamista. Tieteilijä on siis sekä normien toimeenpanija että yksi niiden säätäjistä. Mutta miksi, tai kuinka, muuttaa näitä sääntöjä? Tässä on jälleen tärkeä rooli retoriikalle.

Peran mukaan perinteistä metodiajattelua ohjaava ajattelumalli, jossa tieteilijä kuulustelee luontoa metodin ohjaamana ja luonto vastaa yksiselitteisesti kyllä tai ei, on syytä hylätä. Tilalle hän ehdottaa rikkaampaa kuvaa, jossa kolmantena osapuolena on tiedeyhteisöstä muodostunut yleisö tai kilpaileva ryhmä, joka voi kiistää tai hyväksyä esitetyt väitteet. Tätä mallia tieteellisestä toiminnasta Pera kutsuu *dialektiseksi*.

Yksinkertaisimmillaan dialektisessa mallissa tiede on peli kolmen toimijan välillä: tutkimuskohteen (luonto) ja kahden tiedonhankkijaryhmän välillä. Ensimmäinen ryhmä avaa pelin esittämällä jonkin hypoteesin tutkimuskohteesta ja sitä tukevan havaintoaineiston. Jos toinen ryhmä epäilee hypoteesia tai havaintoaineistoa, se esittää kilpailevan hypoteesin ja sitä tukevan havaintoaineiston samalla kuin se pyrkii perustelemaan miksi ensimmäinen hypoteesi tai sen puolesta esitetty todistusaineisto on ongelmallinen. Kilpailevat hypoteesit tuottavat kahden ryhmän välille vastavuoroisen väittelyn. Kumpikin osapuoli pyrkii esittämään kantansa puolesta uutta ja vakuuttavampaa todistusaineistoa ja esittämään, miksi vastapuolen todistusaineisto ei ole vakuuttavaa. Keskustelun kuluessa osapuolet tavallisesti myös täsmentävät ja tarkentavat hypoteesejaan. Kaikkia näitä toimenpiteitä voidaan tarkastella tämän dialektisen pelin *siirtoina*. Tutkimuskohde osallistuu peliin antamalla omia vastauksiaan, joiden oikeasta tulkinnasta kilpailijat joutuvat päättämään. Peli päättyy, kun osapuolet pääsevät yhteisymmärrykseen siitä, kumpi hypoteesi on hyväksyttävä.

Olennaista tällaisessa pelissä ovat tietenkin sen säännöt. Säännöt määräävät kuinka peli etenee ja kuinka se päättyy. Dialektisessa pelissä käytetyistä säännöistä riippuu myös se kuinka rationaalisena pidämme tällaista peliä. Peran kuvailemassa pelissä on tärkeää huomata, että vaikka kilpailevat tiedonhankkijaryhmät ovat kilpailuasetelmassa, heillä on silti *yhteinen* päämäärä: yhteisymmärrys. Argumentaatiossa vastapuoli yritetään saada hyväksymään esitetty väittämä omista lähtökohdistaan käsin. Tässä mielessä argumentaatiotilanne on jo erimielisyyksiä tai yhteismitattomuutta ylittävää: lähtökohtana on se, mistä molemmat osapuolet ovat samaa mieltä. Tältä jaetulta pohjalta osapuolet pyrkivät rakentamaan argumenttiketjun, jonka johtopäätöksen vastapuoli joutuisi hyväksymään. Näin vastapuoli joutuisi luopumaan alkuperäisestä kannastaan.

Teoriassaan Pera eritteleeikin tähän dialektiseen peliin kuuluvia elementtejä. Hänen tavoitteenaan on eritellä juuri ne piirteet, jotka ovat ominaisia tieteelliselle dialektiikalle. Samaa lähestymistapaa voidaan kuitenkin soveltaa

myös muihin argumentaatiotilanteisiin. Voisimme esimerkiksi artikuloida, millainen dialektinen logiikka pätee vaikkapa poliittiseen väittelyyn, kiistaan tiskivuoroista tai päätöksentekoon siitä, mihin mennä lounaalle. Kussakin näistä konteksteista dialektiikan elementit ovat erilaisia sekä sisällölliseltä perustaltaan että noudatettavilta säännöiltään.

Pera erittelee dialektiikan elementit kahteen osaan. Ensimmäistä hän kutsuu sisällölliseksi perustaksi ja toista proseduraaliseksi säännöiksi. Tieteellisen kiistan sisällöllisen perustan muodostavat ne seikat, joihin kiistan osapuolet voivat vedota puolustaakseen kantaansa. Proseduraalisiin sääntöihin taas kuuluvat ne periaatteet, jotka kertovat, millaiset ”siirrot” ovat sallittuja kiistan kuluessa, sekä ne säännöt, joiden perusteella päätetään kiistan päättymisestä ja siitä, kuka on sen voittaja.

Jotta sisällölliseen perustaan kuuluvia elementtejä voisi käyttää menestyksellisesti vastapuolen vakuuttamiseen, tulee näiden seikkojen olla yhteisesti hyväksytyjä. Tieteellisessä argumentaatiossa yksi reunaehto on, että perustelun esittäjä itse pitää esittämäänsä seikkaa puolustettavaa kantaa tukevana siirtona. Toisaalta argumentti ei ole erityisen vakuuttava, ellei se lähde liikkeelle seikoista, jotka argumentaation kohde itse hyväksyy. Jos hän ei pidä jotakin väitettä totena, se ei myöskään ole hänelle peruste muuttaa näkemystään.

Vastapuolen vakuuttamiseen voidaan käyttää monenlaisia asioita. Ilmeisimpiä näistä ovat *yksittäiset tosiasiat*. Viittaaminen yleisesti tunnettuihin ja tunnus-tettuihin tosiasioihin muodostaa tärkeän osan kaikessa argumentaatiossa. Toisinaan ongelmana on, että eri osapuolilla ei välttämättä ole yksimielisyyttä siitä, mitkä ovat tosiasioita tai miten ne tulisi tulkita. Tarvitaan siis myös muita elementtejä, kuten *tieteellisiä teorioita*. Yleisesti hyväksytyillä teorioilla on keskeinen rooli juuri tieteellisessä argumentaatiossa. Jos puolustettava kanta on yhteensopiva tai se seuraa hyvin tuetusta teoriasta, sillä on huomattavasti vahvempi asema kuin kannalla, joka on ristiriidassa vallitsevien teoreettisten sitoumusten kanssa. Mutta koska myös teorioiden valinnasta ja tulkinnasta voidaan olla erimielisiä, tarvitaan joskus myös filosofisempia perusteluita. Nämä filosofiset näkemykset saattavat koskea yleisesti tieteellisen tutkimuksen luonnetta tai tietyn tieteenalan *päämääriä* tai *metafyysisiä oletuksia* tutkimuskohteen luonteesta. Filosofiset näkemykset voivat koskea myös *tiedollisia arvoja*, kuten käsityksiä tieteellisten teorioiden arvioinnin kriteereistä (esimerkiksi yksinkertaisuus, falsifioitavuus, hedelmällisyys, laajuus ja yhteensopivuus muiden teorioiden kanssa).

Filosofisiin lähtökohtiin vetoaminen saattaa olla vahva retorinen strategia: niiden kyseenalaistaja näyttää kyseenalaistavan koko tieteen tai tieteenalan mielekkyyden ja oikeutuksen. Ongelmana on se, että osapuolet eivät välttämättä jaa samoja näkemyksiä näistäkään seikoista, heillä on erilaiset tulkinnat samoista arvoista tai he painottavat niiden merkitystä toisistaan poikkeavilla tavoilla.

Mitkään osat sisällöllisestä perustasta eivät siis voi toimia itsestään selvänä perustana yrityksille vakuuttaa vastapuoli. Edellä kuvatuilla elementeillä ei ole ennalta annettua tärkeysjärjestystä tai painoarvoa. Eri kiistoissa eri elementeillä saattaa olla erilaiset roolit. Kiistan alkaessa osapuolilta puuttuu yhteinen perusta, johon nojautuen voitaisiin päätyä yhteiseen näkemykseen. *Keskeinen osa dialektista peliä onkin tällaisten yhteisesti jaettujen seikkojen etsiminen: väittelyn dialektiikka vie tutkimusta eteenpäin pakottamalla osapuolet hankkimaan uutta empiiristä todistusaineistoa, kehittämään teoreettisia argumentteja ja pohtimaan tutkimuksensa filosofisia ja metodologisia lähtökohtia.*

Peran mukaan tieteellisessä keskustelussa kiistelyä koskevat proseduraaliset säännöt eivät ole kovin tiukkoja. Osapuolille sallitaan esimerkiksi kantojensa muuttaminen tai korjailu (kohtuullisuuden rajoissa). Väittelyn kulkua ohjaavatkin enemmän kiistan päättämissäännöt. A:n ja B:n välinen kiista ratkeaa A:n eduksi, jos A pystyy kumoamaan B:n väitteen. Jos B joutuu hyväksymään keskustelun kuluessa alkuperäisen väitteensä kiellon, hän on hävinnyt kiistan. Tällainen suoraviivainen kumoaminen kuitenkin harvoin onnistuu. B:n kanta ei useinkaan muodostuu vain yhdestä teesistä, joten hän voi tarvittaessa tehdä korjauksia kantaansa luopumatta siitä kokonaan. Toisaalta, B voi myös vedota siihen, että A ei täysin ymmärtänyt hänen kantaansa. Tarvitaan siis myös muita sääntöjä kiistan lopettamiselle. Peran mukaan kiista päättyy A:n eduksi, jos

- B ei selviä todistamisen taakastaan eli hän ei pysty esittämään kantansa puolesta perusteluja, jotka kuuluvat yhteisesti hyväksytyyn sisällölliseen perustaan;
- B ei ratkaise kiistan kuluessa kantansa sellaisia ongelmia, joita hän itse pitää olennaisina;
- B:n väite on ristiriidassa joko hänen aikaisemmin hyväksymänsä, olettamansa tai hänen muista kannoistaan seuraavan teesin kanssa, eikä B kykene tätä ristiriitaa selvittämään;
- A onnistuu todistamaan oman kantansa lähtemällä liikkeelle jostakin B:n myöntämästä seikasta.

Yksi Peran dialektisen mallin etu on, että siinä sosiologiset ja psykologiset tekijät voidaan näppärästi yhdistää sisäisten ja metodologisten tekijöiden kanssa tavalla, joka on sopusoinnussa todellisen tieteellisen käytännön kanssa. Lähtökohdiana ovat aina kiistelevien osapuolien hyväksymät seikat, eivät kiistää analysoivan tutkijan omat normatiiviset näkemykset. Tässä mielessä se tarjoaa luontevan tavan yhdistää filosofien, historioitsijoiden ja sosiologien tutkimusnäkökulmat.

Peran esityksellä on myös etunsa aikaisempaan retoriikan tutkimukseen nähden. Toisin kuin esimerkiksi Chaïm Perelman, jota voisi kutsua nykyaikaisen retoriikan tutkimuksen isäksi, Pera selkeästi katsoo myös tieteen kuuluvan retoriikan tutkimuskohteisiin. Pera ei toki ole ensimmäinen, joka tutkii tiedettä retorisesti, mutta hänen ansionsa on juuri dialektisessa asetelmassa. Aikaisempi tieteen retoriikan tutkimus on keskittynyt pitkälti tieteellisten puheiden ja kirjoitusten kirjallisiin puutteisiin. Peran dialektiikka nostaa argumentaation kohteen ja tämän arvioivan asenteen keskeiselle sijalle. Peran ansiona on myös mahdollisuus normatiiviseen arviointiin: voimme halutessamme omaksua yleisön (eli väitteiden ”käyttäjän”) näkökulman.

Peran ohjelma ei kuitenkaan ole vailla ongelmia. Ensiksikin, teoria on vasta ohjelmallinen hahmotelma – on odotettavissa, että sen sisältämät käsitteet tulevat vielä muuttumaan empiiristen sovellusten valossa. Lähestymistapa vaikuttaa lupaavalta, mutta se ei ole vielä ansainnut kannuksiaan käytännön tutkimuksessa. Sen ansioista voidaan siis olla perustellusti eri mieltä. Toinen ongelma on, että Peran teoria saattaa olla liian dialoginen: se kyllä sisältää kiistan osapuolien yritykset vakuuttaa toisiaan, mutta missä on kiistaa seuraava yleisö? Entäpä jos oikea malli tieteellisestä kiistasta olisikin sellainen, jossa kiistan osapuolet yrittävät vakuuttaa *kolmatta osapuolta* (muu tiedeyhteisö), joka ei itse osallistu kiistaan. Tämä malli sallisi sen, että loppujen lopuksi useimmissa tieteellisissä kiistoissa tappiolle jääneet eivät tunnusta häviötään. Tästä huolimatta tiedeyhteisön mielipide kiteytyy jollekin kannalle tai se menettää mielenkiintonsa koko kiistaan, koska olennaiset taustaoletukset, jotka tekivät kiistasta merkittävän, muuttuvat. Ehkäpä Pera ajattelee tieteellisen keskustelun liian toiveikkaasti pitkälti klassisen (ja idealisoidun) filosofisen keskustelun muotoiseksi.

Kolmas ongelma liittyy Peran toiveisiin pelastaa filosofinen käsitys rationaalisuudesta ja tieteen menetelmistä retorisen näkökulman avulla. Vaikka Pera on oikeassa siinä, että rationaalisuuden käsitettä tulee laajentaa vakuuttamisen

suuntaan ja että perinteinen tieteenfilosofinen tieteen menetelmän löytämisen ohjelma on joutunut tiensä päähän, on vielä epäselvää, sisältääkö retorinen näkökulma riittävästi elementtejä tieteenfilosofisen normatiivisen ohjelman jatkamiseen. On esimerkiksi avoin kysymys, kykeneekö Pera vastaamaan väitteisiin, joiden mukaan hänen retorinen rationaalisuuskäsitteensä on liian salliva, jotta sillä voisi olla normatiivista voimaa. On kuitenkin syytä erottaa Peran ohjelmassa kaksi erillistä osaa. Ensimmäinen on tieteellisen argumentaation kuvailevaan jäsentämiseen käytettävän käsitteistön kehittäminen. Toinen on normatiivinen filosofinen ohjelma, joka kytkeytyy rationaalisuuden, tieteellisen edistyksen ja totuuden käsitteisiin. Voi hyvin olla, että Pera onnistuu vain toisessa, mutta sekin olisi jo aivan kiitettävä saavutus.

5.

Tieteen normit ja palkkiojärjestelmä

Robert K. Merton: tieteen eetos

Amerikkalainen sosiologi Robert K. Merton esitti vuosina 1938 ja 1942 julkaisemissaan kirjoituksissa, että tieteelle on ominaista tietty *eetos*. Hänen mukaansa tätä eetosta voidaan luonnehtia neljän institutionaalisen normin avulla. Näistä sosiaalisista normeista keskusteltiin myöhemmässä tieteen tutkimuksessa paljon. Tästä keskustelusta syntyi itse asiassa kokonainen tieteen-sosiologinen tutkimusohjelma, joten on perusteltua tutustua näihin normeihin ja niistä käytyyn keskusteluun hieman paremmin.

Mertonin mukaan tieteen eetosta luonnehtivat normit ovat seuraavat:

- 1) Universalismi (*universalism*): tieteellisten väitteiden arviointi perustuu ei-henkilösidonnaisiin, yleispäteviin kriteereihin.

Universalismin normin mukaan väitteen esittäjän kansallisuus, poliittinen tai uskonnollinen näkemys, luokka, sukupuoli, rotu tai muut henkilökohtaiset ominaisuudet eivät vaikuta väitteen hyväksymiseen. Yksilöiden ominaisuudet ovat asiaankuuluvia vain, jos voidaan erityisesti perustella, miksi tämä henkilökohtainen piirre vaikuttaa henkilön kykyyn toimia havaintojen tai päätelmien tekijänä. Esimerkiksi havainnoitsijan vankka humalatile olisi perusteltu syy epäillä hänen raporttejaan vaaleanpunaisista elefanteista, vaikka kyseessä onkin henkilökohtainen ominaisuus.

- 2) Tieteellinen kommunismi (*communism*): tutkimuksen tulokset ovat julkisia ja tiedeyhteisön kaikkien jäsenten käytettävissä.

Yksittäisen tieteilijän omistusoikeus löytönsä rajoittuu tunnustukseen ja maineeseen, jonka löytö mahdollisesti tekijälleen tuottaa. Tieteilijän odotetaan

myös julkaisevan havaintonsa ja päättelynsä täydellisesti ja avoimesti: kaikilla yhteisön jäsenillä tulee periaatteessa olla pääsy niihin. Tulosten salailu sotii tätä normia vastaan. Kommunismin normia tukee tieteen palkkiojärjestelmä, jossa suurimmat palkinnot tulevat tieteilijöille, jotka tekevät uusia ja merkittäviä löyöjä. Palkitsemisen edellytyksenä on kuitenkin tulosten julkaiseminen: löydön ensimmäisenä tehnyt saa siitä kaiken kunnian.

3) Pyyteettömyys (*disinterestedness*): tieteellistä tietoa etsitään ja esitetään omasta henkilökohtaisesta edusta ja arvovallasta huolimatta.

Mertonin mukaan tulosten vääristelyn ja varastamisen vähäisyys tieteessä todistaa pyyteettömyyden normin olemassaolon puolesta. Mertonin mukaan ei ole todisteita siitä, että tämä rehellisyys johtuisi tieteilijöiden poikkeuksellisista henkilökohtaisista moraalisisista ominaisuuksista. Pikemminkin kyse on siitä, että tieteilijöiden toimintaa, erityisesti heidän tekemiään väitteitä, kontrolloidaan poikkeuksellisen tiukasti, mikä tukee sisäistettyä normia. Tieteen julkisuus ja väitteiden empiirinen testattavuus mahdollistavat sen, että kollegat voivat halutessaan tarkistaa yksittäisen tieteilijän tekemien väitteiden paikkansapitävyyden. Näissä olosuhteissa valheella on lyhyet jäljet: petos ei edistä yksilön etua, vaan pikemminkin pilaa tämän tieteellisen maineen ja uskottavuuden.

4) Järjestelmällinen epäily (*organized scepticism*): johtopäätösten ja arvioiden lykkääminen, kunnes riittävä empiirinen aineisto antaa niille vankan pohjan.

Väitteiden järjestelmällinen epäily on Mertonin mukaan sekä metodologinen että institutionaalinen vaatimus. Kun tarkastellaan yksilöitä, tämä normi estää tieteilijöitä liian aikaisessa vaiheessa sitoutumasta ja identifioitumasta tiettyyn väitteeseen. Tämä eäisyys estää tieteilijää antamasta tietyn teorian tai hypoteesin kohtalolle liian suurta tunnelatausta: todistusaineiston osoittaessa näkemyksen vääräksi tieteilijän on tällöin helpompi luopua siitä. Näin eteneminen seuraavan teorian kehittelyyn ja testaamiseen tapahtuu nopeammin eikä tieteilijä juutu puolustamaan näkemystään viimeiseen saakka. Olennaisempi on kuitenkin jälleen institutionaalinen taso: normi vaatii, että kaikki väitteet alistetaan muiden tieteilijöiden kriittiselle arvioinnille. Järjestelmällinen epäily on olennaisesti tiedeyhteisön ominaisuus: yhteisö omaksuu tietyn näkemyksen vasta kriittisen arvioinnin ja koettelon jälkeen. Keskeinen esimerkki tästä on vertaisarviointi, jolle kaikki tutkimustulokset alistetaan ennen niiden julkaisemista tieteellisissä lehdissä.

Myöhemmissä Mertonin ja hänen oppilaidensa eri kirjoituksissa tieteen eetokseen kuuluvien normien määrä ja kuvaukset vaihtelevat hieman. Joukkoon on joskus lisätty esimerkiksi vaatimattomuus, omaperäisyys, itsekritiisyys, puolueettomuus, avomielisyys ja tunteiden neutraalius. Pitäydymme tässä yhteydessä vain näihin alkuperäisiin normeihin.

Mitä tarkoitetaan käsitteellä *ectos*? Mertonin mukaan tieteen *ectos* muodostuu tieteilijöiden *sisäistämistä* kirjoittamattomista arvoista, säännöistä ja periaatteista. Nämä arvot ja asenteet opitaan esimerkkien ja kokemuksen kautta ja tieteilijät sisäistävät ne osaksi ”omaatuntoaan” ainakin jollain tavoin. Tieteen *ectos* on kokoelma tieteilijän *rooliin* liittyviä arvoja ja sääntöjä. Se koskee ainoastaan käyttäytymistä tiedemaailmassa, se, miten tieteilijä käyttäytyy yksityiselämässään tai politiikassa, ei kuulu näiden normien alaan. Eetokseen kuuluvien normien rikkomista rajoittavat sekä *sisäistetyt estot* että muiden tieteilijöiden negatiivisesti latautuneet emotionaaliset reaktiot (*sosiaalinen sanktiointi*): paheksunta, halveksunta ja muut antipatian muodot. Normeihin sisältyy huomattava tunnelataus, joka tulee esiin esimerkiksi sääntöjen rikkomista seuraavana vahvana moraalisenä närkästyksenä. Normien olemassaolo ei tarkoita, etteikö niiden vastaista käyttäytymistä esiintyisi. Olennaista on kuitenkin, että normipoikkeamat aiheuttavat omantunnon kolkutusta ja kollegoiden sanktioita. Normit kuvaavat pikemminkin tavoiteltavaa ideaalia kuin kuvauksen vallitsevasta asiaintilasta.

Mertonin mukaan tieteen eetokseen kuuluvat normit saavat oikeutuksensa tieteen päämääristä ja menetelmistä. Tieteen päämäärä on todennetun tiedon laajentaminen. Normien oikeutus on kahtalainen. Toisaalta niiden ajatellaan välineellisesti edistävän uuden tiedon tuottamisen päämäärää ja toisaalta niiden uskotaan olevan itsessään oikeita ja hyviä periaatteita. Toisin sanoen, ne ovat samanaikaisesti sekä teknisiä että moraalisia normeja. On syytä huomata, että Merton ei väitä, että hänen esittämänsä luettelo sisältäisi kaikki tieteen normit: hän väittää ainoastaan, että nämä normit kuuluvat tieteen normien joukkoon ja että juuri nämä normit ovat tieteelle tyypillisiä. Eri maissa ja eri tieteenaloilla saattaa olla voimassa sosiaalisia normeja, jotka eivät ole yhtä laajalle levinneitä.

Mertonin keskeinen ajatus on, että tieteen *ectos* on aidon tieteellisen tiedon syntymisen edellytys. Tästä seuraa, että tieteen erityislaatuisuutta voidaan yrittää selittää näillä normeilla: koska tieteessä vallitsevat normit suosivat

uuden tiedon synnyttämistä ja kriittistä koettelua, ne selittävät, miksi tiede pystyy tuottamaan luotettavaa tietoa. Tieteelle ominaiset normit siis selittäisivät, miten ja miksi tiede eroaa muista yhteiskunnallisista instituutioista.

Mertonin alkuperäinen kuvaus tieteen eetoksesta ei ole tulosta systemaattisesta empiirisestä tieteen arvomaailman tutkimuksesta. Mertonin kirjoitusten (1938 ja 1942) keskeinen tarkoitus ei ollut raportoida tutkimustuloksia, vaan puolustaa tieteen autonomiaa. Kriitikin kohteena olivat erityisesti natsien Saksan tiedemaailmassa tekemät ”uudistukset”. Mertonin mukaan natsien totalitaristinen ideologia ja tieteen eetos eivät olleet yhteensopivia. Hänen mielestään vain demokraattinen yhteiskuntajärjestys on pitkällä aikavälillä yhteensopiva tieteen kehityksen kanssa.

Mertonin mielestä valtion tuolloisessa Saksassa esittämät vaatimukset tieteilijöille olivat ristiriidassa tieteelle ominaisen eetoksen kanssa. Erityisesti tällaisessa ristiriidassa oli vaatimus poliittisten kriteerien käytöstä tieteellisten näkemysten arvon määrittämisessä. Jos fysiikan teoria tulee hylätä, koska se on juutalaisen esittämä ja siten valtion omaksuman virallisen poliittisen koodin näkökulmasta epämiellyttävä, tulee tällöin hylätyksi myös tieteelle tyypillinen toimintapa. Totalitarismissa ei Mertonin mukaan ole tilaa aidolle tieteelle. Samanlainen tilanne syntyy, kun tiede alistetaan uskonnollisille dogmeille. Merton toteaa tieteen riippumattoman kehityksen olevan mahdollinen ainoastaan liberaalissa, demokraattisessa yhteiskuntajärjestyksessä, sillä vain se mahdollistaa yhteiskunnan eri osa-alueille niiden vaatiman autonomian. Ainoastaan demokratia kykenee *suojelemaan* tiedettä ulkoisilta vaatimuksilta.

Tieteen näkökulmasta totalitarismissa on ongelmallista se, että siinä sivuutetaan tieteessä itsenäisesti kehittyneet arviointikriteerit ulkopuolisilla kriteereillä. Tieteessä väittämien arviointiin on Mertonin mukaan vain kaksi kriteeriä: looginen johdonmukaisuus ja yhteensopivuus tunnettujen tosiseikkojen kanssa. Väitteen esittäjän rotu ja poliittinen tai uskonnollinen vakaumus eivät kuulu näihin kriteereihin. Tällaisten ulkopuolisten – ja tiedollisesti perustelemattomien – kriteerien käyttö johtaa vain tieteellisiin virhearviointeihin. Ne vääristävät tieteen kehityksen ja vaarantavat näin tieteen keskeisen tavoitteen: luotettavan tiedon tuottamisen.

Mertonilaisen tieteensosiologian ohjelma

Lähtiessään kehittämään systemaattista tieteensosiologiaa 1950-luvulla Merton palasi ennen maailmansotaa kirjaamiinsa arvoihin ja rakensi kokonaisen tieteensosiologian tutkimusohjelman niiden ympärille. Esimerkkeinä tästä tutkimusohjelmasta tarkastelemme tutkimuksia tieteellisistä prioriteetti-kiistoista ja tieteen palkkiojärjestelmästä. Mertonin pioneerityötä tieteensosiologian alalla ei voi liioitella. Hänen kysymyksenasettelunsa ja oppilaansa ovat olleet tieteensosiologiassa vaikutusvaltaisia aina 1980-luvulle asti. Huomattavan monet myöhemmät tutkimukset keskittyivät tutkimaan, minkä verran tieteilijät ovat sitoutuneet Mertonin kuvaamiin normeihin ja minkä verran he todella noudattavat niitä. Mertonin luoman tutkimusohjelman kritiikillä oli myös merkittävä rooli 1970-luvulla syntyneille uusille tieteensosiologian suuntauksille, kuten tieteellisen tiedon sosiologialle, johon tutustutaan seuraavassa luvussa.

Prioriteettikiistat

Yksi Mertonin keskeisistä kiinnostuksen kohteista olivat tieteelliset prioriteetti-kiistat ja niiden ilmentämät sisäiset jännitteet tieteen normijärjestelmässä. Prioriteettikiistoilla tarkoitetaan tieteilijöiden välisiä kiistoja siitä, kuka ensimmäisenä teki jonkin havainnon, todisti väittämän tai keksi teorian. Kiistassa on siis kyse siitä, kuka saa kunnian tästä saavutuksesta.

Tieteen palkkiojärjestelmä painottaa keskeisesti tieteilijöiden tuottamien tulosten uutuutta. Jokaisen tieteellisen kontribuution oletetaan lisäävän jotakin uutta tieteellisen tiedon kokonaisuuteen. Tämän uuden asian ei tarvitse olla uusi havainto tai teoria, vaan se voi olla myös uusi menetelmä, ongelma tai argumentti jotakin olemassa olevaa kantaa vastaan. Tutkimustulosten originaalisuus on keskeinen arvo, tieteelliset lehdet eivät edes suostu julkaisemaan artikkeleita, joilla ei ole minkäänlaista uutuusarvoa. Palkkiojärjestelmä kannustaa uusien tulosten tuottamiseen hyvin yksinkertaisella ja tehokkaalla tavalla: käytännössä kaikki kunnia uudesta tuloksesta menee sen *ensimmäiselle* esittäjälle.

Tieteellinen palkitseminen tapahtuu monella tavalla. Todella merkittävistä löydöistä voidaan palkita *eponymialla* eli liittämällä tutkijan nimi hänen löytöönsä (Halley'n komeetta, Planckin vakio, kopernikaaninen järjestelmä). Hyvin merkittävä tieteilijä voidaan nimetä tieteenalansa perustajaksi (esimerkiksi

Wilhelm Wundtia on kutsuttu kokeellisen psykologian isäksi) tai he voivat saada nimiinsä kokonaisen alueen (aristoteelinen logiikka; newtonilainen fysiikka). Toinen ulospäin näkyvä palkitsemisen muoto ovat erilaiset palkinnot, kuten Nobel-palkinto, ja erilaiset kunnianimet.

Tärkein palkitsemisen muoto käytännön tieteessä on kuitenkin tieteilijän tulosten *käyttö*. Käyttämällä tieteilijän tuotosta omassa työssään kollega antaa samalla tunnustusta tämän työlle. Tämä onkin yksi kirjallisuusviitteiden keskeinen tehtävä. Mitä enemmän muut käyttävät tieteilijän tuotoksia, sitä suurempi ja parempi on hänen maineensa. Mitä enemmän tieteilijä vaikuttaa muiden työhön, sitä merkittävämpi tieteilijä hän on.

On tärkeää oivaltaa, että tieteilijät eivät ole kiinnostuneita maineestaan vain turhamaisuuttaan. Maine on tieteilijän keskeinen pääoma ja edellytys menestyksellä jatkotutkimukselle: sitä tarvitaan tutkimusresurssien hankkimisessa ja vaikkapa tasokkaiden yhteistyökumppanien tai opiskelijoiden rekrytoinnissa. Maine on keskeinen avain myös esimerkiksi virkojen täytössä. Tiede on siis olennaisesti *maineelle perustuva organisaatio*. Koska maine löydöksestä menee sille, joka ensimmäisenä esittää sen julkisesti, tulosten uutuuden vaatimus synnyttää kilpailua. Ja kun tiedeinstituutio toimii tehokkaasti, tunnustus ja kunnioitus kasautuvat niille, jotka ovat parhaiten täyttäneet tutkijan roolinsa ja aidosti vaikuttaneet yhteisen tietovarannon kasvattamiseen. Tällaisessa tilanteessa tieteilijän henkilökohtainen etu ja moraalinen velvoite sopivat yhteen.

Mertonin tutkimusasetelman näkökulmasta mielenkiintoista on se, että originaalisuuden vaatimus näyttää kuitenkin tuottavan toimintaa, joka on ristiriidassa universalismin ja pyyteettömyyden normien kanssa. Tämä ristiriita tulee esiin juuri prioriteetikiistoissa. On sosiologisesti erittäin kiinnostavaa, kuinka tämä konflikti tai jännite käytännössä ratkaistaan. Normiristiriidan tutkiminen myös valaisee näiden normien luonnetta.

Merton hylkää yksilötason selitykset prioriteetikiistojen esiintymiselle tieteessä. Synnä eivät voi olla vain kiistoihin osallistuvien tieteilijöiden poikkeukselliset luonteenpiirteet. Kiistoilla ja niihin osallistumisella ei näytä olevan mitään yhteyttä mihinkään erityiseen luonteenpiirteeseen: kaikenlaiset tieteilijät osallistuvat niihin. Erityisesti väite, että osallistujat olisivat erityisen egoistisia, ei näytä uskottavalta. Usein kiistoissa aktiivisina osapuolina eivät nimittäin ole asianosaiset tieteilijät itse, vaan heidän ystävänsä ja kollegansa, jotka eivät suoranaisesti hyödy tilanteesta, vaan pikemminkin näkevät prioriteetin

puolustamisen jonkinlaisena moraalisenä velvollisuutenaan. Tämä johtaakin Mertonin ajattelemaan, että he reagoivat nimenomaan tiedettä koskevan sosiaalisen normin rikkomiseen.

Prioriteettikiistat eivät Mertonin mukaan juonnu vain yksittäisten tieteilijöiden luonteenpiirteistä vaan tiedeinstituutiosta itsestään, joka määrittelee originaalisuuden keskeiseksi arvoksi ja näin tekee tunnustuksen saamisen originaalisuudesta tieteilijän keskeiseksi päämääräksi. Tunnustus ja kunnia on symbolinen palkinto siitä, että tieteilijä on tehnyt työnsä kunnolla. Ja koska tunnustus löytämisestä tai keksimisestä on ainoa omistusoikeus, joka tieteilijällä on löytönsä, kanavoituu kaikki energia juuri tähän asiaan kun tieteilijä katsoo, että hänen omistusoikeutensa on loukattu.

Mertonin mukaan pyyteettömyyden (*disinterestedness*) ja vaatimattomuuden (*humility*) normi rajoittaa tieteilijöiden tunnustuksen tavoittelua. Tämän arvo ilmenee usealla tavalla. Ensiksikin tieteilijät usein tunnustavat suuren velkansa edeltäjiensä työlle. Esimerkki tästä on Newtonin toteamus: ”jos olen nähnyt pidemmälle, se johtuu siitä, että olen seisonut jättiläisten olkapäillä”. Toiseksi, tieteilijän oletetaan korostavan omia henkilökohtaisia rajoituksiaan ja yleisemmin tietonsa rajoja. Mutta kuten kaikki normit, vaatimattomuuden esittäminen voi tietysti mennä liian pitkälle.

Mertonin mukaan tieteen normeja luonnehtii tällä kohden *ambivalenssi*. Toisaalta originaalisuuden arvo kannustaa tieteilijöitä pyrkimään työnsä arvon julkiseen tunnustamiseen, kun taas vaatimattomuuden normi kannustaa heitä vähättelemään omaa panostaan. Tämän konfliktin vaikutuksesta tieteilijät halveksivat itseään sellaisen asian haluamisesta, jota tieteen institutionaaliset normit ovat heitä kannustaneet haluamaan. Tällä normatiivisella ambivalenssilla Merton pyrkii selittämään poikkeamia tieteen normeista, kuten tulosten vääristelyä ja varastamista ja toisaalta kiistoja, jotka rakentuvat prioriteetin ympärille. Vika ei ole siinä, että nämä tieteilijät olisivat puutteellisesti sisäistäneet tieteen normit. Pikemminkin kyse on siitä, että he ovat *sisäistäneet yhden keskeisen normin* (originaalisuus) *liian hyvin*. Tavoitellessaan kiihkeästi institutionaalisesti palkittua (ja korostettua) mutta *erittäin vaikeasti saavutettavaa* päämäärää tieteilijät saattavat päätyä toimimaan tavalla, joka rikkoo muita tieteen normeja vastaan.

1970-luvulla tieteen sosiologit alkoivat esittää kritiikkiä näitä normeja kohtaan. Heidän mukaansa empiirinen todistusaineisto ei kiistattomasti

tukenut ajatusta, että Mertonin kuvailemilla normeilla olisi olennainen osa tieteessä, vaan tehdyt tutkimukset päinvastoin tukivat ajatusta, että näitä normeja ei noudateta tiedeyhteisössä kovin laajalti. Tämä johti pohdintaan Mertonin kuvaileman eetosken statuksesta. Tähän Mertonin kuvailemien normien uudelleentulkintaan palataan luvun loppupuolella, mutta ensin on syytä tarkastella Mertonin tutkimuksen muita tärkeitä alueita.

Matteus-vaikutus

Mertonin toinen tunnettu tutkimuskohde liittyy tieteen palkkiojärjestelmään. Merton kiinnitti huomiota ilmiöön, jota hän kutsui Matteus-vaikutukseksi. Nimitys tulee Matteuksen evankeliumista (13:12): ”jolla on, sille annetaan, ja hän on saava yltäkyllin, mutta jolla ei ole, siltä otetaan pois sekin mitä hänellä on”. Vaikutus tulee esille siinä, että tunnetut tieteilijät vaikuttavat saavan enemmän tunnustusta kuin ansaitsevat ja vähemmän tunnetut taas ansaitsemaansa vähemmän tunnustusta.

Merton mainitsee kaksi tilannetta, joissa tämä vaikutus näkyy. Ensimmäisen näistä muodostavat tieteilijöiden yhdessä kirjoittamat julkaisut. Jos yksi kirjoittajista on selvästi tunnetumpi kuin muut, tuloksia pidetään usein nimienomaan hänen aikaansaannoksinaan. Nuoremmat tai vähemmän tunnetut kirjoittajat jäävät näin vaille huomiota, vaikka heidän panoksensa julkaisuun olisi ollut mittavampi kuin maineikkaan tieteilijän. Toisaalta nuorempi tutkija hyötyy myöhemmin yhteistyöstään: hänen mainettaan edesauttaa se, että hän on työskennellyt suuruuden kanssa. Toinen tilanne, jossa tämä epäsuhta tulee esille, ovat riippumattomat *samanaikaiset* tieteelliset löydöt. Mertonin huomioiden mukaan löytö lasketaan yleensä juuri tunnetumman tutkijan ansioksi, vaikka periaatteessa vähemmän tunnetulla tutkijalla olisi yhtä suuri oikeus saada kunnia löydöstä. Matteus-vaikutus toimii myös institutionaalisella tasolla: tuotteliaat tieteilijät maineikkaissa yliopistoissa saavuttavat enemmän tunnustusta kuin yhtä tuotteliaat tieteilijät vähemmän merkittävässä yliopistoissa.

Mistä tämä epäsuhta johtuu? Kysessä ei suinkaan ole mikään tieteellinen eliitin salaliitto. Mertonin mukaan avain on tieteellisessä kommunikaatiojärjestelmässä. Tunnettujen tieteilijöiden työt huomataan ja muistetaan helpommin kuin vielä tuntemattomien. Tieteilijät käyttävät mainetta valintakriteerinä sille, mitä he lukevat. Kun käytettävissä oleva aika on rajallinen ja on tehtävä

valintoja siinä, mitä lukee ja mitä ei, tunnetun nimen valitseminen nostaa heidän mielestään todennäköisyyttä, että tulee lukeneeksi jotain tärkeää tai uskottavaa, ja pienentää todennäköisyyttä, että tulee tuhlanneeksi aikaansa huonoon tai mielenkiinnottomaan kirjoitukseen.

Mertonin mukaan Matteus-vaikutuksella on sekä negatiivisia että positiivisia seurauksia tiedeyhteisön toimivuudelle. Haitallisiin seurauksiin kuuluu se, että vaikutus vääristää tieteen palkkiojärjestelmän toimintaa: nuoret, aloittelevat tutkijat eivät saa ansaitsemaansa tunnustusta työstään, mikä hankaloittaa heidän uransa etenemistä. Positiivisiin seurauksiin Merton laskee sen, että Matteus-vaikutus saattaa lisätä uusien löytöjen *näkyvyyttä*. Esimerkiksi, jos tunnettu tieteilijä ei olisi ollut artikkelin kirjoittajien joukossa, ei artikkelia olisi välttämättä huomattu yhtä laajalti – tai lainkaan.

Matteus-vaikutus saattaa näin ollen kasvattaa alun perin pieniä eroja kilpailevien tieteilijöiden välillä. Kilpailija joka menestyy aikaisemmin, pääsee nauttimaan itseään vahvistavasta syklistä: enemmän ja parempia resursseja, paremmat työskentelyolot ja tutkimusmahdollisuudet sekä enemmän näkyvyyttä. Hitaammalle kilpailijalle sykli on päinvastainen, negatiivinen. Kuitenkaan aikainen menestys ei tietenkään täysin takaa menestystä tulevaisuudessa, vaan ainoastaan tarjoaa siihen *mahdollisuuden*.

Itse asiassa Matteus-vaikutus on erityistapaus yleisemmästä ilmiöstä. Sosiologiassa tätä ilmiötä kuvaa kasautuvien etujen teoria (*the theory of accumulation of advantage*). Tällä teorialla on sovelluksia tieteen ulkopuolellakin, mutta tieteessä se tarkoittaa sitä, että resurssit ja tunnustukset pyrkivät keskittymään eliitille, joka näiden etujen avulla pystyy edelleen kasvattamaan välimatkaansa tavallisiin tieteilijöihin. Kasautuvien etujen teorian testaaminen nousikin yhdeksi 1970-luvun tieteensosiologian tärkeistä mielenkiinnon kohteista. Tämän tutkimuksen tärkeäksi teemaksi muodostui *tieteen sosiaalinen kerrostuneisuus*. Erityistä huomiota sai kysymys siitä, kuinka paljon ilmeisesti universalismin normin kanssa yhteensopimattomat partikularistiset kriteerit (kuten institutionaalinen asema, sukupuoli ja kansallisuus) vaikuttavat esimerkiksi tieteellisten julkaisujen hyväksymisessä, tutkijoiden rekrytoinnissa ja rahoitushakemusten arvioinnissa.

Esimerkkinä tällaisesta tutkimuksesta voidaan tarkastella Harriet Zuckermanin tutkimusta *Scientific Elite* (1977) tieteellisestä eliitistä ja kasautuvien etujen teoriasta. Tässä tutkimuksessa Zuckerman jatkoi Mertonin aloittamaa

kasautuvien etujen teorian tutkimista tarkastelemalla amerikkalaisia nobelisteja. Tulokset tukivat teoriaa ja muiden tutkijoiden tekemiä havaintoja, sillä tulevat nobelistit valikoituivat joukosta, joka suoritti jatko-opintoja parhaissa yliopistoissa, ja yli puolella heistä oli nobelisti väitöskirjansa ohjaajana. Viisi yliopistoa työllisti puolet Yhdysvaltojen kaikista nobelisteista.

Eliitin arvostukset ja yhteydet kommunikaatioverkostoissa välittyivät jo varhain tulevalle eliitille. Eliitin kouluttamien tutkijoiden mahdollisuudet julkaista töitään ja saada virkoja arvostetuista tutkimuskeskuksista ovat paremmat kuin muilla. Tulevat nobelistit julkaisivat enemmän kuin ikätoverinsa ja heidän urakehityksensä oli nopeampaa. Huippuyliopistoissa koulutetut nobelistit tekivät palkintoon johtaneen tutkimuksensa keskimäärin yhdeksän vuotta aikaisemmin kuin sellaiset nobelistit, jotka eivät jakaneet samaa taustaa.

Kasautuvien etujen mekanismi muodostuu seuraavista elementeistä.

- 1) Aikaisempi ja helpompi pääsy tärkeisiin resursseihin (esimerkiksi kommunikaatioverkostot, tutkimusvälineet, rahoitus, tutustuminen etulinjan tutkimukseen) antaa nuorelle tutkijalle etumatkan vähemmän onnekkaisiin kollegoihinsa nähden. Käänteisesti taas pätee, että mitä kauemmin pääsy näihin resursseihin kestää, sitä hankalampaa on menestys vastaisuudessa.
- 2) Tieteen palkkiojärjestelmä vahvistaa tätä alkuperäistä epäsuhtaa, sillä vastaisuudessa käytössä olevat resurssit ovat sidoksissa aikaisemmin saatuihin tuloksiin ja niiden tuomaan tunnustukseen. Aikaisempien saavutusten vähäisyys taas vaikeuttaa jatkoresurssien hankkimista.
- 3) Aikaisempi menestys vaikuttaa myöhempimpiin toimintamahdollisuuksiin. Menestynyt tutkija voi valita, missä hän työskentelee, joten hän voi valita sellaisen aseman, joka mahdollistaa tutkimuksen paremmin (paremmat välineet, vähemmän opetusta, jatkokoulutettavia työvoimana ja niin edelleen). Vastaavasti vähemmän saavuttaneilla on vähemmän tai ei lainkaan valinnanvaraa.
- 4) Etujen kasautumisessa on myös rajoittavia tekijöitä: maineen kasvaessa eliitin jäsenet joutuvat käyttämään aikaansa yhä enemmän muuhun kuin tutkimustyöhön. Lisäksi tutkimustyön laadun ylläpitäminen asettaa eliitille kovia paineita, koska julkisuuden myötä tiedeyhteisön odotukset kasvavat. Palkkiojärjestelmä, joka jakaa palkinnot ja resurssit aikaisempien saavutusten perusteella, on universalistinen, mutta pitkällä aikavälillä se on partikularistinen, sillä etujen kasautuminen vahvistaa alun perin varsin pieniä eroja tieteilijöiden

välillä. Vaikka palkkiojärjestelmä siis on periaatteessa universalistinen, tuottaa se käytännössä tieteeseen selkeän hierarkian ja luokkarakenteen. Tämä luokkarakenne ei näy pelkästään yksilöiden välisissä eroissa, vaan myös instituutioiden tasolla. Parhaat yliopistot ovat selkeästi paremmassa asemassa rahoituksen hankkimisessa. Esimerkiksi Yhdysvalloissa vuosina 1970–1980 kaikesta korkeakoulutuksen (colleget ja yliopistot) rahoituksesta veivät kymmenen suurinta yliopistoa noin 21 prosenttia. Seuraavat 20 yliopistoa veivät 43 prosenttia ja viimeiset noin 3000 instituutiota saivat jaettavakseen loput 36 prosenttia.

Etujen kasaantumisen ilmiö nostaa esille kiinnostavan kysymyksen: onko kasaautuminen on tulosta lahjakkuuden jakautumisesta vai onko "lahjakkuus" seurausta resurssien epätasaisesta jakautumisesta? Vastaus ei selvästikään ole yksinomaan jompikumpi näistä. Parhaista yliopistoista löytyvät yleensä parhaat tutkijat, mutta toisaalta eliitti ei välttämättä ole niin paljon muita etevämpää kuin erilaiset indikaattorit antaisivat ymmärtää. Tästä suurin osa on yhtä mieltä, mutta siihen yksimielisyys taitaa loppuakin. Saman empiirisen aiheiston voi tulkita vaihtoehtoisilla tavoilla, ja keskeiset käsitteet (tieteellinen laatu, lahjakkuus jne.) ovat vaikeasti määriteltävissä tai mitattavissa, joten kiista tuskin tulee ratkeamaan pelkästään empiirisen tutkimuksen keinoin.

Mertonilainen tieteesosiologia

Tyyppillistä mertonilaiselle tieteesosiologialle oli makrososiologinen tutkimusasetelma ja tilastollisten menetelmien käyttö. Olennaista oli myös, että tieteen sisältö jätettiin sosiologisen mielenkiinnon ulkopuolelle (käytännössä siis filosofeille). Sosiologit keskittyivät tutkimaan toimivan tieteen instituutionaalaisia ehtoja sekä selittämään poikkeamia tieteen sosiaalisista ja kognitiivisista normeista. Nämä kaikki seikat muodostavat selkeän kontrastin seuraavassa luvussa esiteltävälle tieteellisen tiedon sosiologialle. Tieteellisen tiedon sosiologian tutkimusote on ensisijaisesti mikrososiologinen ja tapaustutkimuksiin perustuva (havainnoidaan sosiaalista vuorovaikutusta yhdessä laboratoriossa sen sijaan, että tehtäisiin esimerkiksi useita tieteenaloja kattava kyselytutkimus). Toiseksi tieteellisen tiedon sosiologit eivät tyytyneet selittämään vain poikkeamia hyväksytyistä toimintatavoista, he omaksuivat päämääräkseen koko tieteellisen tutkimusprosessin ymmärtämisen sosiologisin käsittein.

Käytettyjen tutkimusmenetelmien vuoksi Mertonin ja hänen seuraajiansa edustaman ”perinteisen” tieteensosiologisen tutkimuksen keskeisiksi muuttujiksi päätyivät seikat, joista voitiin helposti hankkia tietoa ja joita pystyttiin käsittelemään tilastollisesti: ikä, sukupuoli, tieteenala, etninen ryhmä, kotimaa, työskentelypaikka, opiskelupaikka, aikaisempien julkaisujen määrä, artikkeleihin tehtyjen viittauksien määrä ja vaikkapa saadut palkinnot tai jäsenyydet tieteellisissä yhdistyksissä. Näillä välineillä on luontevaa tutkia esimerkiksi seuraavanlaisia asioita:

Iän vaikutus tieteelliseen tuottavuuteen

Tutkimukset osoittivat vääräksi romanttisen myytin, että tieteellinen luovuus tai erinomaisuus korreloisi nuoruuden kanssa. Pikemminkin tieteessä vahvimilla ovat keski-ikäiset tutkijat. Tulosten tarkempi tulkinta on kuitenkin vaikeaa. Mitä vanhempi ja menestyneempi tieteilijä on, sitä enemmän hänellä on myös tehtäviä, jotka eivät välittömästi liity tutkimuksen tekemiseen. Samoin se, että tutkimusta tehdään yhä enemmän tutkimusryhmissä, tekee yhä vaikeammaksi arvioida yksittäisen tutkijan tuottavuutta tai hänen työnsä vaikuttavuutta.

Sukupuolen vaikutus tieteelliseen menestykseen

Tutkimuksen osoittavat, että naisia on suhteellisesti vähemmän tieteen huijulla, he julkaisevat vähemmän ja niin edelleen (Zuckerman ym. 1991). Jälleen selitykset havainnoille ovat hankalampia ja luultavasti vaihtelevat eri aikoina. Kasautuvien etujen teoriaa voidaan soveltaa tähänkin: pienet erot (esim. parin vuoden poissaolo tutkimusmaailmasta lapsen saamisen takia) saattavat ajan kuluessa kumuloitua huomattavasti suuremmiksi eroiksi. Muitakaan mekanismeja ei voi sulkea pois. Sukupuoli ja muut ei-universalistiset kriteerit saattavat esimerkiksi vaikuttaa tiedostamatta tutkijoiden kyvykkyyden ja lupaavuuden arviointiin. Mutta mitkä ovat tällaisen vaikutuksen mekanismit ja mitä niiden korjaamiseksi voisi tehdä? Näistä seikoista ei olla kovinkaan yksimielisiä. Tutkimustulosten yleistäminen on tässäkin tapauksessa vaikeaa. Esimerkiksi eri tieteenalojen ja kansallisten kulttuurien välillä on suuria eroja. Myös aika on ratkaiseva muuttuja. Siitä ei ole erimielisyyttä, että historiallisesti tiede on ollut seksististä: naisten laajempi osallistuminen tieteeseen

on ollut mahdollista vasta 1900-luvulla. Yleisesti ottaen naisten asema tietees-
sä on parantunut samanaikaisesti yleisen tasa-arvon kehittymisen myötä.
Mutta kuinka pitkällä tällä hetkellä ollaan? Vaihtoehtoisia näkemyksiä riittää,
eikä niiden välillä voi ratkaista pelkän empiirisen aineiston perusteella.

Tieteellinen julkaisutoiminta

Erittäin tärkeäksi tutkimuskohteeksi on noussut 1970-luvulta alkaen tieteelli-
sen julkaisutoiminnan tutkimus, *bibliometria* tai *skientometria*. Bibliometrialle
on kehitetty omat pitkälle erikoistuneet kvantitatiiviset tutkimusmenetel-
mänsä, joista osaa käytetään myös tiedepoliittisen päätöksenteon tukena (ks.
Kärki ja Kortelainen 1996). Tällä alueella tieteesosiolegit ovat tehneet paljon
yhteistyötä informaatio- ja kirjastotieteilijöiden kanssa. Viime vuosina biblio-
metriasta on kehittynyt oma erikoisalansa, jolla on aikaisempaa vähemmän
yhteyksiä tieteesosiolegiseen tutkimukseen. Bibliometrinen tutkimusaineis-
to on kuitenkin edelleen tärkeä informaatiolähde tietees tutkimuksessa. Sen
tuottaman aineiston avulla voidaan tutkia tutkimuksen vaikuttavuutta, tutki-
joiden yhteistyöverkostoja, tutkimustulosten vanhenemista, tutkimustoimin-
nan kasvua ja sen suuntaa. Bibliometrisessä tutkimuksessa keskeisessä roolissa
ovat erilaiset julkaisu- ja viitetietokannat. Näiden tietokantojen antama infor-
maatio voi nostaa esiin monia mielenkiintoisia tieteesosiolegisia tutkimus-
kysymyksiä. Yhden tällaisen kysymyksen muodostavat tieteesalojen väliset
erot julkaisujen hylkäysprosentteissa. Luonnontieteissä julkaisuihin lähetetyis-
tä käsikirjoituksista julkaistaan huomattavasti suurempi osa kuin yhteiskunta-
tieteissä. Selitykset tälle erolle eivät ole aivan ilmeisiä. Syynä ei luultavasti ole
se, että yhteiskuntatieteissä suurempi osa käsikirjoituksista olisi huonoja tai
mielenkiinnottomia. Pikemminkin selitykset löytyvät julkaisujen käytössä
olevasta sivumäärästä ja erilaisista toimituskäytännöistä sekä julkaisujärjestel-
män roolista kyseessä olevalla tieteesalalla. Humanistisissa ja yhteiskuntatie-
teissä tutkimus on usein verrattain halpaa, joten erityisesti arvostetuimmille
julkaisuille muodostuu tieteesalalla jonkinlainen portinvartijan rooli. Niiden
tehtävänä on erottaa erinomainen ja kiinnostava tutkimus keskinkertaisesta
tai huonosta. Luonnontieteissä julkaisuilla ei ole samanlaista tehtävää, sillä
niissä jo pääsy tutkimuslaitteistoihin on rajoitettua. Näin julkaisut voivat jul-
kaista suuremman osan niille tarjotuista käsikirjoituksista.

Julkaisujärjestelmään liittyy myös toinen kiinnostava tutkimusalue. Tieteellisissä julkaisuissa, samoin kuin suuressa osaa tieteellisen tutkimusrahoituksen jakamista, käytetään niin sanottua vertaisarviointia (*peer review*). Vaikka arvioinnin käytännön toteuttamisen tapa saattaa vaihdella huomattavastikin, on perusajatus aina sama: toinen tieteilijä arvioi, onko tarjottu käsikirjoitus tai esitetty tutkimushanke julkaisemisen tai rahoittamisen arvoinen. Asiantuntija siis arvioi asiantuntijaa. Koska tulosten julkaiseminen näkyvillä foorumeilla ja rahoituksen varmistaminen ovat keskeisiä tutkijan tieteellisen menestyksen määrittäjiä, ei ole ihme, että tehdyt päätökset herättävät suuria intohimoja. Ovatko arvioijat todella olleet aiheen asiantuntijoita tai puolueettomia? Millä kriteereillä asiantuntijat on valittu ja millaiset ohjeet heille on annettu? Onko arvioijilla ollut jokin oma tietoinen (tai tiedostamaton) päämäärä, joka näkyy heidän arvioinnissaan? Ovatko arvioitavan sukupuoli, nimi, työpaikka tai hänen edustamansa koulukunta vaikuttaneet hänen arviointiinsa? Suosivatko arvioijat omia kavereitaan? Tällainen keskustelu on johtanut myös vertaisarvioinnin empiiriseen tutkimukseen (ks. Cicchetti 1991 ja Weller 2001). Tutkimusten tavoitteena on ollut selvittää, kuinka luotettava ja käyttökelpoinen menettelytapa vertaisarviointi oikeastaan on. Samalla on myös etsitty keinoja parantaa vertaisarvioinnissa käytettyjä menettelytapoja. Ainakin jotkin vertaisarvioinnin ongelmat voidaan ratkaista kiinnittämällä huomiota arvioijien valintaan, näiden saamaan informaatioon ja ohjeisiin sekä kirjoittajan mahdollisuuksiin vastata esitettyyn kritiikkiin.

Yksi tällaisissa tutkimuksissa käytetty tutkimusasetelma on kokeellinen: hyväksytäänkö huippututkijan (jo julkaistu) käsikirjoitus, jos se lähetetään tuntemattoman henkilön nimellä eri lehtiin? Voidaan myös tutkia, kuinka paljon arviot tutkimussuunnitelman laadusta ja kiinnostavuudesta vaihtelevat kun suunnitelma lähetetään eri arvioijille. Samalla voidaan vertailla, vaikuttaako informaatio suunnitelman esittäjästä hankkeen laadun tai kiinnostavuuden arviointiin. Näiden tutkimusten tulokset ovat jälleen kaikkea muuta kuin yksiselitteisiä jo siksi, että arviointikäytännöt vaihtelevat suuresti eri tieteenaloilla ja foorumeilla. On kuitenkin havaittu, että riippumatta tieteenalasta arvioiden hajonta eri vertaisarvioiden kesken on usein yllättävän suurta (Cole 1992). Erityisesti tutkimuksen etulinjassa tieteilijöiden arviot siitä, mikä on tärkeää tai kiinnostavaa, vaihtelevat suuresti. Tämä havainto on mielenkiintoisesti ristiriidassa Kuhnin paradigmateteorian kanssa. Hänhän esitti, että paradigman sisällä tutkijat jakavat yhteisymmärryksen siitä, mikä on

mielenkiintoista ja tutkimisen arvoista. Arviointilausuntojen analyysi näyttäisi kuitenkin viittaavan siihen, että asiantuntijat ovat yksimielisiä vain niistä asioista, jotka on jo tutkittu.

Vastanormit, retoriset resurssit ja normien muutos

Kuusikymmentäluvun lopusta lähtien Mertonin edustama sosiologinen teoria joutui yhä suuremman teoreettisen ja empiirisen kritiikin kohteeksi. Tutustumme seuraavaksi kolmeen tällaiseen kritiikkiin, jotka kaikki muokkaavat omalla tavallaan Mertonin ajatusta tieteelle luonteenomaisista normeista ja niiden roolista tieteen erityislaadun selittämisessä.

Ian Mitroff: tieteelliset vastanormit

Ian Mitroffin artikkeli ”Norms and Counter-Norms in a Select Group of the Apollo Moon Scientists: A Case Study of the Ambivalence of Scientists” (1974) on yksi tunnetuimmista Mertonin normiteorian kritiikeistä. Mitroffin omana päämääränä oli pikemminkin Mertonin työn edelleen kehittäminen kuin sen hylkääminen, mutta hänen tuloksensa antoivat vahvaa tukea niille, jotka halusivat kyseenalaistaa koko Mertonin käsitteellisen kehikon.

Mitroffin tutkimuksen haastatteluaineistona oli 42 henkilön joukko Kuun kiviä tutkivia tieteilijöitä eri tieteenaloilta. Suurin osa haastatelluista oli alansa tieteellistä huippua. Tieteilijöitä haastateltiin useampaan otteeseen Yhdysvaltojen Apollo-lentojen välillä (vuosina 1969–1972). Haastattelujen lisäksi Mitroff havainnoi tutkimiaan tieteilijöitä tieteellisissä kokouksissa.

Haastatteluissa paljastui, että tieteilijät suhtautuivat hyvin henkilökohtaisesti työhönsä ja teorioihinsa. Tieteilijät samastuivat kannattamiinsa teorioihin ja näin samalla tietyt teoriat henkilöityivät vahvasti tiettyihin niitä kannattaviin henkilöihin. Tästä seurasi, että kommentoیدessaan kilpailevia teorioita tieteilijät eivät voineet olla kommentoimatta samalla myös niiden kannattajia. Tätä tieteilijät eivät pitäneet millään tavalla paheksuttavana tai epäasiallisena. Itse asiassa vastauksissa kysymyksiin ”ketkä ovat mielestäsi kaikkien sitoutuneimpia omiin lemmikkiteorioihinsa?” ja ”kenellä uskot olevat suurimpia vaikeuksia luopua omista ideoistaan?” mainittiin useimmiten samat kolme

tieteilijää, joita yleisesti pidettiin alan johtavina tutkijoina. Näitä tieteilijöitä pidettiin erityisen luovina rohkeiden hypoteesien esittäjinä, jotka myös olivat valmiita puolustamaan ideoitaan viimeiseen asti.

Mertonin teorian mukaan sosiaalisen normin rikkominen voidaan tunnistaa tekoon kohdistuvasta moraalisesta paheksunnasta. Käyttäen tätä kriteeriä Mitroff lähti analysoimaan haastattelu- ja havaintoaineistoaan löytääkseen ne normit, jotka olivat toiminnassa hänen tutkimassaan yhteisössä. Osa havainnoista tuki ajatusta, että yhteisössä todella toimivat Mertonin kuvailemat normit. Haastateltavat paheksuivat joidenkin kollegojensa liiallista kiintymistä teorioihinsa, kritiikkittömyyttä omia ajatuksiaan kohtaan ja heidän itsekeskeisyyttään.

Ongelmaksi muodostui se, että ainoastaan osa haastateltavien reaktioista sopi yhteen Mertonin kuvaamien normien kanssa. Mitroffin mukaan aineisto tuki myös ajatusta, että yhteisössä vaikutti toinen joukko normeja. Näitä normeja Mitroff kutsuu *vastanormeiksi*. Vastanormit tulivat esille esimerkiksi kun tieteilijöiltä kysyttiin heidän mielipidettään objektiivisen ja kiinhottoman tieteilijän ihanteesta. Kaikki haastatellut olivat sitä mieltä, että tämä käsitys on lapsellinen. Heidän tunnereaktionsa tuohon käsitykseen vaihtelivat lievästä huvittuneisuudesta huomattavaan kiusaantumiseen. Vastaajien mielestä ainoastaan niin sanottu suuri yleisö ja nuoret opiskelijat ottivat tuon ajatuksen tosissaan. Kukaan oikeasti tiedettä tekevä ei usko moiseen ”yksinkertaiseen puppuun”.

Vastaajat eivät ainoastaan esittäneet, että tuollainen ideaali on mahdoton saavuttaa. Pikemminkin he esittivät, että koko ideaali tulisi hylätä: hyvän tieteilijän tulisi olla kiintynyt ja sitoutunut teoriaansa. Vaikka vastaajien mielestä jotkut heidän kollegoistaan menivät tässä kiinnittymisessä liian pitkälle, tunteellista samastumista omaan teoriaansa pidettiin yleisesti tieteen kehitykselle hyvänä asiana. Tieteilijöiden tulee katsoa loppuun asti, mihin tietty teoria pysyy: mitään ajatusta ei ole syytä hylätä liian aikaisin. Haastateltavat totesivat, että ne tieteilijät, jotka todella saavat jotakin aikaan, ovat erittäin kiinnittyneitä teoriaansa. Vastaavasti tieteilijöitä, jotka pyrkivät ottamaan etäisyyttä omaan teoriaansa, ei edes pidetty kovin uskottavia.

Mitroff sai vastaavanlaisia tuloksia myös tarkastellessaan muita Mertonin normeja. Hänen mukaansa jokaiselle Mertonin esittämille normille löytyy tieteilijöiden hyväksymä vastanormi:

- 1) *Partikularismi* on universalismin vastanormi. Väitteen esittäjän arvioinnilla on suuri merkitys väitteen uskottavuuden arvioinnissa.

- 2) *Eristäytyminen* on tieteellisen kommunismin vastanormi. Tieteilijöillä on esimerkiksi oikeus salata käynnissä oleva tutkimuksensa. Tieteellinen ”omistusoikeus” on laajempi kuin pelkkä kunnia tehdystä löydöstä.
- 3) *Omanvoitonpyynti* on pyyteettömyyden vastanormi. Tieteilijät odottavat kollegoiltaan itsekästä toimintaa, joka palvelee näiden omaa tai heidän ryhmänsä etua.
- 4) *Järjestelmällinen dogmatismi* on järjestelmällisen epäilyn vastanormi. Tieteilijän odotetaan uskovan omaan teoriaansa viimeiseen asti ja epäilevän kilpailevia teorioita.

Mitroffin mukaan vastanormit eivät olleet vain valitettavia poikkeamia Mertonin normeista. Pikemminkin kaikkien vastanormien esitettiin olevan tieteen päämäärille suotuisia samalla tavoin kuin Merton oli esittänyt omien normiensa palvelevan tieteen tiedollisia päämääriä. Esimerkiksi keskeneräisen tutkimuksen salailulla katsottiin olevan turhia ”omistusoikeutta” koskevia riitoja vähentävä vaikutus. Tästä syystä on hyväksyttävää, että tieteilijät salaavat tutkimuksensa kollegoiltaan, kunnes julkaisu on valmis.

Mitroffin oma johtopäätös on, että hänen tutkimuksensa osoittaa tieteestä löytyvän Mertonin yleisen sosiologisen teorian ennustamia vastanormeja. Tässä mielessä tutkimus siis jatkaa Mertonin tutkimusohjelman kehitystyötä. Tällöin voisimme yrittää sulauttaa normit ja vastanormit yhteensopivaksi kokonaisuudeksi esittämällä esimerkiksi seuraavaa: Mertonin kuvaamat normit koskevat tieteilijöiden julkista käyttäytymistä, kun taas Mitroffin vastanormit kuvaavat tutkimuksen ”yksityistä” vaihetta. Tutkija voi siis tutkimustaan tehdessään kiinnittyä tutkimukseensa kuinka vahvasti tahansa, mutta häneltä esimerkiksi kirjallisessa kommunikaatiossa odotettu käyttäytyminen on enemmän Mertonin kuvaaman eetoksen mukaista. Tällainen tulkinta edellyttää kuitenkin Mertonin alkuperäisen normiteorian uudelleentyöstämistä.

Suuri osa tieteensosiologeista kuitenkin hyvästä syystä tulkitsi Mitroffin tutkimuksen tulokset Mertonin teorian perustavanlaatuisiksi kritiikiksi. Jos Mertonin teorian perimmäinen tarkoitus on osoittaa ne sosiaaliset ehdot, jotka edesauttavat luotettavan tiedon syntymistä, Mitroffin tulokset ovat erittäin hankalia. Vastanormien olemassaolo osoittaa, että viittaus Mertonin normeihin ei ainakaan ole riittävä selitys tieteen menestykselle. Samanlaisen kohtalon kokee Mertonin normien käyttö tieteen rajanvetokriteerinä: tieteen eetos ei enää sovellu ongelmattomaksi tieteen tunnusmerkiksi. Voidaan siis sanoa, että

Mitroffin tutkimus vie pohjan pois Mertonin teorian alkuperäisiltä päämäärittä. Mitroffin analyysin jälkeen on vaikea sanoa, mitä Mertonin teoria itse asiassa kuvaa.

Michael Mulkay: normit retorisisina resursseina

Brittiläinen sosiologi Michael Mulkay menee Mertonin teoriaan kohdistuvasa kritiikissään pidemmälle kuin Mitroff. Hänen kirjoituksensa "Norms and ideology" (1976) lähtökohtana on ajatus, että jos tieteen eetos todella heijastaa aidosti institutionaalisia normeja, näiden normien tukena tulee olla jonkin toimivan sosiaalisen kontrollin järjestelmä. Tällaisen järjestelmän tulisi sisältää sekä positiivisia että negatiivisia sanktioita. Jos tällaista järjestelmää ei löydy, emme voi selittää tieteen erityispiirteitä tai menestystä sen institutionaalisilla normeilla. Tällöin joudumme myös esittämään jonkin vaihtoehdoisen tulkinnan Mertonin ja Mitroffin normeiksi kuvaamille ilmiöille.

Mulkayn mukaan ei ole perusteltua ajatella Mertonin tai Mitroffin kuvamia normeja "tieteessä toimiviksi säännöiksi". Osoittaakseen tämän Mulkay käy läpi Mitroffin esittämää empiiristä aineistoa ja toteaa, että Mitroff kyllä kykenee osoittamaan, että tieteilijät vetoavat Mertonin ja hänen itsensä kuvaamiin normeihin kuvatessaan ja oikeuttaessaan omaa ja kollegoidensa toimintaa. Tällainen verbaalinen viittaaminen ei kuitenkaan vielä riitä osoittamaan, että nämä normit olisivat institutionalisoituneita. Jotta normi olisi institutionalisoitu, sen seuraamisella tulisi olla positiivinen yhteys tieteellisten palkkioiden jakautumiseen ja normin rikkomisella negatiivinen vaikutus tieteilijän menestykseen. Mulkay viittaaakin tutkimuksiin, jotka käsittelevät tieteen palkkiojärjestelmää ja sosiaalista kontrollia. Mikään näissä tutkimuksissa ei kiistattomasti osoita, että tieteilijän menestys olisi riippuvainen siitä, kuinka hän mainittuja normeja tai vastanormeja seuraa.

Tieteen palkkiojärjestelmä kytkeytyy läheisesti tieteelliseen julkaisujärjestelmään. Vaikka tieteilijöiden välillä on myös paljon "epävirallista" kommunikaatiota, tärkein tutkimustulosten välittämisen muoto on artikkelien julkaiseminen tieteellisissä lehdissä. Ainoastaan tulosten julkaiseminen takaa tutkijalle "omistusoikeuden" niihin. Vastineeksi julkaisemastaan muille tutkijoille arvokkaasta informaatiosta tieteilijät saavat ammatillista tunnustusta ja mainetta. Tämä "tieteellinen pääoma" vuorostaan mahdollistaa tutkimusresurssien ja -rahoituksen

hankkimisen sekä lahjakkaiden opiskelijoiden saamisen mukaan tutkimushankkeeseen. Nämä taas ovat olennaisia tieteilijän ammatilliselle menestykselle. Keskeisellä sijalla tässä prosessissa on tieteellinen artikkeli.

Mulkay huomauttaa, että tieteellisillä artikkeleilla yksi keskeinen piirre: ne kirjoitetaan noudattaen varsin yksityiskohtaisesti määriteltyä tyyliä, joka rajaa sisällön niin sanottuihin teknisiin kysymyksiin. Tämä tarkoittaa sitä, että viittaukset kirjoittajan luonteeseen, henkilökohtaisiin näkemyksiin ja päämääriin suljetaan tiukasti tieteellisen kirjoittamisen ulkopuolelle. Laaja passiivin käyttö vahvistaa kirjoituksen anonyymiyttä, vaikka kirjoittajan nimi mainitaankin kirjoituksen alussa. Mulkayn mukaan juuri nämä tieteellisen kommunikaation piirteet tuottavat ongelmia normien institutionaalille tulkinnalle.

Tavallisesti artikkelin lukija ei tunne henkilökohtaisesti kirjoittajaa, ja koska tieteellisen kirjoituksen muoto suodattaa pois lähes kaikki viittaukset kirjoittajan henkilöön, lukijalla ei ole mitään keinoa arvioida kirjoittajaa moraalisesti. Ja koska lukijalla ei ole mahdollisuutta arvioida, onko kirjoittajan toiminta ollut tieteen etoksen mukaista, ei kirjoittajan palkkioksi saama tunnustus ja maine voi olla palkinto tieteen etoksen noudattamisesta. Lukijan arvio perustuu ainoastaan siihen, kuinka vakuuttavana, luotettavana ja käyttökelpoisena hän tutkimustulosta pitää. Näin kaikkein keskeisin tieteen palkkiomekanismi käytännössä sivuuttaa kokonaan esitetyt tieteen normit.

Mulkay toteaa edelleen, että vaikka tutkijoiden keskinäisille yhteistyöverkostoille perustuvat epävirallisemmat kommunikaatioväylät voivat välittää enemmän tietoa tutkimuksen tekijöistä, ei ole mitään perusteita olettaa, että nämä kommunikaatiosuhteet tuottaisivat ja kontrolloisivat yhtään enempää normien mukaista käyttäytymistä. Tieteilijöitä kiinnostaa ensisijaisesti teknisesti käyttökelpoinen ja luotettava informaatio, ei sen tuottajan ammatillinen eetos. Riittää, että kirjoittaja on noudattanut hyväksyttäviä metodologisia sääntöjä. Tieteilijän oma menestys riippuu siitä, kuinka hyvin hän saa tällaista informaatiota käyttöönsä. Jos hän jättää joitakin tuloksia käyttämättä sanktioidakseen niiden tuottajaa, hän jää epäedulliseen kilpailuasetelmaan muihin tutkijoihin nähden.

Mulkayn johtopäätös on, että oletetut tieteen normit ja vastanormit ovat pitkälti epäolennaisia sille, kuinka tieteen palkkiojärjestelmä toimii. Ei ole olemassa institutionaalista mekanismia, joka yhdistäisi näiden normien mukaisen käyttäytymisen ammatilliseen menestykseen. Korvaavana tulkintana Mulkay esittää, että Mertonin ja Mitroffin kuvailemat normit ja niiden vastanormit ovat

melko vakiintuneita kielellisiä muotoiluja, joiden avulla tieteilijät kuvaavat ja arvioivat toistensa toimintaa. Nämä kielelliset resurssit eivät kuitenkaan ohjaa tieteilijöiden toimintaa missään yksiselitteisessä merkityksessä. Ne eivät suoraan kerro tieteilijöille kuinka näiden tulisi toimia. Pikemminkin normit ja säännöt toimivat välineinä, joiden avulla toimijat voivat tuoda esiin sosiaalisia ja moraalisia jännitteitä. Niiden avulla voidaan erilaisia sosiaalisia jännitteitä purkaa ja antaa jonkinlainen oikeutus koetulle moraaliselle närkästykselle. Tähän tarkoitukseen sopii hyvin se, että jotkin normeista ovat keskenään ristiriitaisia, kuten Mertonin normit ja Mitroffin esittelemät vastanormit ovat.

Mertonin kuvaamat normit muodostavat tärkeän osan moraalin kielestä, jonka avulla tieteilijät voivat kuvata oman toimintansa oikeutettuna ja hyväksyttävänä ja jonka avulla he voivat toisaalta tarpeen vaatiessa kritisoida kollegoidensa toimintaa. Normit toimivat siis valikoimana arvottavia käsitteitä, joiden avulla voidaan kategorisoida sosiaalista toimintaa erilaisissa tilanteissa. Mulkayn ajatuksena on, että tällainen arvottava kielenkäyttö toimii resurssina, jota tieteilijät käyttävät koettaessaan antaa tavoitteisiinsa sopivia kuvauksia kohtaamistaan tilanteista ja tapahtumista.

Esimerkki valottaa tätä ajatusta. Mulkay ja David Edge tutkivat cambridgeläistä radioastronomien tutkimusryhmää, jonka tekemät uudet havainnot niin sanotuista pulsareista herättivät aluksi kiistaa (Edge & Mulkay 1976). Ryhmän ulkopuoliset, lähinnä heidän kilpailijansa, syyttivät tutkijaryhmää salailusta. Tämä salailu ilmeni kriitikkojen mukaan useassa eri muodossa. Ensiksikin väitettiin ryhmän viivytelleen tulostensa julkaisemisessa liian pitkään. Lisäksi julkaistua havaintoaineistoa ei pidetty riittävän laajana: ryhmän olisi tullut julkaista havaintojaan enemmän, jotta muut ryhmät olisivat kyenneet tekemään vastaavaa tutkimusta ja testaamaan väitteitä. Edelleen esitettiin, että ryhmän olisi pitänyt esittää tuloksiaan naapurilaboratorion tutkijoille jo ennen niiden julkaisua, sillä nämä olisivat voineet antaa tutkijaryhmälle arvokasta apua aineiston tulkinnassa. Pähkinänkuoressa ryhmää siis syytettiin tieteen kehityksen haittaamisesta itsekkään salailun takia. Kriitikot esittivät ryhmän toiminnan tieteen arvojen ja toimintatapojen vastaisena ja yrittivät näin saada ryhmän toiminnan vaikuttamaan epäilyttävältä. Viime kädessä he pyrkivät siis muuttamaan sen toimintaa.

Mulkay toteaa, että kritisoidulla ryhmällä ei ollut vaikeuksia kuvata toimintaansa hyväksyttävänä ja vieläpä esimerkillisenä. Ensiksikin ryhmän

jäsenet totesivat, että heillä on kaikki oikeus olla levittämättä sellaista informaatiota, joka saattaisi johtaa siihen, että joku toinen ryhmä tekisi heidän löytönsä ennen heitä itseään. Onhan yksi tieteen palkkiojärjestelmän periaatteista se, että varsinaisen työn tehnyt saa siitä myös kunnian. Toiseksi, salailu oli oikeutettua, sillä tutkijat tarvitsivat aikaa tulostensa tarkistamiseen, jotta he voisivat varmistaa julkaisujensa korkean laadun ja näin tieteen mutkattoman etenemisen. Jos he eivät olisi tehneet näin, heitä olisi syytetty huonosta tutkimuksesta. Ryhmä esitti myös, että oli aivan oikeutettua pyrkiä siihen, että ryhmän tekemä tutkimus kasvattaa juuri ryhmän omaa tieteellistä mainetta, ei kilpailijoiden. Ei olisi reilua, jos he eivät saisi työstään ansaitsemaansa kunniaa. Tästä syystä havainnot tehneellä ryhmällä täytyy olla oikeus ensimmäisenä esittää tulkinta havainnoistaan. He huomauttivat myös, että ryhmän täytyi saada pitää huoli siitä, että sen tekemä tärkeä löytö tulee julkisuudessa esiin oikealla tavalla. Näistä syistä tulosten julkaisemisessa ei ollut mitään *perustelemattomia* viivytyksiä.

Mulkayn tulkinnan mukaan tämä esimerkki osoittaa, että tulosten julkistamista varten ei ole sellaisia selviä ja konkreettisia sääntöjä, joita voitaisiin käyttää kaikissa tilanteissa ja joihin kaikki olisivat sitoutuneet. Pikemminkin on olemassa joukko *verbaalisia repertuaareja*, jota tieteilijät käyttävät hyväkseen yrittäessään muokata toistensa toimintaa ja tulkintoja tästä toiminnasta. Mulkayn mukaan tässä toiminnassa keskeisellä sijalla ovat tieteilijöiden *intressit*. ”moralistinen” arviointi on (tietoisesti tai tiedostamatta) tarkoitushakuista. Olisi kilpailijoiden edun mukaista saada ryhmän tuottamat havainnot mahdollisimman aikaisin käyttöön ja päästä jo aikaisessa vaiheessa käsiksi heidän tulkintoihinsa. Ryhmän itsensä kannalta taas on erittäin tärkeää säilyttää kontrolli omiin tutkimustuloksiin ja niiden julkaisemiseen. Ainoastaan näin se voi taata, että kunnia sen tekemästä työstä tulee sille itselleen ja että julkaistavat tutkimustulokset pitävät yllä kuvaa ryhmän laadukkaasta työstä. Mulkay huomauttaa edelleen, että kinastelulla tulosten salailusta ei viime kädessä ollut merkitystä tieteellisen palkkiojärjestelmän näkökulmasta: kuusi vuotta myöhemmin kaksi Cambridgen ryhmän tutkijaa sai Nobelin palkinnon osin juuri puheena olleiden havaintojen perusteella.

Mulkayn mukaan tieteilijät käyttävät hyväkseen samaa repertuaaria kuvattaessaan toimintaansa ei-tieteilijöille. Mertonin näkemys tieteen normeista sekä muut samantapaiset kuvaukset ovat tarjonneet tieteilijöille kätevän tavan kuvata toimintaansa ulkopuolisille. Tieteilijät olisivat voineet valita toiminnastaan

myös vastanormien mukaisen kuvauksen, mutta Mertonin kuvaamat normit sopivat paremmin tieteilijöiden tarkoitusperiin. Erityisesti tieteilijöiden tähtäimessä on ollut tieteen autonomian rakentaminen ja ylläpitäminen. Tähän tarkoitukseen kuva tieteestä puolueettomana, universalistisena ja pyyteettömänä toimintana on sopii hyvin. Ja kun tällainen kuva on syntynyt aikojen kuluessa, tietty sosiaalinen stereotyyppi tieteilijästä on alkanut elää omaa elämänsä: jo olemassa oleva käsitys on helppo rakennuspalikka, kun tieteilijän julkista kuvaa kehitetään. Tieteen eetos on siis Mulkaylle pikemminkin tieteilijöiden ammatillinen ideologia, joka palvelee tiedeinstituution tarpeita yhteiskunnassa, kuin keskeinen mekanismi, joka selittää tieteen menestystä tiedon tuottamisessa.

Mulkayn argumentti ei ole aivan aukoton. Esimerkiksi Harriet Zuckerman on huomauttanut, että se osoittaa vain, että tieteessä ei ole *positiivisia* sanktioita (eli palkkioita) tukemaan normien mukaista käyttäytymistä. Mulkay ei käsittele lainkaan mahdollisuutta, että normien vastainen käyttäytyminen olisi *negatiivisesti* sanktioitua (eli poikkeamista rangaistaisiin). Zuckerman toteaa, että esimerkiksi tieteilijöiden erittäin voimakkaat reaktiot tulosten varastamiseen ja vääristelyyn – tieteelliseen petokseen – osoittavat, että ainakin näitä vastaan on voimassa voimakkaat sosiaaliset normit.

Zuckerman on varmasti oikeassa tällaisten normien olemassaolosta, mutta se ei vielä riitä pelastamaan Mertonin normien sisäistämislle perustuvaa selitysmallia. Sitä ei tarvita selittämään tutkijoiden vihamielistä suhtautumista tulosten varastamiseen ja niiden vääristelyyn selittämiseen. Kuten filosofi David Hull huomauttaa, molemmat tapaukset voidaan ymmärtää tieteilijöiden oman edun näkökulmasta: kukaan ei halua, että hänen omia tuloksiaan varastetaan eikä kukaan myöskään halua rakentaa omaa tutkimustaan väärennetyille tutkimustuloksille, sillä ne vaarantavat oman tutkimuksen uskottavuuden. Näissä tapauksissa yksittäisen tieteilijän oma etu käy yksiin normin kanssa, joten ei ole mikään ihme, että tämä normi elää vahvasti. Tätä yksinkertaista selitystä tukee se havainto, että tieteilijät sanktioivat huomattavasti voimakkaammin ja laajemmin tulosten vääristelyä kuin niiden varastamista. Hullin mukaan ero on varsin yksinkertainen: tulosten varastamisesta kärsii vain se, jolta varastetaan. Tulosten käytrijä ei haittaa, että heidän lähteensä on varastanut nämä tulokset – ainakaan niin kauan kuin tulokset itsessään ovat aitoja. Vääristä tuloksista taas kärsii jokainen, joka niitä käyttää.

On syytä panna merkille, että myös Mul kayn analyysi edellyttää, että tieteilijät ovat jollakin tavoin omaksuneet normit. Muutoin niihin vetoaminen ei olisi kovin tehokas tapa oikeuttaa omaa toimintaa tai moralisoida muiden tapaa toimia. Tämä perustuu yleisempään havaintoon: moraalisen kielen välineellinen käyttö edellyttää, että yleisö suhtautuu siihen ei-välineellisesti – moralisointi otetaan vakavasti vain, jos uskotaan tekojen olevan oikein tai väärin eikä vain moralisoijan edun mukaisia. Mul kayn esimerkissäkin cambridgeläisen ryhmän jäsenet periaatteessa hyväksyivät julkisuuden normin, he vain olivat eri mieltä siitä, rikkoivatko he hyvän tieteellisen käytöksen periaatteita. Jos vedotut normit olisivat olleet heille yhdentekeviä, he eivät olisi nähneet vaivaa oikeuttaakseen toimintansa. Tämä asetelma tietenkin sallii normien sisällölle aikamoisen epämääräisyyden, mutta sama koskee kaikkia kirjoittamattomia normeja. Merton saattaisi hyvinkin hyväksyä tämän piirteen: tärkeintä on, että ryhmän jäsenet ovat sitoutuneet tiettyihin normeihin. Toissijaista mutta erittäin kiinnostavaa on se, että ryhmän eri jäsenillä on toisistaan poikkeavia käsityksiä siitä, miten näitä normeja tulisi soveltaa.

Mul kayn kritiikki kuitenkin nostaa esille tärkeän kysymyksen siitä, *millä tavoin normit itse asiassa selittävät ihmisten käyttäytymistä*. Mul kay voi hyvin olla oikeassa siinä, että pelkkä viittaus normeihin ei sinänsä voi selittää yksilön käyttäytymistä. Tarvitaan aina myös käsitys siitä tulkinnallisesta käytännöstä, jonka avulla ryhmän jäsenet ”neuvottelevat” oikean tavan seurata normia. Mertonin edustama funktionaalinen sosiologia ei ole koskaan pystynyt vastaamaan tähän visaiseen filosofiseen pulmaan. Se, että erimielisyys palautuu tällä tavoin viime kädessä normien asemaan inhimillisen käyttäytymisen selittämisessä osoittaa, että viime kädessä Mul kayn kritiikki ei suuntautunut vain Mertonin teeseihin tieteen eetoksesta. Hänen kohteenaan oli myös yleisemmin Mertonin edustama funktionalistinen sosiologia. Funktionalismi muodosti sosiologisen tutkimuksen valtavirran 1950- ja 1960-luvuilla. Mul kayn ja muiden 1970-luvulla Mertonia kohtaan esittämä kritiikki oli myös epäsuoraa kritiikkiä funktionalistien metodologiaa ja teoreettisia selitysmalleja kohtaan. Tieteen normien kritiikki toimi sekä välineenä että foorumina tälle laajemmalle metodologiselle ja teoreettiselle pohdinnalle.

Brittiläinen John Ziman, joka on varttuneemmalla iällä siirtynyt fyysikosta tieteen tutkijaksi, kutsuu Mertonin normeja CUDOS-normeiksi (akronyymi sanoista *communism, universalism, disinterestedness, originality, scepticism*). Hänen kiinnostuksensa kohteena on näiden normien muutos, edustivatpa ne sitten mertonilaisittain institutionaalisesti sanktioituja normeja tai mulkaylaisyttain tieteeseen liittyvää ideologiaa. CUDOS-normit edustavat Zimanille klas-sisen *akateemisen tieteen* ihannetta, joka on hiljalleen korvautumassa joukolla uusia normeja. Käsitteellä akateeminen tiede hän viittaa pääasiassa yliopistoisa tehtyyn perustutkimukseen, jonka välittömiin tavoitteisiin eivät kuulu sovellukset tai hyöty. Akateeminen tiede on älyllisen mielenkiinnon ohjaamaa tiedettä sen itsensä vuoksi. Zimanin mukaansa CUDOS-normit kuvaavat hyvin sellaista tieteenihannetta, joka vallitsi vielä 1950- ja 60-luvuilla. Tuolloinkin oli paljon ei-akateemista tiedettä, esimerkiksi salaista sotateknologista tutkimusta, mutta CUDOS-normit muodostivat kuitenkin keskeisen kuvan siitä, mitä tiede on.

Tilanne on kuitenkin muuttumassa. Zimanin mukaan 1960-luvun lopusta asti tieteellinen tutkimusjärjestelmä on käynyt läpi joukon muutoksia, joiden vaikutuksesta voimme alkaa puhua tieteen asteittaista muuttumisesta *post-akateemiseksi tieteksi*, jota luonnehtivat CUDOS-normeista poikkeavat PLACE-normit (akronyymi sanoista *proprietary, local, authoritarian, commissioned, expert*), joiden Ziman sanoo kuvaavan teollista tiedettä.

- 1) Toisin kuin akateemisessä tieteesssä, teollisessa tieteesssä tieto ei ole yhteisesti omistettua, vaan pikemminkin *yksinoikeudella omistettua (proprietary)*. Tämän vuoksi osa tiedosta on salaista ja osa patentoitua. Tieteellisillä kollegoilla ei ole pääsyä salaiseen tietoon, ja patentoidusta tiedosta ja tekniikoista he joutuvat maksamaan tiedon omistajalle. Tiedon omistaja ei tavallisesti ole tutkija vaan yhtiö. Tiedon julkisuus ei näin ole enää itsestäänselvyys.
- 2) Tieto on *paikallista (local)* siinä mielessä, että tutkimuksen tavoitteena on pääasiallisesti paikallisten käytännöllisten ongelmien ratkaiseminen, ei yleisen ymmärryksen tuottaminen, kuten akateemisessä tieteesssä.
- 3) Tutkimus on *johdettua (authoritarian)*, teollinen tutkija toimii pikemminkin esimiehen alaisena kuin itsenäisenä tutkivana yksilönä.

- 4) Post-akateeminen tutkimus on *toimeksiannettua (commissioned)*. Sen sijaan, että tutkimus etenisi tutkijan älyllisen mielenkiinnon ohjaamana, keskeisenä ohjaavana tekijänä ovat rahoittajan käytännölliset päämäärät.
- 5) Tieteilijä on palkattu pikemminkin ongelmanratkaisun *asiantuntijana (expert)* kuin henkilökohtaisesti uutta luovana yksilönä.

Mikä sitten ajaa tiedettä kohti post-akateemisuutta? Zimanin mukaan syitä on useita, mutta keskeisin on tieteen julkisten ja yksityisten rahoittajien yhä suurempi kiinnostus panostuksensa tuloksiin. Kun tieteellisen tutkimuksen rahoitus on kasvanut ja yksittäisten tieteellisten hankkeiden, laitteistojen ynnä muiden kustannukset ovat suuremmat, ovat rahoittajatahot alkaneet tarkemmin seurata, mitä he saavat rahansa vastikkeeksi. Perinteinen akateeminen tie-de oli sopeutunut tilanteeseen, jossa käytössä olevat resurssit kasvoivat jatkuvasti. Nyt tieteen rahoitus on tullut tilanteeseen, jossa käytössä olevan kokonaisrahoituksen määrä ei enää kasva. Tämä on johtanut kasvavaan vaatimukseen tiedon käyttökelpoisuudesta käytännön ongelmien ratkaisemisessa sekä tietoiseen tiedepoliittiseen suunnitteluun. Tiede nähdään osana ”kansallista innovaatiojärjestelmää” ja keskeisenä kansantaloudellisen kilpailukyvyyn elementtinä.

Tiedeyhteisössä tapahtuvat muutokset ovat rakenteellisia. Jos aikaisemmin voitiin ajatella, että tyypillinen tieteilijä on professori, jolla on pysyvä virka, nykyisin tyypillisempi on pikemminkin tutkija, joka on sidottu hyvinkin lyhyisiin projekteihin. Jopa professorit ovat nykyään pitkälti riippuvaisia projektirahoituksesta ainakin tutkimusresurssien hankkimisessa. Voitaisiin puhua tutkimustyön *proletarisoitumisesta*. Tieteilijällä ei ole enää entisen kaltaista riippumattomuutta. Nykyään hän tutkii sellaisia aiheita, joihin hän onnistuu hankkimaan rahoituksen. Projektirahoituksen lyhytjänteisyys ja erilaiset oikeudelliset suhteet asiakkaaseen tai toimeksiantajaan merkitsevät kasvavia vaikeuksia pitää yllä tutkimuksen puolueettomuuden vaikutelmaa. Post-akateeminen tutkimus myös murtaa olemassa olevia tieteenalarajoja, sillä käytännön ongelmat ovat vain harvoin sellaisia, että ne ratkeisivat vain yhden tieteenalan asiantuntemuksen avulla.

Zimanin mukaan CUDOS- ja PLACE-normit elävät nykytieteessä pitkälti rinnakkain ja normien korvautumien tapahtuu huomaamattomasti pitkän ajan kuluessa. Viime kädessä nämä normit eivät kuitenkaan sovi yhteen kovin hyvin. Tutkimustulosten kaupallinen hyödyntäminen aiheuttaa ristiriitoja tieteellisen kommunismin kanssa. Tulosten rajattu julkisuus taas vaikeuttaa

sekä kommunismin että järjestelmällisen epäilyn käytännön toteuttamista. Tutkijoiden kasvava riippuvuus rahoittajatahoista ja heidän pyrkimyksensä itse taloudellisesti hyödyntää tutkimuksensa tuloksia tekee hallaa pyyteettömyyden normin noudattamiselle ja vaikutelmalle puolueettomasta tieteellisestä asiantuntijasta. Ja kun tutkija on ensisijaisesti esimerkiksi bioteknologiayhtiön eikä tiedeyhteisön palveluksessa, universalismin kriteerit alkavat rakoilla: sillä, kuka maksaa tutkijan palkan, on väliä.

Ziman näkee muutoksessa sekä hyviä että huonoja puolia. Positiiviselle puolelle Ziman laskee sen, että muutos on pakottanut tieteilijät pois norsunluutornista, johon he akateemisessa tieteessä liian usein pakenevat ”ulkopuolisen maailman” monimutkaisuutta. Kielteisiin vaikutuksiin hän laskee sen, että tieteilijöiden läheisempi sitominen tutkimuksen toimeksiantajiin heikentää yleistä luottamusta tieteen puolueettomuuteen. Kun riippumaton tutkimus tulee yhä harvinaisemmaksi ja tiedon julkisuus vähenee, vaarantuu myös tieteen sisäisen kritiikin mahdollisuus. Tämä merkitsee pitkällä aikavälillä ongelmia tieteellisessä laatukontrollissa. Kun yhä suurempi osa tutkimuksesta ohittaa julkaisemisen yhteydessä tapahtuvan kriittisen arvioinnin ja kun mahdollisuudet tehdä vallitsevat näkemykset kyseenalaistavaa tutkimusta vähenevät, on vaarana, että perusteet luottaa tutkimuksen tuloksiin heikkenevät. Tähän asti post-akateeminen tiede on pystynyt menestymään käyttämällä hyväksi akateemista tiedettä ja sen laatukontrollia, mutta kuinka käy sitten, kun akateemisen tieteen instituutiot ovat muuttuneet lopullisesti? Mitä tapahtuu, kun tutkijan keskeinen palkkio ei olekaan enää kollegoiden antama tunnustus ja sen avulla saadut resurssit, vaan oman yhtiön menestys kaupallisilla markkinoilla? Muutos voi olla vähittäinen, jopa huomaamaton, mutta prosessin lopputulos saattaa olla merkittävä ja vaikeasti korjattavissa.

Zimanin näkemystä olisi helppo kritisoida liiallisesta abstraktiudesta ja haastaa sen yksityiskohdat empiirisesti. On kuitenkin syytä pitää mielessä, että hänen ensisijainen päämääränsä ei ole selittävän teorian muodostaminen vaan yleisen ja vaikeasti havaittavan muutoksen hahmottaminen. Post-akatemisoituminen tapahtuu eri maissa ja eri tieteenaloilla hieman erilaiseen tahtiin ja eri järjestyksessä. Täsmällisen kuvan muodostaminen näistä muutoksista on vaikeaa. Akateemisen ja post-akateemisen tieteen käsitteet ovatkin stereotyyppisiä, joiden avulla tutkimusjärjestelmässä tapahtuvia muutoksia voidaan yrittää alustavasti käsitteellistää. Niitä ei ole tarkoitettu suoraan empiiriseen

soveltamiseen vaan tärkeiden tutkimusaiheiden esiinnostamiseen. Ne voivat toimia myös tiedeyhteisön itseymmärryksen välineinä: monet tieteen kohtaamat haasteet ovat ajankohtaisia juuri nyt eikä niiden kohtaamista voida siirtää siihen saakka kun tutkimus on tuottanut hienojakoisempia käsitteellistyksiä tieteen muutoksesta. Silloin muutoksiin reagointi voi olla jo liian myöhäistä. Tärkeää on kuitenkin, että tällaisia meta-analyyseja koetellaan myös empiirisesti ja osoitetaan, sopivatko ne yhteen tieteellisen ja yhteiskunnallisen todellisuuden kanssa. Samanlaisia huomiota voidaan esittää myös muista vastaavista yrityksistä hahmottaa käynnissä olevaa muutosta tiedepolitiikassa ja yhteiskunnassa (ks. esim. Gibbons ym. 1996 ja Nowotny ym. 2001).