

Onko arvovapaata tiedettä olemassa?

Petter Portin

Moni tutkija pitää työssään ihanteena arvovapaata tiedettä. He katsovat, etteivät työssään ole velvollisia seuraamaan muuta päämäärää kuin pyrkimystä totuuteen. Tieteen päämäärä on "totuus ja vain totuus", sanotaan usein. Kuitenkin voidaan kysyä, onko tällainen tieteenihanne riittävä ja vieläpä onko se edes hyväksyttävä. Saanee myös kysyä, voiko sellaista tiedettä, joka ei ole totuudellisuuden lisäksi sidoksissa joihinkin muihinkin arvoihin, edes olla olemassa.

Tiede voidaan määritellä järjestelmälliseksi ja yhtenäiseksi yleispätevien ja varmojen tietojen kokonaisuudeksi ja myös tällaisten tietojen tarkoitukselliseksi ja järjestelmälliseksi tavoitteeksi, tieteelliseksi tutkimukseksi. Tieteen tarkoituksena on uusien tietojen hankkiminen ja tietojen järjestäminen yhtenäiseksi, mahdollisimman yksinkertaiseksi ja hahmottuvaksi, järkeen käyväksi kokonaisuudeksi. Tiede pyrkii löytämään lainalaisuuksia, säännönmukaisuuksia eli invariansseja ja esittämään ne käsitteellisesti mahdollisimman yksinkertaisinä yleistyksinä.

Sangen monet tutkijat pitävät työssään ihanteena arvovapaata tiedettä. He katsovat, että eivät työssään ole velvollisia seuraamaan muuta päämäärää kuin pyrkimystä totuuteen. Voidaan kuitenkin kysyä, onko tällainen tieteenihanne riittävä ja vieläpä onko se edes hyväksyttävä. Saanee myös kysyä, voiko sellaista tiedettä, joka ei ole totuudellisuuden lisäksi sidoksissa joihinkin muihin arvoihin, edes olla olemassa.

Jopa tieteistä kaikkein abstraktein, matemaatiikka, on ainakin välillisesti sidoksissa yhteiskunnallisiin arvoihin, koska kaikissa muissa tieteissä sovelletaan matemaattisia menetelmiä. Silti ei tietenkään ole niin, että matemaattiset totuudet riippuisivat yhteiskunnallisesta tilanteesta. Sen sijaan, kuten pyrin jäljempänä selittä-

"Mitä syvemmälle näet tiede on tunkeutunut ja mitä syvällisempiä periaatteita ja järjestelmiä on esitetty, sitä kiinteämmin se on liittynyt yhteiskuntaelämään yleensä." (Johan Vilhelm Snellman [1806 - 81]: *Yliopistollisesta opiskelusta* [1840], suom. J. E. Salomaa).

mään, jopa se mitä matematiikassa on lupa pitää totuutena näyttää riippuvan tiedeyhteisön sisäisistä arvoista ja vieläpä kenties kyvystämme tehdä havaintoja todellisuudesta.

Tiede menetti viattomuutensa viimeistään natsi-Saksan keskitysleirien ihmiskokeiden ja Hiroshiman ja Nagasakin atomipommien myötä. Jokaisen tutkijan velvollisuutena näyttää siis olevan totuuteen pyrkimisen lisäksi tiedostaa tutkimukseensa liittyvä inhimillinen ja yhteiskunnallinen vastuu ja näin ollen tieteen sidonnaisuus moniin arvoihin. Ellei hän näin tee tai kykene tekemään, voi hänen tutkimustyötään pitää arvottomana.

Tiede maailman kuvana

Paitsi näitä liittymäkohtia yleisinhimillisiin ja yhteiskunnallisiin arvoihin, on yhtä tärkeää – ellei tärkeämpääkin – tiedostaa tutkimustyön kytkeytyminen tieteen sisäisiin arvoihin, joista sittenkin tärkein on pyrkimys totuudellisuuteen. Sen lisäksi tulee vielä yhteys tieteen moraaliin. Vähämerkityksellistä ei myöskään ole tuntea tieteen menetelmiin liittyviä yleisiä periaatteita, kuten havaintojen ja teorianmuodostuksen suhdetta toisiinsa. Arvokysymys on tieteellisten tulosten tulkinta, koska se riippuu siitä maailmankuvasta, joka tutkijalla on. Maailmankuvaan puolestaan vaikuttaa maailmankatsomus, se minkä avulla

maailmaa ja elämää arvotamme. Myöskään edes totuuden käsite ei ole yksiselitteinen.

Tieteen välttämättömänä päämääränä on pyrkiä totuuteen, mutta se ei ole riittävä päämäärä, vaan samalla on totuuden avulla pyrittävä ihmiskunnan parhaaseen. Toisaalta käsitykset siitä, mikä on ihmiskunnalle parasta, vaihtelevat. Siis vastauksen antaminen siihenkin, mikä kunkin aikana on ihmiskunnalle hyväksi ja parhaaksi, on yksi tieteen tehtävistä. Tähän päämäärään tiede ei kuitenkaan yksin voi päästä, vaan se tarvitsee vuorovaikutusta muun muassa taiteen ja eri uskontojen kanssa.

Tiede pyrkii tosiasioihin ja objektiiviseen tietoon. Tieteen tekijä on kuitenkin yksilö, jolla on oma maailmankuvansa ja -katsomuksensa sekä omanlainen menneisyys. Maailmankuva voidaan määrittellä niiden tietojen kokonaisuudeksi, joka meillä maailmasta on. Maailmankatsomus taas on niiden arvojen kokonaisuus, jonka avulla maailmaa arvotamme. Miten tutkijan maailmantulkinta vaikuttaa tieteeseen? Entä miten tiede muokkaa maailmankuvaa ja -katsomusta? Jo pelkkänä käsitteenäkin tiede on sidoksissa maailmankuvaan, sillä tiede on itse asiassa nimenomaan kuva maailmasta.

Tieteelliset väittämät ovat sidoksissa siihen asiayhteyteen eli kontekstiin, jossa ne esitetään. Kontekstit puolestaan määräytyvät ja saavat merkityksensä maailmantulkinnan perusteella. Ilman maailmankuvallista tulkintaa väittämät jäävät vaille sisältöä. Saman tieteenalan edustajilla on kuitenkin yleensä samankaltainen maailmankuva, ja sen vuoksi heidän tutkimustensa tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia ja heidän väittämiensä sisältö muiden saman alan edustajien ymmärrettävissä ja omaksuttavissa – myös oman maailmankuvan kehittämiseksi. Sen sijaan eri tieteenalojen edustajien näkemysten kokoaminen yhdeksi ja yhtenäiseksi maailmankuvaksi voi olla vaikeaa, ja vaatii tutkijalta perehtymistä myös muiden kuin oman alansa yleisiin periaatteisiin ja saavutuksiin. Tässä eri tieteiden välinen yhteistyö, vuorovaikutus ja keskustelu ovat ensiarvoisen tärkeitä.

Tiede ja totuus

Tiede on riippuvainen sekä tieteen sisäisistä että tieteen ulkopuolisista arvoista. Jo tieteen yleisen tavoitteen, totuuden, määrittäminen on itsessään ongelma. Totuuden korrespondenssi- eli vastaavuusteorian mukaan tietomme on tosi, jos se on yhdenmukainen ulkopuolisessa to-

dellisuudessa vallitsevan asiantilan kanssa. Tämän teorian ongelma on tuon todellisen, tiedosta riippumattoman asiantilan selville saaminen. Totuuden koherenssi- eli yhteensopivuusteorian mukaan tiedon on sovitettava yhteen aikaisemman tietomme kanssa, jolloin ongelma taas on tiedon suhde objektiiviseen todellisuuteen. Pragmaattisen totuusteorian mukaan todella tiedolla on oltava empiirisesti todennettavia seurauksia tai sen on "toimittava käytännössä". Tämän teorian ongelmana on usein relativismi.

Totuus voidaan myös nähdä jonkinlaisena raja-arvona tai ihannetilana, jota voimme tutkimuksen ja tieteellisen keskustelun avulla lähestyä, mutta emme koskaan täydellisesti saavuttaa. Tähän liittyy näin ollen jaottelu absoluuttiseen ja suhteelliseen totuuteen. Keskeistä on myös jaottelu analyttiseen eli välttämättä pätevään loogiseen totuuteen sekä synteettiseen, kokemuksen perusteella muodostuvaan totuuteen.

Edellä esitetyt totuuden määritelmät kuuluvat teoreettisen filosofian piiriin. Tieteessä ja tieteenfilosofiassa totuudella tarkoitetaan käytännössä yleensä yksittäisten väitteiden ja teorioiden sekä hypoteesien totuudellisuutta. Kun ylempänä on viitattu tieteen sekä taiteen ja eri uskontojen väliseen vuoropuheluun, on syytä huomauttaa, että taiteen ja uskonnon totuuskäsitys poikkeaa tieteen totuuskäsityksestä. Taiteessa totuuden vaatimuksella ei ole samaa välttämätöntä asemaa kuin tieteessä, ja taiteen totuudellisuus liittyy pikemminkin esimerkiksi kokonaisnäkemykseen. Myös uskonnossa totuus on usein kokonaisvaltainen, intuitiivinen ja ehkä yhdellä kertaa "valkeneva" näkemys, joka tällöin sisältää myös käytännöllisiä vaatimuksia totuuden seuraamisen – ei siis niinkään tavoittelun – suhteen.

Tieteellisen totuuden määritelmistä huomaamme, että tieteen totuuskäsitys on itsessään arvosidonnainen; se on riippuvainen tieteen sisäisistä arvoista, sillä mikään kolmesta totuuden määritelmästä ei ole absoluuttinen. Kuten nähdään, totuuden määritelmät riippuvat toisistaan sekä käsityksestämme tiedosta ja sen varmuudesta.

René Descartesin (1596–1650) mukaan voimme olla varmoja omasta olemassaolostamme, koska ajattelemme. On nimittäin mahdotonta ajatella eijattelemista. Tämä on analyttinen, välttämättä pätevä totuus. Toisaalta yleensä vain eläinten käyttäytymisen tutkijana tunnetun itävaltalais-saksalaisen Konrad Lorenzin (1903–89) evolutiivisen tietoteorian mukaan havaitsemme ympäröivää todellisuutta periaatteessa oikein, sillä muuten emme olisi selvinneet hengissä (Lorenz 1977).

Havainnot riippuvat teoriasta?

Tieteen tekemisen kannalta on tärkeää se, että näyttää siltä, että omaksutun teorian ja havainnon välillä on kaksisuuntainen riippuvuusuhde. Teoria riippuu havainnoista, mutta myös havainnot näyttävät riippuvan teoriasta. Emme esimerkiksi varsinaisesti voisi havaita mikroskoopissa vaikkapa kromosomeja ellei meillä olisi niistä jonkinlaista teoriaa. Näkisimme kenties kyllä rihmamaisia rakenteita, mutta emme kromosomeja. Atomeja voimme havaita vain välillisesti. Voimme nähdä atomien kuvia esimerkiksi pyyhkäisytunnelointimikroskoopilla. Suoria havaintoja emme atomeista voi tehdä lainkaan, emmekä epäsuoriaakaan ellei meillä olisi atomiteoriaa.

Tieteessä teorioita keksitään selittämään havaintoja, ja niiden pätevyyttä testataan uusien havaintojen avulla.

Kari Lagerpetz on kuvannut teorianmuodostuksen kolmea vaihetta seuraavasti: Ensin tapahtuu aistihavaintojen kuvaus, kuvauksen induktiivinen yhdistäminen ja luokittelu. Seuraavassa vaiheessa johdetaan väittämäjoukko valituista postulaateista deduktion loogisin keinoin. Kolmannessa vaiheessa todetaan havaintojen yleistysten ja postulaateista johdettujen teoreemojen yhteensopivuus (*Lagerpetz* 1966 s. 32).

Sen sijaan ei ole yhtä itsestään selvää, että havainnot riippuvat teoriasta. Kuitenkin jo Immanuel Kant (1724–1804) kirjoitti vuonna 1788 seuraavasti: "... mitään tarkoituksenmukaista ei koskaan löydetäisi pelkällä empiirisellä hapuilulla, jos käytössä ei olisi periaatetta, joka ohjaa hakemista" [1]. Havaintojen tekeminen on siis sitä, että kokemus otetaan ihmisen palvelukseen järjestelmällisesti. Hyvä esimerkki siitä, miten havainnot riippuvat teoriasta, on geenien sisältämän informaation tulkinta. Kun luemme geenin DNA-sekvenssiä, on se sellaisenaan meistä pelkästään jotakuinkin monotonista neljän erilaisen nukleotidiparin toistoa. Sen informaation sisällön ymmärtäminen vaatii geneettisen koodin teorian ymmärtämistä. Tämä puolestaan edellyttää sitä, että tiedämme geenien ohjaavan proteiinin synteesiä.

Havaintojen tulkinta onkin kaikissa empiirisissä tieteissä keskeistä, ja se luonnollisesti riippuu siitä teoriasta, joka meillä tutkittavana olevasta systeemistä on. Tätä ovat pohtineet äskettäin Tom Holmén ja Iiro Vilja (*Holmén & Vilja* 2006 s. 13-14). seuraavaan tapaan:

"Fysiikan vakuuttava menestys ilmiöiden selittäjänä pienimmästä, alkeishiukkasten mittakaavasta suurimpaan, universumin mittakaavaan on ilmeinen. Kuitenkin fysiikan luonnonkuvauksessa joudutaan lopulta pohtimaan, mikä on aineellisessa maailmassamme lopulta todellista ja oikeasti olemassa olevaa. Toisaalta maailmankuvalliset kysymykset (ja tämän kirjoittajan käsityksen mukaan siis sen myötä arvot) nousevat vahvasti esiin, kun tarkastellaan fysiikan suhdetta muihin luonnontieteisiin. Ikuisia intohimoja herättää erityisesti kysymys fysiikan ensisijaisuudesta: ovatko kaikki luonnon ilmiöt viime kädessä selitettävissä fyysikaalisesti?"

Edelleen Holménin ja Viljan mukaan (op. c. s. 14) matematiikka puhtaasti formaalisena tieteenä näyttää olevan tulkintojen tavoittamattomissa. Silti siihenkin liittyvät omat tulkinta-aspektinsa. Jo se, että matematiikka on fysiikan kieli, joka tuntuu täydellisesti sopivan luonnon kuvaukseen, on monelle hämmästyksen aihe. Matemaattisia objekteja on jopa haluttu pitää ainoana todellisina olioina. Kun lisäksi matematiikan perusta, aksiomatisointi, on osoittautunut tietyllä tavalla epätäydelliseksi – eikä suinkaan yksikäsitteiseksi – on valintojen ja tulkintojen tie avattu.

Luonto on hierarkkisesti järjestynyt. Eliöt, jotka muodostavat populaatioita ja ekosysteemejä, koostuvat soluista, ja nämä molekyyleistä. Näin ollen luonnontieteistä ainakin biologia sekä ihmis- ja yhteiskuntatieteet edellyttävät monitasoisia selityksiä. Biologit pyrkivät ensin identifioimaan ja kuvaamaan tutkimuksen kohteena olevan systeemin tai ilmiön luonnon hierarkkisen organisaation yhdellä tietyllä tasolla. Sitten pyritään selvittämään, mitkä systeemin osat ovat ja miten ne ovat vuorovaikutuksessa keskenään sekä miten ne aiheuttavat tai tuottavat sen vaikutuksen, joka koko systeemin tasolla havaitaan (*Revonsuo* 2006 s. 13).

Yhteismitattomuuden kriisistä

Emme voi ymmärtää kokonaisuutta, elleimme ymmärrä sen osia. Ja päinvastoin emme voi ymmärtää systeemin osia, elleimme ymmärrä kokonaisuutta. Voimme kyllä vedyn ja hapen ominaisuuksista ennustaa, että niiden reagoiessa keskenään syntyy vettä. Silti emme voi vielä tästä tietää, että virtaavalla vedellä on luonnossa kuluttavia, kuljettavia ja kasaavia vaikutuksia. Tämän ymmärtäminen edellyttää, että olemme tehneet havaintoja virtaavan veden käyttäytymisestä luonnossa. Tarvitsemme siis tietyn kokemusperäisen teorian kokonaisuudesta.

Kun havainnot tai looginen päättely ja vallitseva tieteellinen teoria joutuvat ristiriitaan, syntyy tiedeyhteisössä kriisi, joka johtaa paradigman vaihtoon. Hyvä esimerkki tällaisesta tieteen sidonnaisuudesta sen sisäisiin arvoihin on ns. yhteismitattomuuden kriisi pythagoralaisuudessa [2].

Pythagoralaisen koulukunnan keskuudessa kehitettiin 500-luvulla eaa. kokonaislukujen teoria, ja niissä nähtiin myös mystisiä ominaisuuksia. He ajattelivat, että koko maailman kaikkeus voitiin selittää kokonaislukusuhteiden avulla. Kyseessä oli niin keskeinen pythagoralaisen maailmankuvan piirre, että siinä paljastunut ongelma vei koko veljeskunnan syvään kriisiin. Ongelma on seuraava: Pythagoraan teoreeman mukaan suorakulmaisen kolmion kateettien pituuksien neliöiden summa on sama kuin hypotenuusan pituuden neliö. Jos kolmio lisäksi on tasakylkinen eli sen molemmat kateetit ovat yhtä pitkät, seuraa tästä, että hypotenuusan ja kateettien pituuksien neliöiden suhde on kaksi. Toisaalta pythagoralaisen perusdogmin mukaan tämä suhde pitäisi voida ilmaista kokonaislukusuhteena. Kuitenkin veljeskunnan jäsen Hipposos osoitti vuoden 450 eaa. paikkeilla, että ei ole olemassa kokonaislukuja p ja q , joille olisi voimassa $p^2 = 2q^2$. Ei siis ole olemassa sellaisia kokonaislukuja, joiden neliöiden suhde olisi kaksi. Se mikä geometriassa oli niin selvää, olikin algebrassa mahdotonta!

Hippasoksen paljastamaa kriisiä aivan pythagoralaisuuden ytimessä voidaan sanoa yhteismitattomuuden ongelmaksi ja se romutti koko pythagoralaisen maailmankuvan. Tämän seikan tiedostaminen ei kuitenkaan pysäyttänyt matematiikan kehitystä vaan pikemminkin päinvastoin. Havaittu ongelma vaati ratkaisua ja toimi näin kimmokkeena matematiikan kehitykselle. Legendan mukaan ongelman havaitseminen kuitenkin koitui myös Hippasoksen pään menoksi. Väitetään, että hänet sen vuoksi surmattiin.

Yhteismitattomuuden ongelman nerokkaan ratkaisun esitti yksi antiikin suurimmista matemaatikoista, Eudoksos, joka vaikutti suunnilleen vuosina 408–355 eaa. Hänen keksintönsä tunnetaan Eudoksoksen verrantoteorian nimellä. Ratkaisu on lyhyesti sanottuna se, että lukujärjestelmä laajennetaan rationaalilukujen joukosta reaalilukujen joukoksi. Tiedämme jo Hippasoksen päivistä, että ei ole olemassa sellaista rationaalilukua, jonka neliö olisi kaksi, mutta sen sijaan reaalilukujen lukujoukossa $(\sqrt{2})^2 = 2$, ja $\sqrt{2}$ ei olekaan mikään rationaaliluku, vaan irrationaalinen päättymätön desimaaliluku 1,414213562...

Entä miten tämä liittyy kykyymme tehdä havaintoja todellisuudesta? Kuten edellä on mainittu, monia fyysikkoja ja matemaatikkoja hämmästyttää se arvoituksellinen tosiseikka, että matemaattinen kieli kuvaa niin hyvin fyysikaalista todellisuutta. Evoluutiivisen tietoteorian valossa tämä ei ehkä sittenkään ole niin arvoituksellista. Havaitsemme fyysikaalisen todellisuuden periaatteessa oikein, koska emme muuten olisi selvinneet täällä hengissä. Sen vuoksi fyysikaalisesta todellisuudesta matematiikan kielellä luomamme kuva on myös periaatteessa oikea. Biologisen evoluution kuluessa aivomme ovat sillä tavalla rakentuneet, että niiden todellisuudesta välittämä havainto sekä niiden siitä luoma kielellinen kuva vastaavat isomorfisesti toisiaan.

Ottakaamme esimerkiksi pesäpallon kiinni ottaminen ilmasta. Tämän tehtävän onnistunut suorittaminen edellyttää itse asiassa tietyn integraaliyhtälön ratkaisemista. Kuitenkaan meidän ei tarvitse tätä matemaattista ratkaisua mielessämme tietoisesti tehdä, vaan onnistumme ottamaan pallon kiinni muutenkin. Lukujärjestelmistä pystymme luonnossa sellaisinaan havaitsemaan vain luonnolliset luvut, siis erilaisten kappaleiden lukumäärät. Kuitenkin aivomme ovat niin rakentuneet, että edellä mainitun isomorfian ansiosta matemaattisesti kouluttautumatonkin ihminen pystyy lentävää esinettä kiinni ottaessaan ikään kuin ratkaisemaan mielessään tietyn integraaliyhtälön ja esimerkiksi vettä kauhalla kiukaalle heittäessään kokonaisen integraaliyhtälöryhmän.

Tutkimuksen eettiset kytkennät

Nykyisin korostetaan voimakkaasti tutkimustyöhön liittyviä eettisiä kytkentöjä. Tämä tuli tieteelliseksi käytännöksi ennen kaikkea geeniteknikan sekä erilaisten keinoalkuisten lisääntymismenetelmien soveltamisen vuoksi 1970-luvun alkupuolella. Tänä päivänä sekä Suomen Akatemia että useimmat säätiöt ja rahastot edellyttävät, että apurahaa haettaessa tutkimussuunnitelmaan liitetään arvio työn eettisyydestä. Samoin Suomen uusi laki eläinkokeista esimerkiksi säättää, että aina haettaessa lupaa eläinkokeeseen, on hakemukseen liitettävä eettinen arvio. Lääketieteellistä tutkimusta koskevassa laissa säädetään ihmiseen sekä ihmisen alkioon ja sikiöön kohdistuvan lääketieteellisen tutkimuksen edellytyksistä ja alueellisista eettisistä toimikunnista. Tällaisen tutkimuksen aloittamisen edellytyksenä on, että sairaanhoitopiirin yhteydessä toimiva

eettinen toimikunta on antanut siitä myönteisen lausunnon. Tutkijat siis velvoitetaan pohtimaan työnsä eettisiä arvoja ja aspekteja.

Ainakin luonnontieteisiin ja lääketieteeseen liittyvät eettiset arvot ovat osaksi tieteen sisäisiä, osaksi sen ulkoisia. Selvä tieteen sisäinen eettinen arvo on itse totuudellisuuteen pyrkiminen ja toisten työn kunnioittaminen, joita on pidettävä tieteen moraaliiin kuuluvina velvollisuuksina. Osaksi tieteen sisäinen, osaksi sen ulkoinen arvo on esimerkiksi velvollisuus huolehtia koeläimistä. Niille ei saa tuottaa tarpeetonta kärsimystä. Samankaltainen, osaksi tieteen sisäinen, osaksi sen ulkoinen moraalinen arvo lääketieteessä ja muissa ihmistieteissä on ihmisarvon ja ihmisoikeuksien kunnioittaminen. Niihin kuuluu mm. intimitteettisuoja.

Tullakseni selkeästi tieteen ulkopuolisiin arvoihin, jotka tutkimustyössä on otettava huomioon, mainitsen ympäristönsuojelun sekä tutkijan sosiaalisen vastuun. Esimerkiksi laki geenitekniikasta Suomessa säätää muun muassa, että geneettisesti muokatuista eliöistä ei saa olla haittaa ympäröivälle ekosysteemille. Myös ekologisen tutkimukseen liittyy runsaasti ympäristöeettisiä kysymyksiä, joista toistaiseksi on maassamme keskusteltu vain vähän. Kuitenkin turkulaiset Markku Oksanen ja Timo Vuorisalo ovat ansiokkaasti ja monipuolisesti avanneet maassamme keskustelun tästä aiheesta tässä lehdessä (*Oksanen ja Vuorisalo* 2006). He viittaavat muun muassa alalla voimassa oleviin eettisiin normeihin, jotka ovat osaksi lainsäätäjän asettamia, osaksi tutkijoiden omassa piirissään itselleen asettamia. Lisäksi he luettelevat monia luonnonsuojelubiologian eettisiä periaatteita ja eläinten käyttäytymistutkimuksen eettisiä polttopisteitä.

Tieteelliseen tutkimukseen kytköksissä olevat, tieteen ulkopuoliset arvot ja niiden myötä tutkijan sosiaalinen vastuu liittyvät suurimmaksi osaksi tutkimuksen tulosten sovellutuksiin. Tämän kirjoituksen mottona olevaan Johan Vilhelm Snellmanin virkkeeseen viitaten voidaan todeta, että tieteenalan sovellettavuus kasvaa sen täsmällisyyden kasvaessa. Tästä on hyvänä esimerkkinä oman alani, perinnöllisyystieteen, viimeaikainen kehitys.

Kun genetiikan sovellutukset aikaisemmin rajoittuivat kasvin- ja eläinjalostukseen, mutta sivusivat vain vähän lääketiedettä, tunkeutuvat modernin molekyyli-genetiikan sovellutukset yhä syvemmälle ihmisen biologiaan. Toisaalta geenien ja niiden toiminnan luonteen parempi ymmärtäminen on siirtänyt sivuun aikaisempia

genetiikkaan liittyneitä uskomuksia, jotka ovat koskeneet esimerkiksi kasvatettavuutta ja oppimiskykyä.

Kenellä on vastuu?

Kaikkia tieteen edistysaskeleita voidaan käyttää sekä hyvään että pahaan. Mielenkiintoinen kysymys on, ovatko tutkijat vastuussa keksintöjensä sovellutuksista. Mielestäni ovat – ainakin osaksi. Tutkijan ei tarvitse pysäyttää perustutkimuksen piiriin kuuluvaa tutkimushankettaan vaikka hän havaitsisi, että sen tuloksilla voi käytännössä olla myös haitallisia käyttötapoja. Kuitenkin tutkija on velvollinen kertomaan paitsi tutkimustulostensa hyödyistä myös mahdollisista haitoista. Moniarvoisessa demokraattisessa yhteiskunnassa ihmiset ja erityisesti päättäjät joutuvat jatkuvasti tekemään valintoja. Ollakseen järkeviä valintojen täytyy perustua tietoon. Tämän vuoksi tutkijoiden on kerrottava alansa tutkimustuloksista ja saavutuksista sekä siitä miten ne muuttavat käsitystämme maailmasta.

Nykyaikainen genetiikka osoittaa muun muassa, että oppimistapahtuma sinänsä aktivoi niiden geenien toimintaa, jotka oppimistapahtumaa säätelevät. Aikaisemmin geenit tässä yhteydessä nähtiin lähinnä oppimiskykyä rajoittavina tekijöinä, millä pyrittiin perustelevaan erilaisia ihmisten luokitteluja. Myös lahjakkuuden eroja pidettiin aikaisemmin paitsi geneeistä riippuvina myös ihmisten karsinoinnin perusteluna. Tänä päivänä puhuttaessa ihmisen henkisistä kyvyistä korostetaan geenien, ympäristön, kulttuurin ja yksilön oman toiminnan monimutkaista vuorovaikutusta. Nykyisin katsotaan myös, että kun kulttuurissa vallitsevat arvostukset ja yksilön kyvyt kohtaavat, ihmistä sanotaan lahjakkaaksi.

Tieteen haasteellisena ja vaikeana tehtävänä on toimia edistyksen ja kehityksen tiennäyttäjänä. Tämän tehtävän menestyksellinen suorittaminen edellyttää kaikkien tieteiden välistä vuorovaikutusta ja yhteistyötä. Sen hahmotteleminen, mikä on edistystä ja kehitystä vaatii jo itsessään keskustelua. Elämme yhteistyöhön nojaavassa demokraattisessa yhteiskunnassa, jossa kaikkien on kyettävä tekemään valintoja. Järkevien valintojen perustaksi tarvitaan tietoa ja eri alojen vuoropuhelua. Tiedon saamisen ehtona taas on koulutuksen ja muiden oppimismahdollisuuksien laajan tarjonnan turvaaminen sekä sivistyksen jatkuva vaaliminen. Toisaalta demokratian säilyminen on itse tieteen kestävä kehityksen edellytys.

VIITTEET

- [1] Tämä Panu Turusen suomentama sitaatti on sivulla 12 Immanuel Kantin biologisia ja lääketieteellisiä tekstejä sisältävän, Turusen laatiman valikoiman johdannossa (Kant 2006).
- [2] Seuraava kuvaus pythagoralaisuuden kriisistä ja sen ratkaisusta noudattaa osaksi vapaastikin mukaillen Kari Ylisen kirjoitusta ”Matematiikka ja maailmankuva” kirjassa *Tiede ja maailmantulkinta* (Holmén & Vilja 2006).

KIRJALLISUUTTA

Holmén, T. & Vilja, I. (toim.) (2006): *Tiede ja maailmantulkinta. Kaksitoista selvitettyä tapausta*. Art House, Helsinki.

- Kant, I. (2006): *Kirjoituksia biologiasta ja lääketieteestä*. Suomentanut Panu Turunen. Ranvaik Kustannus, Turku.
- Lagerspetz, K. (1966): *Eläin ja kone. Luonnontutkijan esseitä*. WSOY, Helsinki.
- Lorenz, K. (1977): *Peilin kääntöpuoli. Tutkielma inhimillisen tiedon luonnonhistoriasta*. Suomentanut Anto Leikola. Tammi, Helsinki.
- Oksanen, M. & Vuorisalo, T. (2006): ”Ekologisten kokeiden etiikka”. *Tieteessä tapahtuu* 7/2006, s. 5-14.
- Revonsuo, A. (2006): *Inner Presence. Consciousness as a Biological Phenomenon*. MIT Press, Cambridge Massachusetts; London, England.

Kirjoittaja on Turun yliopiston perinnöllisyystieteen professori emeritus.