

Tieteentutkimuksesta

Reijo Rasinkangas

Fysikaalisten tieteiden laitos, Oulun yliopisto

19.6.2005

Vuosi 2005 on julistettu kansainväliseksi fysiikan vuodeksi. Vaikka tässä aihetta pohjustetaan yleisen tieteensosiologian ja -filosofian kannalta, kyse on luonnontieteellisen koulutuksen saaneen ihmisen tavasta ymmärtää tiedettä ja sen tutkimusta.

Vaikeasti määriteltävällä tieteellä on eräitä tunnusmerkkejä. Tutkimuksen kohteet, luonto, ihminen ja yhteiskunta, muodostavat laajan kirjon. Prosessina tieteellisen tiedon hankinta on järjestelmällinen ja itseään korjaava. Tärkeää on myös, että hankittu tieto muodostaa systemaattisen kokonaisuuden. Poincarén sanoin tiede on rakennettu tosiseikoista niin kuin talo kivistä; pelkkä kokoelma tosiseikkoja ei ole tiedettä sen enempää kuin kivikasakaan talo.

Vaikka yliopistolaitos syntyi keskiajalla, vasta 1600-luvun tieteellisten seurojen myötä tiede institutionalisoitui tehokkaalla tavalla. Paitsi että nyt keskityttiin uuden tiedon hankintaan vanhan säilyttämisen ja kommentoinnin sijaan, myös tutkijoiden keskinäinen vuorovaikutus lisääntyi. Charles S. Peircelle tämä tieteen julkinen aspekti oli tärkeä jo 1800-luvulla; juuri hän kuvasi tiedettä ”itseään korjaavaksi prosessiksi”. Ymmärrettiin myös, että ulkoiset tekijät kuten rahoitus, havainto- ja mittausteknologian kehitys ja jopa esim. tutkijoiden henkilökohtaiset aihevalinnat vaikuttivat (ainakin lyhyellä aikavälillä) tieteen kehitykseen. Tieteen eetosta käsittelevässä julkaisussaan v. 1942 Robert K. Merton tutki, miten tieteellinen työ poikkeaa muusta inhimillisestä toiminnasta. Tieteen sosiologia eriytyi omaksi tutkimusalakseen.

Luonto ja tiedeyhteisö vaikuttavat siis yhdessä tiedon syntyyn. Uusi nk. tiedonsosiologia alkoi 1920-luvulla tutkia mekanismeja, joilla etenkin arkiajatteen uskomukset muotoutuivat. Yksi merkkipaalu tässä kehityksessä oli Peter L. Bergerin ja Thomas Luckmannin *Todellisuuden sosiaalinen rakentuminen* vuodelta 1966 (Gaudeamus 1994). Ludwik Fleck oli jo 1930-luvulla tutkinut samalta pohjalta myös luonnontieteellisten faktojen syntyä. Eräänlainen ’läpimurto’ tapahtui David Bloorin vuoden 1976 teoksen *Knowledge and Social Imagery* myötä. Tiedettä ei enää nähty merkittävästi muusta inhimillisestä toiminnasta poikkeavana.

Maltillisten tieteentutkijoiden mukaan sekä luonnontieteilijät että tieteenfilosofit ovat ymmärtäneet tiedonsosiologisen keskustelun väärin, tieteen vastustamisena. Tiedonsosiologia vastustaa vain tiettyjä naiiveiksi nähtyjä käsityksiä tieteestä. Tarkastelemme seuraavassa eräitä näitä käsityksiä Mika Kiikerin ja Petri Ylikosken teosta *Tiede tutkimuskohteena* (Gaudeamus 2004) seuraten. Näistä oletus tieteen eetoksesta kuuluu selvimmin sosiologian piiriin. Tieteellinen keksiminen pitää sisällään vahvan psykologisen juonteen. Tieteellinen realismi ja siihen liittyvä totuusteoria ovat jo filosofisia kysymyksiä. Näiden jälkeen onkin hyvä tarkastella kahta muuta perustavanlaatuista tieteenfilosofista kysymystä, determinismiiä ja reduktionismia. Lopuksi käsitellään ajatusta tieteiden ykseydestä.

Tieteen eetos

Mertonin mukaan tieteen menestyksen taustalla on nk. tieteen eetoksen neljä perusnormia. (1) Universalimi: tutkijan henkilökohtaiset ominaisuudet eivät vaikuta hänen töidensä hyväksymiseen. (2) Tieteellinen kommunismi: tulokset ovat julkisia. (3) Pyyteettömyys: tutkimusta ei motivoi pelkkä henkilökohtainen etu. (4) Järjestelmällinen epäily: tiedeyhteisö arvioi kriittisesti tuloksia.

Tiedonsosiologian mukaan nk. vastanormit ja tieteen kaupallistuminen kumoavat nämä normit. Perustelut eivät kuitenkaan vakuuta. Jos esimerkiksi jokaisen 'kylähullun' teorit otettaisiin vakavasti, tieteellinen työ kärsisi. Valaisvampi esimerkki lienee rahvaasta nousseen William Smithin kerrostumaopillisen kartan kohtalo 1800-luvun alussa: elitistiset geologit kopioivat sen omiin nimiinsä. Tutkijoilla on inhimilliset heikkoutensa, mutta oikeaksi katsottua tietoa ei ole varaa sivuuttaa sen alkuperän nojalla. Muutkaan vastanormit eivät ole yhtään tämän ongelmallisempia: ne osoittavat, miksi Mertonin normit toimivat reaali maailmassakin.

Mielenkiintoisempi tarkastelukohde on liikehdintä, joka on noussut omaa etuaan ajavaa lääke- ja ohjelmistoteollisuutta vastaan. Aids-lääkkeiden osalta teollisuus joutui taipumaan, ja osa ohjelmistoteollisuutta on jo muuttamassa taktiikkaansa. Hyvin selväsäntinen tuomio tärkeän tiedon kaupallistamiselle löytyy myös Jagdish N. Bhagwatin teoksesta *In Defence of Globalization* (2004). Näyttäisi, että tiedon kohdalla käsitykset patenttioikeuden laajuudesta ovat sopusoinnussa mertonilaisen eetoksen kanssa.

Tieteellinen keksiminen

Tieteellistä keksimistä on tutkittu vähän. Vaikka osasyynä saattaa olla popperilainen käsitys tieteellisten teorioiden testaamisen tärkeydestä, todellinen ongelma piilee aiheen vaikeudessa. Jo Peirce kehitteli nk. abduktiomallia ja pyrki määrittelemään deduktiivisen ajattelun luovia päättelyaskeleita. Myöhemmin mm. Jaakko Hintikka on jatkanut keksimisen nk. strategisten sääntöjen kehittämistä; ks. *Filosofian köyhyys ja rikkaus* (Art House 2001). Myös Alan Turing haaveili riskialttiiden heurististen algoritmien käytöstä positiivisessa mielessä 'erehtyvissä' tietokoneissa. Tiedonsosiologia vastustaa tällaisia kognitiivis-individualistisia keksimisteorioita sillä perusteella, että keksiminen on sosiaalinen tapahtuma.

Yksilö- ja yhteisötason välinen vastakkainasettelu on ihmistieteille valitettavan tunnusomaista. Kun tuomittavasta atomistisesta ihmiskäsityksestä siirrytään funktionaaliseen systeemiajatteluun, joutuu syytetyksi toimijan unohtamisesta, jne. Voisi kuitenkin kuvitella, että esimerkiksi Hintikan peliteoreettinen malli tiedonhankinnasta kyselytoimituksena, jossa luonnolle tehdään kyselyjä kokeiden avulla, laajenee tarpeen tullen myös tutkijoiden välisen vuorovaikutuksen suuntaan. Itse asiassa hän olettaa, että jo luonto voi 'vastata väärin'.

Aivan yleisestikin voidaan väittää, että moderni analyyttinen filosofia edustaa paljon käytännönläheisempää tapaa nähdä maailma kuin mitä loogisen empirismin 'kuoleman' jälkeen osattiin odottaa. Hintikan kohdalla lisäesimerkinä voisi mainita hänen peliteoreettiset käsityksensä semantiikan eli merkityksen rakentumisesta pragmatiikan eli käytännön varaan. Asenne on ehkä kognitiivis-individualistinen, mutta vain siinä määrin kuin on järkevää.

Tieteellinen realismi ja totuus

Tieteellisen realismin mukaan teoriat ovat tosia tai epätosia ihmismielen ulkoista todellisuutta koskevia väitteitä. Toden teorian postuloimat teoreettiset entiteetit (fysiikassa esim. elektronit) ovat olemassa, vaikka niitä ei voisikaan suoraan havaita. Tieteelliseen realismiin yhdistyy siis käsitys totuudesta yhdenmukaisuutena ulkoisen todellisuuden kanssa; puhutaan totuuden vastaavuusteoriasta. Tästä ei tietenkään seuraa, että tiede lähestyisi totuutta ongelmattomasti, julkaisu julkaisulta. Jo Peirce yhdisti 'fallibilismin' omaan tieteelliseen realismiinsa. Ilkka Niiniluoto, joka antoi esseekokoelmalleen nimen *Totuuden rakastaminen* (Otava 2003), ei peräänny totuuden vastaavuusteoriasta, vaikka hänen käyttämänsä nk. kriittiseen tieteelliseen realismiin liittyy maltillinen totuudenkaltaisuuden käsite.

Realismissa ulkoinen todellisuus ohjaa tieteen kehitystä havaintojen ja kokeiden kautta. Nk. sosiaalikonstruktivistit antavat suuremman painon tutkimusprosessiin liittyville sosiaalisille tekijöille. Esimerkiksi Bloor on korostanut luokkaintressien merkitystä (ei ole sattumaa, että Marxia on pidetty varhaisena tiedonsosiologina). Käsitteelle etsitään tukea mm. kiertämällä liian rajoittavana nähty totuusteoria. Filosofian puolella nk. konstruktivisen empirismin mukaan tieteellisten teorioiden selitysvoima onkin pragmaattinen hyve, joka on (ehkä olemassa olevan, mutta epärelevantin) totuuden sijaan yhteydessä tutkijoiden intresseihin teorian käyttäjinä (ollaan lähellä instrumentalismia). Nk. tieteen antropologiassa Bruno Latourin ja Steve Woolgartin *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts* (1979) kuvaa tiedettä laboratoriossa tapahtuvana radikaalina tosiasioiden sosiaalisena konstruomisena.

Maltillisen sosiaalikonstruktivismiin ei kuitenkaan tarvitse kieltää ihmisestä riippumattomien faktojen olemassaoloa: se on kiinnostunut vain tieteilijöiden faktoja koskevista uskomuksista ja niiden synnystä. Tässä selityksessä itse faktojen totuusarvoilla ei — näin esitetään — ole merkitystä, koska ne kehäpäätelmän tavoin eivät selitä mitään. Koska tiedonsosiologia ei tutki tieteen tuloksia, väite ei ehkä ole niin radikaali kuin miltä kuulostaa. Mutta tutkiiko tällainen tiedonsosiologia enää edes tieteen tekemistä? Esimerkiksi Pertti Töttö on kritisoinut modernia sosiologiaa siitä, että yhteiskunnan sijaan se tutkii — sosiologiaa.

Determinismi ja kausaalisuus

Uskallamme siis epäillä tiedonsosiologian kykyä kumota perinteinen tiedekäsitys. Samalla ajauduimme jo syvälle tieteenfilosofian kysymyksiin. Jatketaan hetki samoilla linjoilla.

Newtonilaisen taivaanmekaniikan myötä maailma alkoi näyttäytyä deterministiseltä luonnon lakeja noudattavalta koneelta; kaikella on syynsä. Laplace esitti 1820-luvulla tätä koskevan ajatuskokeen: jos tietäisimme kaikki lait ja alkuehdot, olisiko mahdollista laskea tulevaisuus? Itse hän uskoi esim. havaintojen tilastollisuuden olevan seurausta mittausvirheistä. Nykyisin tiedämme paremmin: kuva lineaarisena sarjana toisiinsa törmäilevistä biljardipalloista ei yksinkertaisesti vastaa todellista maailmaa. Esimerkiksi nk. deterministinen kaaos on seurausta luonnonlakien epälineaarisuudesta: todellisissa systeemeissä esiintyy nk. takaisinkytkentää.

Determinismi on maailmassa havaittavan kausaalisuuden eli syysuhteen taustalla. Teoksessa *Syvällistä ja pinnallista* (Vastapaino 2004) Töttö tekee selkeän eron kahden erilaisen kausaalisuuskäsitteen välille. Nk. 'generatiivinen' kausaalisuus on seurausta olioiden rakenteesta johtuvista kyvyistä ja taipumuksista, jotka johtavat erilaisiin seuraamuksiin kontekstista riippuen. Tällainen kausaalisuus on seurauksiensa puolesta rikkaampi ilmiö kuin pelkkä kahden ilmiön säännönmukainen yhteenliittymä, 'sukcessionistinen' kausaalisuus. Esimerkiksi tupakan vaarallisuus ei kumoudu sillä, että joku yksittäinen tupakoitsija kuolee vanhuuteen yli satavuotiaana. Tieteellinen realisti haluaa nähdä juuri tähän havaintojen takana olevaan todellisuuteen. Tilastollisuus ei vaadi sen paremmin mittausvirheitä kuin determinismistäkään luopumista.

Nykytietämyksen mukaan kvanttifysiikka on aidosti ei-determinististä: esim. luonnon radioaktiivisuudessa atomytimessä tapahtuvan nukleonin hajoamiselle juuri tiettyä ajanhetkenä ei näytä olevan syytä. Yritykset soveltaa tätä seikkaa mm. tietoisuuden selitykseksi ovat kuitenkin outoja. Tietoisuuden ongelma ei koske sen raakamateriaalia, kohinaa, jota aivoista löytyy yllin kyllin makroskooppisellakin tasolla. Kysymys kuuluu, miten kohinasta saadaan jotain järkevää ulos, ja tässä radikaalilla sattumalla ei määritelmällisesti ole rakentavaa osuutta. Voi esim. kysyä, mikä on ajattelun pienin yksikkö, ja vastaako yksittäisen elektronin energiatilan muutos tms. kvanttifysikaalinen efekti sitä. Ei varmaankaan. Kvanttifysiikan maailma on outo, mutta sen vaikutusalue on nk. dekoherenssin vuoksi rajallinen. Kvanttifysiikkaan tukeutuva mystinen filosofointi on ajan tuhlausta.

Reduktionismi ja materialismin lajit

Monimutkaiset systeemit synnyttävät nk. emergeettejä ilmiöitä. Esimerkiksi elämä, tietoisuus ja kulttuuri ovat tällaisia. Suomessa on käyty julkistakin keskustelua näiden korkeamman tason ilmiöiden ontologisesta statuksesta, so. niiden olemassaolon luonteesta. Kari Enqvist on korostanut, että vastaavia ilmiöitä esiintyy jo aivan perusfysiikan tasolla.

Esimerkiksi yksittäisellä kaasumolekyylillä ei ole lämpötilan tai paineen kaltaisia tilastollisia ominaisuuksia. Mielenkiintoista kyllä, vaikka yksittäisten molekyylien nopeusvektoreista voi (periaatteessa) laskea koko systeemin lämpötilan ja paineen, päinvastainen pyrkimys ei onnistu: mittaamalla lämpötilaa tai painetta saamme vain epätäydellisen, tilastollisen kuvan molekyylien nopeusjakaumasta. Tietoteoreettisesta ongelmasta ei siis seuraa ontologista ongelmaa: lämpötilassa tai paineessa ei alemman tason tietomme rajallisuudesta huolimatta ole mitään mystistä (kyse on tietoteoreettisesti rajatusta holismista). Enqvist kutsuu tätä heikoksi emergenssiksi tai karkeistukseksi: eri tasojen kuvailut ovat laadullisesti erilaisia, mutta ne ovat aina periaatteessa johdettavissa fundamentalisemmalta tasolta (kyse on ontologisesta reduktionismista). Oikein tai väärin, tällaista filosofiaa kutsutaan sen ontologisen position vuoksi reduktiiviseksi materialismiksi. Viimeisin Enqvistin formulointi aiheesta löytyy teoksen *Vien rucolan takaisin* (WSOY 2004) esseestä Selitellen jälkeinpäin; myös Raimo Lehden teos *Lumihitaleet ja maailmankuvat* (Ursa 1998) käsittelee aihetta nimenomaan fysiikan kannalta.

Kuvatun kaltainen luonnontieteiden reduktionismi joutuu aika ajoin asiatoman käsittelyn kohteeksi. Jokainen Weinberginsä, Dawkinsinsa ja Dennet-

tinsä lukenut tietää, kuinka nöyrästä asenteesta ontologisessa reduktionismissa on tieteen tekemisen kannalta kysymys. Reduktio alemman tason teoriaan on hyödyksi vain tiettyyn, tapauskohtaiseen tasoon asti, eikä se koskaan ole itsetarkoitus. Teoksessaan *Konsilienssi* (Terra Cognita 2001) reduktion käyttöä puolustava E. O. Wilson korostaa tutkijoiden tavoittelevan aina synteesiä oman tutkimuskohteensa tasolla. Esimerkiksi eläinten käyttäytymistä tietyssä ympäristössä tutkiva biologi ei kadota tätä tasoa näköpiiristään. Tutkimuksen ja siten reduktion kohteena on tällöin koko systeemi vuorovaikutuksineen, ei yksittäinen organismi, kuten anti-reduktionisti tyypillisesti kuvittelee. (Töttö sanoo käytännössä saman asian hieman toisin: funktionaalinen selittäminen on vetoamista selitettävää ilmiötä ylemmän tason rakenteisiin.) Tätä taustaa vasten reduktiivinen materialismi on perusteltavissa: se ei tuota ongelmia ja on vähemmän mystinen kanta kuin vaihtoehtoinen nk. emergeetti materialismi.

Etenkin Niiniluoto on omassa filosofiassaan puhunut vahvemman emergenssin puolesta. Enqvistin tapaan myös hän on materialisti, mutta kannattaa emergeettien ominaisuuksien osalta ontologista holismia: kokonaisuus on aina enemmän kuin osiensa summa. Juuri tätä ajattelua kutsutaan emergeetiksi materialismiksi. Yksi tapa suhtautua kiistaan on olla välittämättä siitä. Kyse on filosofisesta aiheesta, jolla ei näytä olevan kummankaan osapuolen kannalta relevantteja käytännön seurauksia. Pragmaattisesti ajatellen voidaan kuitenkin väittää, että reduktiivinen materialismi on tutkimustyön kannalta tervein strategia: emergeetti materialismi johtaa usein (Dennettin sanoin) 'zen holismiin', jossa tutkimuksen mahdollisuuksiin esim. tietoisuuden selittämisessä suhtaudutaan nihilistisesti.

Jäljelle jäävä materialismin laji on nk. eliminiatiivien materialismi. Sen kannattajia karakterisoi ehkä parhaiten nk. kognitiivinen semantiikka, jossa merkitykset selitetään pelkästään aivojen tiloina (ks. esim. Patricia S. Churchlandin *Neurofilosofia* (Terra Cognita 2002)). Ero mm. edellä mainittuun Hintikan peliteoreettiseen semantiikkaan on selvä. Samoin Daniel C. Dennettille biologinen evoluutio selittää tietoisuuden intentionaaliset (johonkin suuntautuneet) tilat aivojen, käyttäytymisen ja ympäristön vuorovaikutuksena. Multil-lisestä reduktionismistaan huolimatta kumpikaan viimeksi mainituista ei kuitenkaan kannata emergenssin vahvaa tulkintaa.

Tieteiden ykseys

Ajatusta tieteiden ykseydestä korostivat etenkin loogiset positivistit 1900-luvun alkupuolella; myöhemmin keskustelua on nostanut E. O. Wilson em. teoksessaan. Kuitenkin esim. uuden tiedonsosiologian naturalistinen luonne on nimenomaan vastareaktio kaikkea yleistä tieteenfilosofiaa vastaan: tiedonsosiologia on lähes määritelmällisesti tiede- ja tapauskohtaista. Merkittävä osa modernia tieteenfilosofiaakin edustaa samaa kantaa.

Käsitystä ei kuitenkaan kannata, eikä voikaan, ohittaa olankohautuksella. Sosiologisesti ajattelua edustaa edellä kuvattu mertonilaisuus. Tieteen sisällön tasolla varsinkin luonnontieteet muodostavat osittain päällekkäin olevien alojen joukon. Tieteenalojen autonomian kannalta tässä ei ole mitään ongelmallista. Esimerkiksi kemiaa teoreettisemman pohjan löytäminen fysiikasta on vain rikastuttanut. Tieteellisen realismin ja totuuden vastaavuusteorian vastustus

joutuu myös ahtaammalle. Onnekkaille sattumuksille jää vähemmän sijaan teorioiden kietoutuessa toisiinsa.

Toisaalta luonnontieteet on myös pyritty eristämään muista tieteistä. Ihmistä ja yhteiskuntaa tutkivat tieteet on esim. nähty ymmärtävinä tai emansipatoorisina liikkeinä. Rajoittavaksi nähty kausaalisuuskin on haluttu liittää vain luonnontieteisiin. Edellä mainitussa teoksessa, jonka alaotsikko on *Teoria, empiria ja kausaalisuus sosiaalitutkimuksessa*, Töttö puolustaa kausaalisuuden merkitystä myös yhteiskuntatieteissä. Aivan erityisesti hän kritisoi käsityksiä puhtaasti laadullisesta (kvalitatiivisesta) tai määrällisestä (kvantitatiivisesta) tutkimuksesta. Kaikki selittäminen on kausaalista. Kausaalisuuden *havaitseminen* edellyttää säännönmukaisuutta. Säännönmukaisuuden havaitseminen edellyttää määrällisiä kriteerejä. Toisaalta vakavaan kvantitatiiviseen tutkimukseen liittyy aina laadullinen komponentti. Vain nk. 'latteassa' empirismissä tutkija syöttää numeerisen aineistonsa tilastotieteelliseen ohjelmaan ja julkaista tulokset sellaisenaan. Tieteelliselle realistille tämä ei täytä tieteen vaatimusta yhtään sen enempää kuin puhtaasti laadullinenkaan tutkimus. Tötön lisäksi myös Panu Raatikainen korostaa ihmistieteiden kykyä objektiiviseen tieteellisyyteen pelkän subjektiivisen tulkinnan sijaan (*Ihmistieteet ja filosofia*, Gaudeamus 2004).

Evoluutiopsykologia pyrkii luomaan myös sisällöllistä yhteyttä luonnontieteiden ja ihmistieteiden välille. Aihe herättää tietenkin kiistoja. Mustasukkaisuuden kaltaisen tunteen biologisen taustan tunnustaminen ei kuitenkaan kumoaa yhteiskunta- ja ihmistieteiden autonomisuutta. Aikana jolloin avoimesti puhutaan 'sosiologian kriisistä', nämä luonnontieteelliset avaukset kannattaisi ehkä ottaa vakavasti. Janne Kivivuori tekee näin teoksessaan *Paha tieto — Tieteenvastainen ajattelu antiikista uusimpiin kiistoihin* (Nemo 2003). Samalla hän tulee käyneeksi virkistävällä tavalla erilaista tieteensosiologista intressikeskustelua.

Mainitaan vielä, että Niiniluodon ehdotus 'kolmanneksi kulttuuriksi', luonnontieteiden ja ihmistieteiden yhdistäjäksi, on analyttinen filosofia. Hintikan panoksesta tässä projektissa oli jo edellä puhetta.