

Miksi Jumala ei heitä noppaa eli erään taiteilijan seikkailut ihmeellisessä kosmoksessa

■ Jouni Huhtanen

Albert Einsteinin (1879–1955) suhteellisuusteoria on ollut luonnontieteellisten koulukuntakiistojen kohteena näkyvästi 1950-luvulta lähtien.¹ Meillä Suomessa professori Raimo Lehti (1931–2008) on kritisoinut Einsteinin ajatteluun sisältyviä epäoperaationaalisia piirteitä, joiden voidaan katsoa kuuluvan enemmän rationaalisen päättelyn kuin tiukan empirisen todistamisen piiriin. Luonnontieteellisesti ajatellen tällä kritiikillä on oikeutuksensa, mutta tieteen yleisen kehityksen kannalta siihen sisältyy myös ongelmia.

Klassinen tietoteoreettinen kiista empirismin ja rationalismin välillä henkilöityi valistuksen aikakaudella pitkälti Immanuel Kantin (1724–1804) ja David Humen (1711–76) hahmojen ympärille. Seuraavalla vuosisadalla kyseisen konfliktin näkyväksi ilmuukseksi muodostui kädenvääntö luonnontieteiden ja niin sanottujen ihmistieteiden ensisijaisuudesta hengentieteiden (*die Geisteswissenschaften*) noustessa haastamaan Friedrich Schleiermacherin (1768–1834) ja Wilhelm Diltheyn (1833–1911) tietoteoreettisten ideoiden sekä humboldtilaisen sivistysyliopistoatteen myötä yhä enemmän tiukan empirismin ohjelmaa. Tämän kiistan lähtökohtana voidaan pitää Aristoteleen kehittämää tieteiden luokitusta, jonka mukaan empirinen tieto on keskeistä fysiikan ja luonnontieteen ilmiöitä, rationaalinen päättely moraalifilosofian ja politiikan kysymyksiä tarkasteltaessa. Tieteenhistoria tuntee huvittaviakin yrityksiä näiden näkökulmien yhdistämiseksi lähtien renessanssin tieteestä ja sitä seuranneesta valistusfilosofiasta. Sittemmin pyrkimys synteesiin – tai sen kieltämiseen

– on saanut lisäsytykettä C. P. Snow'n (1905–80) vuonna 1959 julkaiseman teoksen *The Two Cultures* aloittamasta keskustelusta. Suomessa tämä tieteiden reduktionismiin, metodologiaan, logiikkaan ja epistemologiaan liittyvä dialogi on näyttäytynyt ennen kaikkea kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen menetelmän välisenä kiistana (ks. Alasuutari 1999 ja Töttö 2000).

Tieteen kehityksen kannalta kriittinen metodikeskustelu itsessään on mielekästä, vaikkakin kiistan kaikkia osapuolia tyydyttävää ratkaisua voi olla vaikea löytää. Tieteiden erilaisuutta korostettaessa on vaarana päätyä tukemaan sellaista epäreduktionistista kantaa, joka johtaa yltiöpäiseen relativismiin – tai Paul Feyerabendin (1924–94) tarkoittamassa mielessä metodiseen anarkismiin. Toisaalta hyvänä ratkaisuna ei voida pitää sellaista reduktionismia, joka pyrkii löytämään kaikille tieteille yhteisen perustan ja palauttamaan sekä tieteen metodin että kohteen esimerkiksi fysiikan liikelakeihin. Yhtä mieltä oltaneen siitä, että tieteen tulisi tuottaa selkeitä tuloksia sekä yksiselitteisiä määritelmiä ja luokituksia, jotka olisivat ainakin tietyn yksittäisen tutkimusperinteen piirissä vertailukelpoisia suhteessa tieteenalan aikaisempiin tuloksiin. Tällöin puhe menetelmällisestä pluralismista sekä rationalismin ja empirismin keskinäisestä suhteesta nousee merkittävään asemaan. Keskustelun historiallisesti huomattavana avauksena voidaan nähdä Francis Baconin (1561–1626) teokset *Advancement of Learning* (1605) ja *Novum organum* (1620). Tiede – myös luonnontiede – perustuu harvoin sellaiseen empirismiin ja aineistolähtöisyyteen, missä ei olisi mahdollista esittää kilpailevia käsityksiä. Todellisuus itsessään pitää harvoin jos koskaan huolen siitä, että tieteen palapelin palat sopivat ratkaisussa

1 Ks. esim. Arzeliers 1972; Dicke 1964; Fock 1964 ja Pauli 1958.

vain yhdellä tietyllä tavalla paikoilleen (ks. Töttö 2000, 98–99). Tämä johtuu tutkimuksen rajauksista, kontekstista, metodista, teoriasta ja kysymyksenasettelusta – sanalla sanoen tieteen *historiallisuudesta*.

Tieteenfilosofisesti ajatellen edellä esitettyyn liittyy eräs perustavanlaatuisen jako ihmisen ”sisäisyyden” ja ”ulkomaailman” välillä. Immanuel Kant esitti, että ”transsendentaalinen realismi” on oppi, jonka mukaan aika ja avaruus sekä ajassa ja avaruudessa olevat objektit ovat olemassa tietokyvystämme riippumatta (*die Dinge an sich Selbst*). Kantin mukaan ainoa keino välttää skeptisismi on hylätä tällainen käsitys ja hyväksyä ”transsendentaalinen idealismi”, jonka mukaan aika ja avaruus ovat aistikykyimme muodot. Näin ilmiömaailma on ymmärrettävä ja tiedettävissä oleva siksi, että se on aistikykyimme ja ymmärryksemme käsitteiden jäsentämä. Kaiken tiedon rakentuminen on riippuvainen ihmisen tietokyvystä. Monet nykyfilosofit hyväksyvät opin transsendentaalisesta idealismista, mutta liittävät sen relativismiin, joka oli Kantille täysin vieras ajatus. (Tästä Kant-tulkinnasta ks. Lammenranta 2006, 57.) Kantin ajatusta seuraten voidaan esittää, että esimerkiksi matematiikalla on kaksi ”ilmenemistapaa”, yhtäältä eksaktina luontoa kuvaavana tieteenä ja toisaalta ihmisen luomana (intuitiivisena) merkkijärjestelmänä, joka kertoo jotain ihmisen kyvyistä hahmottaa luontoa (ks. esim. Pihlström 2000 ja Salonen 2007, 43). Matematiikka voi olla muuttumatonta eksaktia tietoa, mutta tästä luonteestaan huolimatta se ei ole universaali ylihistoriallinen ilmaus, vaan ihmisen tietoisesti omiin tarkoituksiinsa luoma oppihistoriallinen rakennelma (kieli).

Empiirisen maailman ja sitä heijastelevan kielen korrespondenssiongelma – joka tieteenhistoriassa on liitetty milloin ”kielellisen käänteen”, milloin taas empirian ja teorian suhteen tarkastelun yhteyteen – nousee siten väistämättä tieteenfilosofisen keskustelun yhdeksi keskeiseksi tekijäksi. Einstein tarttui tähän kysymykseen tammikuun 27. päivänä 1927 Preussin tiedeakatemialle pitämässään luennossa toteamalla, että

[todellisuuden ja sitä heijastelevan kielen ongelma] on aina askarruttanut uteliaita mieliä. Miten on mahdollista, että viime kädessä kokemuksesta riippumattomasta ihmisen ajattelusta syntynyt matematiikka sopii niin loistavasti todellisuuden esineiden kuvaamiseen. (Lainattu teoksesta Osserman 1997, 217.)

Idea ei ollut uusi eikä Einstein sen ensimmäinen eksplikoi. Renessanssin aikana syntyi uskomus, että materiaalinen maailma sisältää kappaleita, joilla on vain matemaattisia ominaisuuksia, mistä syystä myös tieteen kielen tulee olla matemaattinen ja käyttää matematiikan termistöä. Tätä Pythagoraan ja Platonin filosofiasta lähtöisin olevaa ajatusta täydensivät ja edelleen kehittivät uusplatonistien ohella muun muassa Nikolaus Kopernikus (1474–1543), Galileo Galilei (1564–1642) ja René Descartes (1596–1650). Perimmäisenä tavoitteena oli luoda matematiikasta tie kohti jumalallisten asioiden kontemplaatiota, jolloin matematiikka kääntäisi ihmisen huomion hetkellisistä, korporeaalisista aistien välityksellä tunnistettavista asioista kohti muuttumattomia, ikuisia ja immateriaalisia objekteja. Osana tähän liittyi (uus)platonistinen ajatus demiurgista, joka antoi Jumalalle kasvot geometrikkona luoden samalla universumille geometrisen rakenteen, joka heijasteli Jumalan mielessä olevia täydellisiä harmonisia ideoita. (Ks. tarkemmin Joutsivuon et al. 2000, 94–95.)

Galileo Galilei oli esittänyt jo ennen Descartesia, että luonnon suuri kirja on kirjoitettu eksaktein matemaattisin symbolein, mistä syystä myös sen avaamiseen tarvittiin matematiikan kaltainen täsmällinen muuttumaton väline. Sama ajatus oli epäilemättä läheinen sekä Isaac Newtonille (1642–1727) että anglikaanipappi William Whewellille (1794–1866), joka oli aikansa merkittävin newtonilaisen metodologian puolestapuhuja ja eksplikoi. Matemaattisen tieteenihanteen Whewell istutti lopulta myös Charles Darwiniin (1809–82). (Sintonen 1999, 8.) Edellä sanotun perusteella vaikuttaa jo mahdolliselta esittää, että luonnontieteen kielen (rationaaliset symbolit) ja sen kohteen (muuttumaton empiirisesti havaittavissa oleva luonto) välillä vallitsee epäsuhta, joka on sittemmin hahmottunut tieteenfilosofiassa teoreettisten käsitteiden ja havaintokäsitteiden väliseksi kiistaksi. Tarkastelen tässä keskusteluartikkelissa

ongelmaa Albert Einsteinin suhteellisuusteorian kautta lähtökohtana Einsteinin pääteoksen *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (Gemeinverständlich)* (1917) suomentaajan Raimo Lehden Einsteinin järjestelmää kohtaan osoittama arvostelu. Einstein ei ollut edellä kuvatun metodologisen keskustelun ulkopuolella eikä hän voinut toimia tieteenharjoittajana ottamatta tutkimuksillaan kantaa edellä hahmoteltuun tietoteoreettiseen kiistaan. Tähän myös Lehti (2003a) on kiinnittänyt ansiokkaasti huomiota.

Abduktiivinen päättely ja luovuus tieteessä

Einstein oli avarakatseinen tiedemies, jolla oli mielikuvitusta ja ymmärrystä tieteen lisäksi taitteen ja uskonnon ilmauksille. Jumala ”olevaisena” substanssina oli hänelle kuitenkin epäilemättä metafora – toisin kuin esimerkiksi Descartesille, joka kirjoitti täysin toisenlaisissa historiallisissa olosuhteissa. Tästä huolimatta Jumalalla jonkinlaisena ihmisen luonnonideoiden ”täydellisimpänä ilmauksena” ja kuvana ihmisen pyrkimyksistä maailmankaikkeuden harmonisointiin oli selvä symbolinen asemansa Einsteinin maailmankatsomuksessa. Omaelämäkerrallisessa teoksessaan *Mein Weltbild* (1934) Einstein kuvaa uskontokäsitystään ”kosmiseksi uskonnollisuudeksi”, joka poikkeaa sekä primitiivisestä alkuheimojen ”jumalanpelkoon” perustuvasta uskonnosta että länsimaiselle ihmiselle tyypillisestä yksilölliseen moraalisiin perustuvasta uskonnosta. (Einstein 1934, 28–33.) Einstein ymmärsi kosmisen uskonnollisuuden maailmankaikkeuden ykseytenä, harmonisena rakennelmana, josta ei puuttunut mitään. Hänen mukaansa kosminen uskonnollisuus oli myös ”tieteellisen tutkimuksen voimakain ja jaloin kannustin” (ibid., 32).

Tämä katsomus on antanut aiheen syyttää Einsteinin maailmankuvaa determinismistä. Kuuluisalla kosmiseen uskonnollisuuteen liittyvällä lauseellaan ”Jumala ei heitä noppaa” hänen on tulkittu tarkoittaneen maailmaa, jossa jokainen sen pieninkin yksityiskohta on tarkoin harmitun fyysikaalisen kokonaisuuden osa. Vaikka

tässä kokonaisuudessa voi tapahtua diakronista muutosta esimerkiksi maailmankaikkeuden laajenemisen mielessä, on sen sisältämien fyysisten kappaleiden ja empiirisesti vaikeasti havaittaviin ”voimakenttien” olemassaolo suhteellisesti muuttumaton. Einsteinin mukaan maailmankaikkeuden rakenne voitiin kokonaisuudessaan palauttaa kuvaukseksi fyysikaalisista pienhiukkasista ja ”näkyttömistä” gravitaatiokentistä. Hän kaiketi uskoi, että hänen löytämänsä lait ovat luonnonvakioita, jotka muodostavat pysyvän perustan universumin olemassaololle. Tämän naturalistisen käsityksen mukaan ne olisivat olleet voimassa jo esimerkiksi 1500-luvulla ja vaikuttaneet jo kauan ennen sitä maailmankaikkeuden muotoutumiseen, vaikka Johannes Kepler (1571–1630) ja Galilei eivät olleetkaan niitä löytäneet. Artikkelissaan ”What is the theory of relativity” (1919) Einstein kirjoittaa, että yleisen suhteellisuusteorian ”pääasiallinen vetovoima perustuu sen loogiseen täydellisyyteen” (ks. Lehti 2003b, 301; ks. myös kyseisen artikkelin suomennos samasta teoksesta sekä ruotsinno teoksesta Einstein 1934, 171–177).

Eino Kaila (1890–1958) on kritisoinut Einsteinin determinismia toteamalla, että Einstein päätyi kannattamaan käsitystä kosmisesta uskonnosta siitä syystä, että se saattoi parhaiten selittää hänen uskomuksensa maailman ja maailmankaikkeuden rakenteesta ja kehityksestä. Einsteinin teoreettinen käsitys, jonka mukaan maailman lainomainen harmonia ja luonnon kyky toteuttaa matemaattisesti yksinkertaisimmat ideat herättävät itsessään hartaan tunteen maailman arvosta, perustui Kailan mukaan virhepäätelmään, sillä voidaan ajatella, että suhteellisesti yksinkertaisimmat lait ovat samalla todennäköisimmin aina myös tosia. (Kaila 1990.)²

Osin edellä esitetystä syystä Einsteinin tie-

2 Tämän kritiikin oikeutuksesta vrt. Einsteinin artikkeli ”The fundamentals of theoretical physics” (1940), jonka suomennos sisältyy teokseen Einstein 2003. Suhteellisuusteorian ymmärtämiseksi voi olla paikallaan katsoa myös kolme muuta *Erityisen ja yleisen suhteellisuusteorian* (2003) yhteydessä julkaistua Einsteinin artikkelia eli ”Kosmologia tarkasteluna yleisestä suhteellisuusteoriasta”, ”Mitä on suhteellisuusteoria” ja ”Fysiikka ja todellisuus”.

teellistä ajattelua on ollut vaikea sijoittaa puhtaasti positivistiseen tai empiristiseen perinteeseen kuuluvaksi. Tarkastellessaan mekaniikan ja optiikan yhteyksiä artikkelissaan "Zur Elektrodynamik bewegter Körper" (1905) Einstein suuntaa huomionsa samanaikaisuuden operationaaliseen määritelmään ja esittää, että "aika on kappaleiden liikkeen esittämisen parametri". Eräillä "fysikaalisilla eksperimenteilla" hän luo määritelmät käsitteille "samanaikainen", "synkronisoitu" ja "aika" luonnehtien itsekin näitä eksperimenttejä kuvitteellisiksi. Sama ongelma nousee esiin teoksessa *Erityisestä ja yleisestä suhteellisuusteoriasta* (2003), jossa tekijä vaatii ajalle sellaisen määritelmän, jonka mukaan "ajan arvoja voi pitää periaatteessa havaittavina suureina". (Lehti 2003a, 13; ks. myös Einstein 2003, § 2.)

Einstein oli toki tietoinen tällaisista suhteellisuusteoriaansa sisältyvistä käsitteellis-teoreettisista ongelmista. Havaintokäsitteiden ja teoreettisten käsitteiden suhdetta hän valaisee artikkelissaan "Physik und Realität" (1936) kirjoittamalla, että "primäärejä käsitteitä" ovat ne, jotka välittömästi ja intuitiivisesti liittyvät aistikokemusten tyyppisiin komplekseihin. Ja edelleen, "fysiikan näkökulmasta on kaikilla muilla käsitteillä merkitystä ainoastaan sikäli kuin ne liittyvät teoreemojen kautta primäärisiin käsitteisiin". Hiukan myöhemmin hän tarkensi tätä kantaansa toteamalla, että vain teorian kannalta välttämättömät käsitteet *a priori* tulee 1) hylätä, ellei niitä voida kunnolla legitimoida, 2) korjata, jos ne ovat kytkeytyneet liian summittaisella tavalla tosiasioihin ja 3) korvata uusilla, jos on mahdollista luoda uusi, syystä tai toisesta aikaisempaa parempi järjestelmä. (Lehti 2003a, 14.) Tällaiset esimerkit todistavat Einsteinin olleen varsin hyvin perillä suhteellisuusteoriaan liittyvistä ongelmista. Jyrkkänä positivistina häntä ei voitane pitää. Hän ei ainakaan pääteoksessaan näkyvästi kiistä teoreettisten käsitteiden ja hypoteesien käyttöä keinona päästä kohti empirisesti havaittavaa todellisuutta. Pikemminkin voisi pitää "omituisena", mikäli tällaisia teoreettisia tukirakennelmia ei jouduttaisi käyttämään tutkittaessa maailmaa, jonka tarkasteluun eivät

tietyn historiallisen hetken havaintovälineet aina välttämättä riitä.

Artikkelissaan Lehti (2003a) kiinnittää aivan oikein huomiota Einsteinin ajattelussa tapahtuneisiin ajallisiin muutoksiin ja ottaa kritiikin kohteeksi vaiheen, jossa Einstein "hylkää positivismiin" liian jyrkkänä tapana tuottaa tietoa maailmasta. Tarkastellessaan valon nopeutta *Erityisen ja yleisen suhteellisuusteoriaansa* pykälässä kahdeksan Einstein esittää seuraavan "fysikaalisen hypoteesin": jos kolmesta tapahtumasta A on samanlainen B:n kanssa ja B samanlainen C:n kanssa, niin siitä seuraa välttämättä, että myös A ja C ovat samanlaisia. Lehden mukaan operationalismin perspektiivistä tarkastellen on tilanteen logiikka kääntynyt kummalliseksi: kyseisessä kohdassa Einstein on ryhtynyt rationaaliseen päättelyyn, jossa fysikaalista hypoteesia ei enää ole syytä perustella empirisesti, vaan riittää, että vastakkaiselle hypoteesille ei ole löydettävissä empiristä todistusta. (Lehti 2003a, 16; ks. myös Lehti 2003b, 387 ja Einstein 2003, § 8.) Lehden kritiikin mukaan luodessaan suhteellisuusteoriaansa Einstein oli tämän ja muiden samankaltaisten oletustensa suhteen varsin vapaamielinen: hän oli vakuuttunut "omien kokemustensa ja tuntemustensa perusteella" siitä, mikä teoria on oikea, ja tälle "tuntemukselleen" hän sitten esitteli intuitiivisia perusteluja kulloisenkin tilanteen vaatimalla tavalla (Lehti 2003a, 18).

Wienin piiriin kuuluneen ja loogista positivismia kannattaneen itävaltalaisyntyisen fyysikon Philipp Frankin (1884–1966) mukaan Einsteinia positivismiin suojeluspyhimyksenä pitäneet positivistit saivat pettyä huomattavasti, ettei Einstein kannattanut varauksettomasti Niels Bohrin (1885–1962) teorian jyrkkää positivismitulunkintaa. Einsteinin "osittain antagonistinen" kanta positivismiin liittyi lähinnä hänen asenteeseensa Bohrin atomifysiikasta omaksumaa käsitystä kohtaan. Einsteinin kritiikin mukaan fysiikassa oli syntynyt Bohrin lanseeraama uusi suuntaus, joka pyrki "todistamaan", ettei tiettyjä fysikaalisia suureita voinut mitata – tai tarkemmin sanoen nämä kappaleet käyttäytyivät luonnonlakien perusteella siten, että ne

nolasivat kaikki mittausyritykset – mistä syystä oli epämieliekästä edes ottaa niitä osaksi fysiikan kieltä. Näistä suureista puhuminen oli silkkaa metafysiikkaa. Frankin tulkinnan mukaan Einsteinille perustavat teoreettiset lait olivat ”mielikuvituksen vapaita luomuksia”, keksijän aktiivisuuden tuotteita, jolloin niihin sisältyi kaksi perustavaa prinssiippiä, empiirinen ja loogisesti: näistä ensimmäinen painotti sitä, että kokemuksen täytyy todistaa oikeiksi teoriasta vedetyt johtopäätökset, ja jälkimmäinen puolestaan sitä, että perustavien lakien täytyy olla loogisesti yhteensopivia ja lukumäärältään mahdollisimman harvoja. (Ks. tarkemmin Lehti 2003a, 18–19.)

Tällainen selitys ei ole kuitenkaan kelvannut Lehdelle, Kailalle ja muille Einstein-kriitikoille. Lehti vetoaa Einsteinin metodiseen sekavuuteen, joka näkyy puheena hänen ”intuitiivisista näkemyksistään” ja ”tieteellisestä vaistostaan”. Einsteinin näkökulmaan viitaten Lehti (2003a, 19–21) kirjoittaa, että ”loogisella positivismilla” voi sen kannattaja tarkoittaa mitä tahansa approksimatiivisesti järkevää tieteenfilosofiaa ja että Einsteinin voi luokitella positivistiksi, sanoipa hän ”mitä hyvänsä”. Lehden mukaan jakaessaan ”ei välittömästi havaittavat asiat ja oliot” metafysiisiin ja fysikaalista realiteettia koskeviin Einstein kaiketi piti kiinni vuoden 1905 kritiikistään, jonka mukaan ”absoluuttinen samanaikaisuus” on metafysiikan käsite gravitaatiokentän ollessa fysikaalinen realiteetti. Tätä eroa Lehti pitää jonkinlaisena ”makumieltymyksenä” ja ihmettelee, muuttuisiko gravitaatiokenttäkin metafysiseksi käsitteeksi, jos sille annettaisiin attribuutti ”absoluuttinen”.

On ilmeistä ja ymmärrettävää, että Einstein kehitti teorioitaan rationaalisesti ja oletti niiden pätevän tietynlaisessa maailmassa (determinismi). Vasta myöhempi tutkimus on voinut osoittaa Einsteinin ”hypoteesit” kokemuspohjaisesti oikeiksi tai vääriksi.³ Tätä voinee pitää tieteelle ominaisena tapana kehittää teorioita ja pyrkiä

3 Einsteinin suhteellisuusperiaatteen, kovarianssiperiaatteen ja ekvivalenssiperiaatteen ”todistamiseen” liittyvistä ongelmista tarkemmin ks. Lehti 2003b, 479–503.

kohti totuutta. Esimerkiksi Darwinin ”luonnontieteellistä” tutkimusta *Lajien synty* (1859) on kritisoitu siitä, ettei hänen käyttämänsä teoria täytä tieteen menetelmän tärkeintä vaatimusta eli *Lajien Synty* ei sisällä ”ainuttakaan riittävän hyvin koeteltua yksityiskohtaista selitystä” ollen näin pikemminkin löyhästi muotoiltu metafora kuin aukottoman tiukka ja testattavissa oleva teoria. Tästä huolimatta teorialla on ollut merkitystä luonnontieteen kehityksessä – tätä tosin on vaikea hyväksyä niiden Karl Popperin (1902–94) tavoin ajattelevien, joiden mukaan ”tieteellinen teoria eroaa profetiasta siinä, että se sanoo täsmällisesti missä oloissa se on hylättävä vääränä”. (Ks. Sintonen 1999, 6.) Vaikka näin jyrkkä kritiikki ei liene mielekäs suhteellisuusteoriaa arvioitaessa, voidaan Einsteinin ajattelun huomata – ennen kaikkea edellä kuvatun Lehden kritiikin valossa – sisältävän selviä ongelmia sen suhteen, missä merkityksessä teoreettiset käsitteet ovat havaintokäsitteisiin ja millaista roolia tutkijan ”intuitio” näyttelee teorianmuodostuksessa.⁴

Edellä esitetty Einstein-kritiikki antaa aiheen esittää huomautus luonnontieteellisessä tutkimuksessa käytettävästä päättelystä. Panu Raatikainen (2000, 39) on todennut, että realismia tuskin voidaan todistaa ehdottomasti oikeaksi ”loogisluontoisella deduktiivisella järkeilyllä”. Hänen mukaansa D. C. Williams (1899–1983) on kiinnittänyt huomiota siihen, että realismin ”todennäköisyyden” puolesta voidaan esittää induktiivinen argumentti, joka poikkeaa kuitenkin yksinkertaisesta oppikirjoissa esitetystä induktiivisesta päättelystä (esim. ”kaikki tähän mennessä havaitut korpit ovat mustia, siis (todennäköisesti) kaikki tulevaisuudessakin havaittavat korpit ovat mustia”). Williams tar-

4 Pertti Tötön (2000, 109–110) mukaan suhteellisuusteoria olisi jäänyt keksimättä, mikäli Einstein olisi pitänyt tiukasti vain empirismin ja fysikalismin eetoksessa. Töttö tyrmää Anselm Straussin ja Juliet Gorbinin teoksessaan *Basics of Qualitative Research* (1998) esittämän teorian, jonka mukaan ”aineistosta [luonnosta] johdettu teoria vastaa todennäköisemmin ’todellisuutta’ kuin teoria, joka on saatu panemalla yhteen sarja käsitteitä, jotka perustuvat kokemukseen tai pelkästään spekuloidulla (miten jonkun mielestä asioiden pitäisi toimia)”.

koittaa tällä niin sanottua selittävää induktiota tai ”päättelyä parhaaseen selitykseen”. Samansuuntaista päättelyä ovat kannattaneet myös Hilary Putnam (s. 1926) ja C. S. Peirce (1839–1914), joista jälkimmäinen on antanut omalle päättelymuodolle nimen ”abduktio”.

Hyvä esimerkki abduktiivisen argumentin hyödyntämisestä osana tieteellistä päättelyä löydetään Keplerin ajattelusta. Laatiessaan teostaan *Astronomia Nova* (1609) Kepler huomasi anomalioita ensimmäisten hypoteesiansa ja Tycho Brahen (1546–1601) havaintojen välillä, mikä johti hänet päättämään abduktiivisesti kohti uusia hypoteeseja, joiden myötä hän saattoi lopulta hylätä antiikista periytyvän käsityksen planeettojen ympyräliikkeistä. Keplerin omaperäinen abduktiivinen menetelmä oli monisyinen päättelysarja, jossa hän sovelsi luovalla tavalla muun muassa luettelevaa induktiota, eliminaatiivista induktiota, kausaalipäättelyä ja analogista päättelyä. Keplerin sekä induktiivista että deduktiivista päättelyä hyödyntävässä mallissa oli keskeistä etsiä vertaillen päättelyn taustatietoja ja etsittävän hypoteesin kanssa kilpailevia hypoteeseja. Keplerille päättely havainnoista niitä selittäviin hypoteeseihin ei ollut päättelyä johonkin selitykseen, vaan itse asiassa päättelyä parhaaseen mahdolliseen selitykseen. (Keplerin abduktiosta tarkemmin ks. Kiikeri & Ylikoski 2004, 170–172.) Ei ole mitään syytä väheksyä ajatusta, miksei tällainen erilaisia ”tukirakennelmia” päättelyssä hyödyntävä ajattelutapa olisi ollut myös Einsteinilla käytössä hänen luodessaan erityistä ja yleistä suhteellisuusteoriaansa. Tämän lisäksi hän epäilemättä hyödynsi myös oman aikansa kehittyneimpiä rationaalisia ja empirisiä välineitä sekä käsitteitä järjestäessään maailmankaikkeutta mieleisekseen kokonaisuudeksi. Einstein ei kirjoittanut ja tutkinut tyhjiössä, vailla suhdetta tieteenalansa historialliseen traditioon.

Kohti tiedon inhimillistä historiallista merkitystä

Tämän artikkelin keskeisenä ideana on ollut tarkastella Einsteinin kosmista uskonnollisuutta osana tieteenhistoriaan liittyvää empirismi-

rationalismi-jakoa. Uskonto ei ollut Einsteinille perimmäinen maailmaa selittävä tekijä, kuten se saattoi olla esimerkiksi Descartesille, vaan pikemminkin moraalifilosofinen lähtökohhta, jolla oli lähinnä esteettistä vaikutusta hänen luonnontieteelliselle maailmankuvalleen. Tiede on osa kulttuuria, joka historiallisena rakennelmana voi sisältää useita toisilleen ristiriitaisia elementtejä. Vaikka Einsteinille ja muille 1900-luvun (jälki)moderneille ihmisille Jumala ei enää ollut heidän elämäänsä vaikuttava ”toimija”, saattoi käsityksellä Jumalasta silti olla heille eettistä ja esteettistä merkitystä. Tieteen eräässä kehitysvaiheessa Kepler tuli maininneeksi oman käsityksensä Jumalasta suurena matemaattikkona, joka maailmaa luodessaan noudatti geometrian periaatteita. Teoksessaan *Mysterium cosmographicum* (1596) Kepler kirjoittaa, että

Luodessaan maailman ja säätäessään kosmoksen järjestyksen Jumalalla oli mielessään viisi säännöllistä geometrista kappaletta, jotka on tunnettu aina Pythagoraan ja Platonin päivistä lähtien. Hän [Jumala] on niiden perusteella asettanut taivaan kehien lukumäärän ja suhteet kuten myös niiden liikkeen suhteet. (Lainattu teoksesta Joutsivuo et al. 2000, 96.)

Eikö tässä myös voida nähdä selvä *rationaalinen* pyrkimys kuvata maailma ja universumi eheänä harmonisena kokonaisuutena, jolla on tietty ykseys, sisäinen rakenteensa ja fyysikaaliseen yhtenäisyyteen palautettavissa oleva perustansa? Eikö tässä myös voida havaita ”taustaoletuksena” pyrkimys determinismiin? Mikäli näin on, tulee siltä Keplerin teologis-astronomisesta ajattelusta Einsteinin tieteellisen relevanssin täyttävään suhteellisuusteoriaan katetuksi.

Suhteellisuusteoria vaikuttaa harmoniselta kuin antiikin veistotaide. Edellä on jo viitattu siihen, että uusplatonismin ohella Descartes oli antanut eväät tarkastella luontoa Jumalan suurena kirjana, joka on kirjoitettu matemaattisin kaavoin ja jonka avaamiseen luonnontiede on paras mahdollinen väline. Kopernikus, Brahe, Kepler ja Galilei olivat kehittäneet tieteellistä käsitystä universumista uuden ajan kynnyksellä, minkä jälkeen tutkimusperinteen kehitykseen vaikuttivat ennen kaikkea Newtonin ja Einsteinin tieteellinen työ. Näin Einsteinin deterministinen käsitys maailmankaikkeudesta sijoittuu

yhdeksi lenkiksi tässä historiallisessa jatkumossa. Kiistämättä hänen tutkimustensa tieteellistä arvoa voitaisiin esittää ainakin hypoteesina, että suhteellisuusteorian eksakti tieteellisyys ja matemaattinen tarkkuus antavat pragmaattisen tieteellisen relevanssinsa *kautta* universumille myös teologisen, moraalisen, teknologisen, esteettisen ja historiallisen merkityksen. Tämä ei ole reduktionistinen tai holistinen käsitys maailmasta, vaan ennen kaikkea sellainen ihmisen moraaliin liittyvä prinssiippi, joka oikeuttaa pitämään maailmaa parhaana mahdollisena maailmana.

Einstein oli luova taiteellinen persoona – hänen boheemia epäsovinnaisuuttaan heijasteli myös hänen ulkonäkönsä – joka käytti sekä historiasta periytyviä ideoita että oman rationaalisen kykynsä kautta kehittämiään välineitä luodessaan käsitystä universumista. Tämän työn tavoitteena oli löytää selitys, joka eliminoisi Hempelin peittävän lain tavoin kaikki maailman aineelliseen todellisuuteen sisältyvät anomaliat. Lehden kritiikki suhteellisuusteorian metodisia ja tietoteoreettisia ongelmia kohtaan on perusteltua, mikäli lähtökohdaksi otetaan ylihistoriallinen kaikkietävä näkökulma tai suhteellisuusteorian vertaaminen tämän päivän luonnontieteen kehitystasoon. Tieteen saavutuksia ei kuitenkaan tulisi tarkastella (anakronistisina) yksittäistapauksina, vailla laajempaa historiallista kontekstia, vaan osana tieteen laajaa kehityskulkua. Tällöin mikään tieteen yksittäinen saavutus ei nouse suhteettoman suureen asemaan eikä joudu liioitellusti ylistävien tai latistavien arvioiden kohteeksi. Suhteellisuusteoria on tieteenhistorian tuote, ei yksittäisen tiedemiehen aikaansaannos⁵, eikä sen laati- ja voinut jättää huomiotta tieteenalansa pitkää perinnettä ja sivuuttaa Keplerin ja Newtonin tekemää työtä. Kehittyäkseen tiede ei voi aloittaa matkaansa jatkuvasti alusta.

Edellä sanotun perusteella voidaan kaike-

5 Lehden (2003b, 369) mukaan ansio erityisen suhteellisuusteorian synnystä voidaan antaa neljälle tiedemiehelle, jotka ovat Hendrik Antoon Lorentz (1853–1928), Henri Jules Poincaré (1854–1912), Hermann Minkowski (1864–1909) ja Albert Einstein.

ti esittää, että Einstein toimi tieteenharjoittajana täsmälleen siten kuin tieteenharjoittajan on mahdollista toimia: päätteli abduktiivisesti universumin rakenteesta päätyen sellaisiin rationalistisiin päätelmiin, jotka myöhempi korkeamman kehitysasteen saavuttanut empiirinen tutkimus on saattanut osoittaa operationaalisesti valideiksi – Menonin paradoksin ”kumoaminen” ei liene ollut koskaan mahdollista. Tieteen kielen ja käsitteistön, metodiikan, teorioiden ja kohdetta kriittisesti arvioivien hypoteesien merkitys tutkimukselle on ennen kaikkea siinä, että ne antavat mahdollisuuden päätellä parhaaseen mahdolliseen selitykseen. Tällöin teorian ja empirian välinen työnjako voidaan kuvata sykliksenä liikkeenä: jotta teoria kykenisi nostamaan esiin entistä täsmällisempiä piirteitä fysikaalisesta todellisuudesta, täytyy empirian rakentaa ja korjata teoriaa. Tätä ilmiötä on joskus haluttu kutsua tieteen ”itsensäkorjaavuuden” mekanismiksi, toisinaan siinä on haluttu nähdä ”kehäpäätelmäksi” nimetty virheargumentti.

Muiden teorioiden tavoin myöskään suhteellisuusteoriaa ei tule arvioida lopullisena ”totuutena” maailmasta, vaan yhtenä historiallisesti merkittävänä ja ideologisesti mahdollisena tietoteoreettisena rakennelmana, joka kertoo aate- ja oppihistoriallisesti *jotain* ihmisen kyvyistä jäsentää ja prosessoida tahdostaan riippumaton luontoa. Tässä mielessä on aivan selvää, että suhteellisuusteoria sisältää eksaktin empiirisen ja fysikaalisen oppirakenteensa lisäksi keskeisen osan rationaalista päättelyä ja moraalifilosofista eetosta. Vaikka se perustuu vakavasti otettavan tieteenharjoittajan täysin uskottavaan ja eksaktiin teoreettiseen päättelyyn, siinä voi ja saa olla tällainen eettinen taso – jota Einstein itse halusi kutsua käsitteellä ”kosminen uskonnollisuus”. Tällöin voidaan ajatella, että hänellä oli vakava pyrkimys luoda teoria, jonka tieteellinen pätevyys ja esteettinen inhimillisuus eivät olisi ristiriidassa keskenään. Käsitykseni jakanee mielipiteitä positivismiin ja historismin kannattajien välillä: tulkinnessa on näkökulmasta riippuen mahdollista nähdä joko kritiikitön yritys oikeuttaa suhteellisuusteoria tai vakavasti otettava pyrkimys sijoittaa Einsteinin ajattelu maailman-

kuvallisesti oikeaan kohtaan tieteenhistoriassa. Tuomitsematta tai korostamatta kumpaakaan katsontatapaa on syytä huomata, että tieteenkriitikkissä perustelut eivät useinkaan ole ideologisesti arvovapaita – vaikka ne sellaisina joskus halutaan esittää.

Lähteet

- Alasuutari, Pertti 1999: *Laadullinen tutkimus*. Tampere: Vastapaino.
- Arzeliès, Henri 1972: *Relativistic Point Dynamics*. Oxford: Pergamon Press.
- Dicke, Robert H. 1964: *The Theoretical Significance of Experimental Relativity*. New York and London: Gordon and Breach.
- Einstein, Albert 1934: *Min Världsbild*. Vetenskap och Bildning: Albert Bonniers Handböcker i vår Tids Vetande Band XLIV. Översättning från Tyskan av G. Starck. Stockholm: Albert Bonniers Förlag.
- Einstein, Albert 2003 [1917]: *Erityisestä ja yleisestä suhteellisuusteoriasta yleistajuisesti*. Suomentanut Raimo Lehti. Helsinki: Tähtitieteellinen yhdistys Ursa.
- Fock, Vladimir A. 1964: *The Theory of Space, Time and Gravitation*. Oxford: Pergamon Press.
- Joutsivu, Timo, Kanerva, Liisa, Mikkeli, Heikki ja Pekkanen, Pauliina 2000: *Renessanssin tiede*. Tietolipas 167. Helsinki: SKS.
- Kaila, Eino 1990: Albert Einsteins religion. Teoksessa Eino Kaila: *Valitut teokset 1. 1910–1935*. Toimittanut Ilkka Niiniluoto. Helsinki: Otava, 663–672. [Alkup. julk. *Theoria* 1/1935, 58–67.]
- Kiikeri, Mika & Ylikoski, Petri 2004: *Tiede tutkimuskohteenä. Filosofinen johdatus tieteen tutkimukseen*. Helsinki: Gaudeamus.
- Lammenranta, Markus 1993/2006: *Tietoteoria*. Helsinki: Gaudeamus.
- Lehti, Raimo 2003a: Einstein ja positivismi. *Tieteessä tapahtuu* 6/2003, 13–22.
- Lehti, Raimo 2003b: Suomentajan selityksiä ja kommentaari. Teoksessa Einstein 2003, 189–522.
- Osserman, Robert 1997: *Kosmoksen runous. Maailmankaikeuden matemaattinen tutkimus*. Suomentanut Kimmo Pietiläinen. Helsinki: Terra Cognita.
- Pauli, Wolfgang 1958: *Theory of Relativity*. London: Pergamon Press.
- Pihlström, Sami 2000: Idealismin paluu? *Tieteessä tapahtuu* 4/2000, 5–11.
- Raatikainen, Panu 2000: Onko ihmisestä riippumatonta todellisuutta olemassa? *Tieteessä tapahtuu* 5/2000, 35–39.
- Salonen, Toivo 2007: *Tieteenfilosofia*. Rovaniemi: Lapland University Press.
- Sintonen, Matti 1999: Ihminen, tiede, luonto – maailmankuva ja maailmankatsomus. *Tieteessä tapahtuu* 8/1999, 5–9.
- Töttö, Pertti 2000: *Pirullisen positivismin paluu. Laadullisen ja määrällisen tarkastelua*. Tampere: Vastapaino.

Kirjoittaja on tamperelainen filosofian maisteri ja esseisti.