

## Suhteellisuusteoria on filosofiaa

■ Juha Himanka

**Suhteellisuusteoriallaan Albert Einstein ylitti rohkeasti luonnontieteen rajat ja pyrki yleispätevään esitykseen todellisuuden perusjäsenyksistä, ajasta ja tilasta. Filosofisena, yleisesti todellisuutta koskevana teoriana suhteellisuusteorian pätevyys on sekä loogisesti että fenomenologisesti ongelmallinen. Kirjoitus jatkaa tässä lehdessä käytyä filosofian ja luonnontieteen välistä keskustelua.**

Einsteinin tieteellinen isähahmo Hendrik Lorentz näki suhteellisuusteorian olevan vain yksi mahdollinen tulkinta ilmiöille ja piti kiinni omasta, suhteellisuusteorian kanssa kilpailevasta, luonnontieteellisestä näkemyksestään. Kuten Lorentz ennustikin, hänen näkemyksensä on myöhemmin saanut kokeellista näyttöä, mutta filosofisen (Einstein) ja luonnontieteellisen (Lorentz) teorian vertailu on vaikeaa.

Fenomenologisessa tarkastelussa lähtökohdaksi otetaan luonnollinen asenne. Tässä asenteessa hahmotan maailman, kuten yhteisömme on tottunut sen näkemään. Katsokaamme siis suhteellisuusteoriaa ensin tästä näkökulmasta.

### Luonnollisen asenteen näkökulma

Isaac Newtonin teoria luonnosta oli 1800-luvulla yleisesti hyväksytty. Newton oli luopunut vanhasta jaosta kuunaliseen ja kuuyliseen maailmaan ja onnistui mallintamaan myös aurinkokunnan samojen lainalaisuuksien mukaan kuin kuunalisen maailman. Luonnonlait vastasivat mittauksia todella hyvin ja ongelmakohtia oli hämmästyttävän vähän.

Ongelmia kuitenkin oli. Niistä yksi oli Newtonin oletus absoluuttisesta tilasta tai avaruudesta, jolle suuri tutkija ei onnistunut antamaan riittäviä luonnontieteellisiä perusteluja. 1900-luvun

alkuvuosina Albert Einstein haastoi Newtonin näkemyksen ja kiisti absoluuttisen tiläkäsityksen. Einsteinin mielestä liike oli suhteellista, eikä hän halunnut olettaa kaikenkattavaa tilaa, johon paikat ja liikkeet suhteutuisivat. Hän myös vastusti käsitystä kaiken tilan kattavasta eetteristä.

Einsteinin uusi teoria oli hämmästyttävän rohkea yritys. Se ei pyrkinyt mullistamaan vain käsitystämme tilasta vaan myös ajasta sekä ajan ja tilan suhteesta. Hermann Minkowski tulkitse tilanteen kuuluisassa puheessaan vuodelta 1908 jopa niin, että aikaa ja tilaa ei enää jäsennetä erillisinä. Millä Einstein perusteli näin radikaalin näkemyksensä?

Einsteinin uusi hahmotus aurinkokunnasta oli vielä Newtoniakin tarkempi. Sen avulla aurinkokunnan kappaleiden liikkeet voitiin laskea eksaktisti Newtonille ongelmallista Merkuriusta myöten. Einstein myös esitti koeasetelmia, joissa hänen teoriaansa voitiin koetella Newtonin malliin verrattuna. Kuten saatamme arvella, erot Newtonin malliin olivat pieniä ja tulivat esiin vain ääriolosuhteissa – olihan Newtonin teoria toiminut todella hyvin.

Ensimmäinen mahdollisuus testata Einsteinin teoriaa kokeellisesti aukeni vuonna 1919. Tällöin tapahtui täydellinen auringonpimennys, joka mahdollisti kaukaisista tähdistä tulevan valon taittumisen mittaamisen Auringon suhteen. Britit lähettivät Arthur Eddingtonin johtaman retkikunnan tekemään mittauksia. Tulosten vastattua Einsteinin laskelmia *New York Times* otsikoi: ”Riemuvoitto Einsteinille!”

Einsteinin teoriaan sisältyi myös jäsenitys, että nopeus vaikuttaa ajan kulkuun. Tämä aikadiletaatioksi kutsuttu ilmiö tarkoittaa, että aika hidastuu nopeuden kasvaessa. Nämä nopeudet olivat kuitenkin niin suuria, että ilmiön kokeel-

linen havaitseminen oli vaikeaa. Kokeen onnistuivat ensimmäisenä tekemään Herbert E. Ives ja G. R. Stilwell vuonna 1938. Koe osoitti aikadiletaation todelliseksi ja *New York Times* otsikoi: ”Jälleen riemuvoitto Einsteinille!”

Teknologisen edistymisen myötä kelloista onnistuttiin tekemään yhä tarkempia. 1970-luvulla atomikellot olivat jo niin tarkkoja, että Einsteinin teoriaa voitiin koetella matkustajakoneisiin asennetuilla kelloilla. Vuonna 1971 tehtiin koe, jossa koneisiin sijoitettujen kellojen lukemia verrattiin observatorion kelloon (Hefale ja Keating 1972). Tulosten tulkittiin vastaavan Einsteinin teoriaa.

Paria vuotta myöhemmin tehtiin myös päätös rakentaa järjestelmä, joka sai nimen *Global Positioning System* (GPS). Tässä paikannusjärjestelmässä satelliitit liikkuvat suurilla nopeuksilla ja niiden kellojen täytyi olla hyvin tarkassa synkronissa. Järjestelmä oli näin kuin tehty koekentäksi Einsteinin teorialle. Kelloihin tehdyt korjaukset vastasivat hyvin Einsteinin teoriaa. Kokeiden ansiosta Einsteinin teoria vakiinnutti asemansa yhtenä luonnontieteen perusteorioista, eikä sen epäilemisessä nähty enää olevan mieltä.

Luonnollisen asenteen kuvaus tilanteesta on oikeassa – jos tietokilpailussa kysytään Einsteinin teoriaan liittyviä kysymyksiä, oikeaan vastaukseen pyrkivän on hyvä vastata yllä annettun kuvauksen mukaan. Jotta voisimme ajatella tilanteen totuudellisuutta, vaihdamme fenomenologiseen asenteeseen.

## Fenomenologisen asenteen näkökulma

Fenomenologisessa asenteessa käännyimme katsomaan, kuinka tilanne itse asiassa ilmenee. Tämä ei tarkoita, että vetäytyisimme yhteisöstä vaan sitä, ettemme ota yhteisön antamia totuttuja malleja annettuna vaan käännyimme tarkastelemaan itse ilmiötä. Ilmiö on tässä Einsteinin teoria, jota nyt kutsumme suhteellisuusteoriaksi. Fenomenologian periaatteiden mukaisesti meidän on ensin tarkasteltava, mitkä tekijät todellistavat suhteellisuusteorian. Toisin sanoen meidän on jäsennettävä, milloin suhteellisuusteoria on läsnä ja milloin poissa. Edeltävässä luonnollisen asenteen tarkastelussa katsoimme, että läsnä

on joko Einsteinin tai Newtonin teoria. Katsokaamme tarkemmin suhteellisuusteorian syntytvaiheita, jotta näkisimme missä määrin tämä asetelma pätee.

Suhteellisuusteoriaa nimitettiin alkuvaiheessa Albert Einsteinin ja Hendrik Lorentzin teoriaksi (Canales 2012). Vielä Eddingtonin retkikunnan jälkeen Einstein toteaa kirjjeessään *New York Timesiin*: ”Tämä johti hollantilaisen professorin, Lorentzin, ja minut kehittämään suppean suhteellisuusteorian.” (Lorentz 1920, 11–12.) Miksi me sitten nykyään ymmärrämme suhteellisuusteorian Einsteinin emmekä Einsteinin ja Lorentzin teoriaksi? Syy on yksinkertainen: Lorentz ei itse halunnut nimeään yhdistettävän tähän teoriaan (Canales 2012). Miksi ihmeessä näin? Miksi kukaan fyysikko ei haluaisi tulla muistetuksi suhteellisuusteorian toisena kehittäjänä?

Lorentzilla oli todella vahva asema luonnontieteen tutkimusyhteisössä. Kun ilmaantui uusi teoria, ensimmäisenä haluttiin kuulla juuri hänen mielipiteensä. Aivan erityisesti Lorentzia kuitenkin kunnioitti Einstein. Kun haastatteli ja vuonna 1954 kysyi Einsteinilta, ketä hän piti suurimpana tapaamistaan ajattelijoina, hän vastasi epäröimättä Lorentz, eikä taivuteltunakaan suostunut nostamaan hänen rinnalleen ketään muuta (Clark 1971, 754).

Lorentz tuki juutalaista Einsteinia, kun häntä vastaan hyökättiin maailmansotien välisessä Saksassa. Kun Einstein tässä tilanteessa listasi kannattajiaan hän laittoi listaan ensimmäiseksi juuri Lorentzin. Usein ajatellaankin yhä edelleen, että Lorentz kannatti suhteellisuusteoriaa. Näin ei kuitenkaan ollut. Lorentz piti omaa näkemystään loppuun saakka paremmin perusteltuna kuin Einsteinin teoriaa (Canales 2012). Hän myös arveli, että kokeet tulevat ajan myötä osoittamaan, että hän oli oikeassa (Lorentz 1920). Mistä Lorentz ja Einstein sitten olivat eri mieltä?

Lorentzin mielestä Einstein ulotutti teoriansa filosofiaan ja esitti henkilökohtaisesti kannattamansa teorian yleisenä totuutena vailla perusteita. Einsteinin teoria oli Lorentzin mielestä vain yksi monista mahdollisista malleista. Lorentz

itse katsoi, että luonnontieteellistä evidenssiä ei pidä suoraan ulotuttaa yleisiin, filosofisiin väitteisiin todellisuudesta. Einsteinin teoria siis erottautui muista luonnontieteen teorioista siinä, että se oli myös filosofinen teoria, joka otti kantaa todellisuuteen ylipäänsä (Canales 2012). Tämä oli myös Nobel-komitean kanta.

Eddingtonin retkikunnan jälkeen Einsteinin teoria oli kaikkien huulilla ja Nobelin palkintoa teorialle pidettiin vain ajan kysymyksenä. Einstein oli itse asiassa jo luvannut palkintorahat entiselle vaimolleen. Nobel-komitea selvittikin asiaa useampaan otteeseen. Kuitenkin komitea päätti vuonna 1921 jättää fysiikan palkinnon myöntämättä, koska ei katsonut kenenkään täyttävän palkinnon ehtoja. Vuoden 1921 palkinto myönnettiin sitten vuonna 1922 Einsteinille, mutta sitä nimenomaan ei myönnetty suhteellisuusteorialle. Palkinnon myöntämispuheen alussa todetaan suhteellisuusteoriasta sen koskevan olennaisesti tieto-oppia ja olleen siksi vilkkaan keskustelun kohde filosofisissa piireissä.<sup>1</sup> Voimme tämän perusteella olettaa, että Nobel-lautakunta katsoi suhteellisuusteorian olevan filosofiaa eikä siksi nähnyt sen ansaitsevan fysiikan Nobelia.

Einsteinin suhteellisuusteorian erityisyys siis oli sen filosofisuudessa. Lorentz katsoi Einsteinin tässä ylittävän luonnontieteen rajat, Nobel-komitea katsoi teorian olevan tieto-oppia ja filosofit omistivat Einsteinille niteen sarjaan *Library of the Living Philosophers*, jota on pidetty suurimpana kunnianosoituksena filosofian piirissä. Sikäli kuin suhteellisuusteoria ymmärretään vain luonnontieteen teoriana, sen syntyy vaikuttanut Lorentzin ja Einsteinin ohella myös esimerkiksi Henri Poincaré. Teoria yhdistetään kuitenkin usein todella vahvasti juuri Einsteininiin. Esimerkiksi Kari Enqvist kirjoittaa teoksessaan *Johdatus suhteellisuusteoriaan*: ”Suhteellisuusteoriaa kohtaan tunnettua kauhunsekaista ihailua korostaa vielä se, että koko suhteellisuusteoria on yhden henkilön, Albert Einsteinin luomus” (Enqvist 2011, 7).<sup>2</sup> Tämä pitää paikkansa, kun tarkastelemme suhteellisuusteoriaa nimenomaan filosofiana. Siirtyminen filosofian puolelle oli Einsteinin ratkaisu, ja se tekee teoriasta Einsteinin luomuksen.

Katsokaamme nyt uudelleen kokeita, joita ensin tarkastelimme luonnollisen asenteen piirissä. Einsteininhan oli varsin innokas tulkitsemaan kokeiden tukevan juuri hänen teoriaansa. Esimerkiksi se, että Lorentz oli jo aiemmin selittänyt ilmiön, ei Einsteinin mukaan vähentänyt mitenkään kokeiden todistusvoimaa hänen teoriasa puolesta (Einstein 1921 [1916], 28).

Eddingtonin retkikunnan onnistumiselle oli vuonna 1919 ankarat poliittiset paineet. Brittien toteuttama todistus saksalaiseksi mielletylle teorialle liennyttäisi ensimmäisen maailmansodan jännitteitä. Jälkikäteen katsoen mittaukset eivät ole ollenkaan vakuuttavia. Stephen Hawking toteaaakin *Ajan lyhyessä historiassa* seuraavasti: ”[...] retkikunnan ottamissa valokuvauslevyissä oli mittausvirheitä, jotka olivat samaa luokkaa kuin mitattu ilmiö. Oikea tulos oli ollut silkkää sattumaa tai sitten sen katsottiin onnistuneen sen takia, että juuri tällaista tulosta osattiin odottaa. Se on tieteessä aika tavallista.” (Hawking 1988, 33–34.) Myös myöhemmissä mittauksissa on saatu vaihtelevia tuloksia ja 1980-luvun mitausten on nähty jopa kumoavan Einsteinin teorian (Kustaanheimo 1984, 112–113).

Seuraava kokeemme oli aikadiletaation todentaminen vuonna 1938. Tässä ongelma Einsteinin kannalta on siinä, että itse kokeen tehnyt Ives katsoi sen kumoavan Einsteinin teorian ja vahvistavan sen sijaan versiota Lorentzin teoriasta (Turner ja Hazlett 1979). Myös lentokoneisiin sijoitettujen kellojen antamien tuloksien on luontevaa nähdä tukevan pikemmin Lorentzia kuin Einsteinia. On jopa esitetty, että kokeen suorittaja ei ensin onnistunut saamaan tuloksia Einsteinin lähtökohdista ja jäseni tilanteen sitten – tosin tietämättään – Lorentzin mallin mukaisesti, jotta sai kokeelle tuloksen (van Flander 1998).<sup>3</sup>

Kuinka meidän sitten tulisi suhtautua GPS-järjestelmän antamaan tukeen suhteellisuusteorialle. Syksy Räsänen arvostama Neil Ashby (Räsänen 2013) on vahvasti sillä kannalla, että GPS tukee suhteellisuusteoriaa. Itse pidin ongelmana sitä, että Ashbyllä ei ole tietoa siitä, kuinka GPS-laitteistojen lukemia ajasta muokataan. Ashby myöntää, että tätä on

hänen asemastaan melkein mahdoton saada selville (Ashby 2002). Hän kysyi asiaa tusinalta valmistajalta, mutta vastaukset jäivät kovin vähäisiksi, koska valmistajat pelkäsivät liikesalaisuuksiensa puolesta. Räsänen tulkitsee tämän puutteen vain yksityiskohdaksi, joka ei estä asian varmentamista. Kiistan toisella puolella on Ronald R. Hatch, joka on GPS-tekniikan johtavia asiantuntijoita maailmassa.<sup>4</sup> Hän tietää, mitä korjauksia järjestelmän kelloihin tehdään. Hän on myös työskennellyt asian parissa Boeingilla ja ottanut asioiden varmistamisen lentomatkustajien onneksi kosmologeja perusteellisemmin. Hänestä GPS ei tue suhteellisuusteorioita vaan vahvistaa Lorentzin malliin pohjautuvaa näkemystä. Karkealla tasolla GPS:n voidaan tosin nähdä tukevan suhteellisuusteoriaa, sillä Hatchin laskelmissa jäsennys Lorentzin puolelle tulee esiin vasta sitten, kun otamme huomioon Auringon vaikutuksen (Hatch 2002).

Kokonaisuutena Lorentzin ja Einsteinin teorioiden välinen vertailu kokeiden valossa on hyvin vaikeaa. Herman Erlichson tarkastelee mahdollisuuksia erottaa suppea suhteellisuusteoria ja Lorentzin mallin mukainen teoria. Hän päätyy johtopäätökseen, että tällaisia mahdollisuuksia ei ole vielä tarjolla, eikä sellaisia ehkä koskaan keksitäkään (Erlichson 1973; ks. Mansouri ja Sexl 1977). Lorentzin luonnontieteellisen teorian pätevyyttä emme lähde tarkastelemaan filosofian kannalta, mutta Einsteinin filosofinen teoria tarjoaa tähän mahdollisuuden.

## Suhteellisuusteorian filosofinen pätevyys

Saksassa syntynyt mutta lähinnä Ruotsissa vaikuttanut Harald Nordenson toimi suhteellisuusteorian syntyäikoihin kemian apulaisprofessorina Uppsalan yliopistossa ja julkaisi suhteellisuusteoriasta kirjan jo vuonna 1922. Hänestä tuli myöhemmin teollisuusmies, kansanedustaja ja Nobelit myöntävän Ruotsin kuninkaallisen akatemian jäsen. Melkein 50 vuotta ensimmäisen kirjansa jälkeen hän julkaisi vuonna 1969 toisen kirjansa, *Relativity, Time and Reality*, suhteellisuusteoriasta. Kirjan alaotsikko paljastaa teoksen varsinaisen teeman: *A critical*

*investigation of the Einstein Theory of Relativity from a logical point of view*. Nordenson siis tarkastelee Einsteinin teoriaa logiikan näkökulmasta. Hänen jäsennyksensä aikadiletaatiosta on mielestäni virheellinen, mutta tämä ei vaikuta loogisen tarkastelun pätevyYTEEN.

Populäärikirjassaan Einstein asettaa suuren painon kokeelliselle käsitykselleen samanaikaisuudesta. Kuuluisassa kohdassa (Einstein 1921, 15) hän jopa pyytää, ettei lukija jatka ennen kuin on vakuuttunut asiasta. Hän määrittää kahden salamaniskun samanaikaisuuden niin, että havainnoija toteaa niiden tapahtuvan samaan aikaan peilien avulla sijoittuen niiden keskipisteeseen. Meillä ei ole tässä tilaa selvittää asetelman koko filosofista ongelmanvyyhtiä, mutta Einstein itsekin sentään toteaa asetelman olevan kehämäinen. Einstein ”ratkaisee” ongelman toteamalla, että hänen näkemyksensä ei todellisuudessa ole hypoteesi tai oletus valon fyysikaalisesta luonteesta vaan jäsennys, jonka hän voi tavoittaa vapaan arvion perusteella päästääkseen samanaikaisuuden määritelmään. Voimme ajatella Lorentzin Einsteinia kohtaan esittämän kritiikin kohdistuvan juuri tähän henkilökohtaisen näkemyksen nostamiseen yleiseksi totuudeksi. En tässä seuraa Nordensonia Einsteinin teorian ratkaisevan kohdan lukuisiin ongelmiin vaan nostan esiin toisen esimerkin Nordensonin tarjoamasta runsaasta aineistosta.

Einstein kirjoittaa kirjansa yleistä suhteellisuusteoriaa käsittelevässä osuudessa vierekkäisistä kelloista ja toteaa, että niiden antamien lukemien on poikettava äärettömän vähän toisistaan (Einstein 1921, 67). Kellot kuitenkin ovat laitteita, jotka määritelmän mukaan näyttävät samaa aikaa. Nordenson nostaa esiin ongelman:

Tämä voi relativistista kuulostaa kovin luonnolliselta ja yksinkertaiselta, mutta koen velvollisuudekseni kiinnittää huomiota tosiseikkaan, että sikäli kuin väitetään, että kahden samaksi julistetun suureen pitäisi poiketa toisistaan äärettömän vähän, rikkoo tämä identiteetin lakia  $A=A$ . Kyseinen asiaantila voidaan kuvata yhtälöllä  $x = x$  ja  $x + dx = x$ , jossa  $dx$ :n arvon oltava yhtä kuin 0, jotta se olisi pätevä.” (Nordenson 1969, 109.)

Toteamalla, että toinen kello näyttää äärimmäisen vähän toista aikaa, antaa Einstein d:lle

nollasta poikkeavan arvon ja rikkoo näin logiikan ensimmäistä sääntöä, identiteetin periaatetta. Voimme kuitenkin kysyä, täytyykö suhteellisuusteorian noudattaa Aristoteleen logiikan periaatteita?<sup>5</sup> Kari Enqvistin mielestä ei täydy. Kirjassaan *Monimutkaisuus* hän kirjoittaa:

Yleensä kuvittelemme esimerkiksi, että joko sataa tai sitten ei sada. ... Jommankumman vaihtoehdon on pakko toteutua. Loogikot ilmaisevat tämän toteamalla, että lause 'A tai ei-A' on aina tosi. (87)

Tähän asti Enqvist siis on Aristoteleen linjoilla, mutta hän jatkaa:

Mutta hepä ovat väärässä. Yleisessä tapauksessaan tämä logiikka ei pysty selittämään fotonien polarisaatiotilojen välisiä havaittuja korrelaatioita. Kvanttifysiikalle tämä ei ole ongelma, sillä se peräti ennustaa, että hiukkaset voivat olla tiloissa, jotka klassinen logiikka torjuisi. Esimerkiksi alkeishiukkasen spin voi osoittaa sekä ylös että alas. Kvanttimaailmassa pätee myös ristiriita: 'A ja ei-A' voi olla tosi lause. (87)

Aristoteles ei perustele sitä, että sama asia ei voi sekä olla että olla olematta, mutta hän pystyy osoittamaan vastaväittäjän olevan väärässä, jos tämä ”sanoo jotakin” (Aristoteles 1990, IV, 4). Meidän ei tässä tarvitse mennä niin pitkälle. Tyydymme miettimään, olisiko Aristoteles ja useampi vuosituhat filosofista harkintaa joutunut pyörtämään näkemyksensä, jos joku olisi tuonut nähtäväksi kissan, joka on sekä musta että valkoinen. Tai tyytyisikö lehdistö tietoon, jos Cernin edustajat tiedotustilaisuudessa kertoisivat, että Higgsin hiukkanen sekä on että ei ole? Enqvistin esiin nostamassa tapauksessa emme suinkaan kysy, osoittaako spin alas vai ylös vaan kysymme ”onko se kaksisuuntainen vai eikö ole?”

Suhteellisuusteorian loogisia ja tieto-opillisia ongelmia on käsitelty hämmästyttävän vähän.<sup>6</sup> Nordenson käy teoksensa lopuksi läpi 30 keskeistä suhteellisuusteoriaa käsittelevää teosta, joissa nämä ydinongelmat kokolailla sivuutetaan. Onkin erityisen mielenkiintoista, että Karl Popper, joka pystyi ymmärtämään Einsteinin teorian sekä filosofiselta että luonnontieteelliseltä kannalta, alkoi lopulta kääntyä Lorentzin puolelle, vaikka olikin luonut uraansa tarkastellen suhteellisuusteoriaa malliesimerkkinä tieteen kehityksestä (Popper 1982, 30).

## Mitä aika on?

Kaksosparadoksin<sup>7</sup> asetelman on nähty syntyneen Paul Langevinin esitelmästä vuodelta 1911. Konferenssin pääpuhujana Henri Bergson kuuli tämän puheen, jossa korostettiin luonnontieteilijöiden ja filosofien yhteistyötä. Bergson valmistelikin vuosikymmenen työtä, jossa pyrittiin antamaan sisältö fysiikan aikaa tarkoitavalta merkinnälle ”t”. Einstein suhtautui teokseen aluksi positiivisesti, mutta ryhtyi Nobelin palkinnon jälkeen kampanjoimaan Bergsonia vastaan (Canales 2009)<sup>8</sup>. Einsteinin toiminta on ymmärrettävää, sillä puheen alussa suhteellisuusteoriaa selvitetään myös seuraavasti: ”Ei ole salaisuus, että kuuluisa filosofi Bergson on haastanut teorian Pariisissa.” Einstein ilmeisesti katsoi Bergsonin estäneen palkinnon myöntämisen suhteellisuusteorialle. On harmi, että yhteistyö filosofian ja fysiikan välillä kariutui tällaiseen asetelmaan. Myöhemmin hän esimerkiksi herttua Louis de Broglie (fysiikan Nobel 1929) näki Bergsonin ennakoineen kvanttifysiikan kehityskulkuja hämmästyttävän hyvin (Gillies 1996, 33).

Asetelma Bergsonin ja Einsteinin välillä tulee esiin myös Enqvistin joulukuussa 2013 esittämästä aikaa koskevasta kommentista (*Helsingin Sanomat* 18.12., A26). Hän toteaa: ”Meillä ei ole mitään ymmärrystä siitä, mitä aika on ja miksi aika kuluu.” Luonnontieteen aikakäsitys ei tosiaankaan anna meille ymmärrystä ajasta, mutta kommentti antaa kuitenkin olettaa, että aika on jotakin, joka kuluu. Juuri tämä oli Bergsonin lähtökohta hänen miettiessään aikaa keston kannalta. Fenomenologinen tarkastelu lähti si liikkeelle tästä.

Edmund Husserl näki luonnontieteen ajatuneen kriisiin jo 1900-luvun alkupuolella. Asetelma kiteytyy Einsteinin suhteen seuraavasti: ”Einstein ei muotoile uudelleen sitä tilaa ja aikaa, jossa meidän elävä elämämme kulkee.” (Husserl 2006, 169.) Luonnontieteen suhde siihen todellisuuteen, jossa elämme, on haalistunut kovin ohueksi. Enqvistin yllä siteerattu väite kuvastaa tilannetta hyvin. Luonnontieteen kannalta meillä ei ole ymmärrystä ajasta, mutta samalla aika on keskeinen elämää jäsentävä

tekijä – elämämme on ajallisesti rajallinen. Kotimaisissa luonnontieteen popularisoinneissa tieteen teorioiden maailmaa pidetään usein meille ilmenevää todellisuutta todellisempana<sup>9</sup>, eikä kokemuksiemme maailman sopimattomuutta yhteen kokeellisten teorioiden maailmankaikkeuden kanssa edes nähdä ongelmana. Luonnontieteen ja teknologian oletetaan joskus jollakin tavalla ratkaisevan sekä elämämme että taloustilanteemme ongelmat, ja siksi on olennaista panostaa niihin.

Fenomenologisesti katsoen maailma, mukaan lukien matkapuhelimet, on meille käsillä ja esillä. Jos laite toimii tältä kannalta hyvin, olemme sen valmiit ostamaan, vaikka kilpaileva laite olisi tehokkaampi ja monipuolisempi. Sekä fenomenologisen että luonnontieteellisen lähtökohdan käsitäminen pätevästi on vaikeaa, mutta kuten Eero Rauhala tässä lehdessä ilmestyneessä artikkelissaan näyttää, kuitenkin mahdollista (Rauhala 2013).<sup>10</sup>

Edeltävä puheenvuoroni tässä keskustelussa (Himanka 2013) epäonnistui sikäli, etten onnistunut kommunikoimaan yritystäni kirjoittaa nimenomaan suhteellisuusteoriasta käydystä keskustelusta. Tässä kirjoituksessa olen tarkastellut teemaa asian kannalta, mutta nostan vielä esiin minua huolestuttavan piirteen keskustelusta.

Keskustelu suhteellisuusteoriasta kävi Eddingtonin tulosten julkistuksen jälkeen kuumana Berliinissä. Aiheesta järjestettiin keskustelutilaisuus, jossa Philipp Lenard (fysiikan Nobel 1905) esitti kysymyksen Einsteinille. Lenardin kysymyksen lähtökohta oli Maan pyörimisliike. Suhteellisuusteoriassa Maan pyöriminen voidaan jäsentää sekä Maan liikkeenä että maailmankaikkeuden pyörimisenä Maan ympäri. Lenard kysyi: Eikö tästä seuraa kiintotähtien valon nopeutta suurempi nopeus? On epäselvää, mitä Einstein vastasi.<sup>11</sup> Hän oli kuitenkin käsitellyt Maan pyörimiseen liittyviä ongelmia jo aiemmin myös kirjeenvaihdossaan Lorentzin kanssa.<sup>12</sup> Näihin aikoihin Einstein myös alkoi nähdä olleensa vuonna 1905 liian radikaali ja lähestyi Lorentzin näkemystä hyväksyen nyt eetterin (Janssen ym. 2002, 105, 260).

Herbert Dinglen leimaaminen häirikök-

si (Enqvist 2013) on herättänyt internetissä vastakaikua. Tällaista sulkemista keskustelusta olisi syytä käyttää hyvin harkiten. Einsteinin puolustaminen tällä tavalla onkin hankalaa. Esimerkiksi Robert Oppenheimer totesi ”Einstein on täysin tähtänyt”. (Fölsing 1999, 603.) Tällaisilla kommentteilla voi kyllä olla arvoakin. Kun Wolfgang Pauli arvosteli Einsteinia ankarasti siitä, että hän kehitteli vähän väliä uusia kaiken kattavia teorioita, tämä voi vaikuttaa arvioomme siitä, kuinka hän itse jäseni suhteellisuusteorian aseman (Fölsing 1999, 566). Dinglen tapauksessahan hänen leimaamisensa häiriköksi – ja sellainen hän kieltämättä oli – taas pikemminkin vahvistaa hänen pääväitettään luonnontieteellisen keskustelun eettisistä ongelmista. Kriittistä emeritusprofessoriahan kohdeltiin epäasiallisesti. Esimerkiksi tieteellinen aikakausjulkaisu, jonka perustavan kokouksen Dingle oli aikoinaan kutsunut koolle, arvosteli Dinglen viimeisen kirjan tylysti todeten hänen jo kuolleen. Dingle kirjoitti toimitukseen kirjeen, jossa huomautti, että tämä oli jäänyt häneltä itseltään huomaamatta. Arvion kirjoittaja ei allekirjoittanut anteeksipyyntöä (*The British Journal for the History of Science*, March 1977).<sup>13</sup>

Luonnontiede on mullistanut maailmamme, ja ymmärrän tämän pohjalta syntyneen vakaumuksen pitää sen teorioita perustavimpina jäsenyyksinä todellisuudesta. Mikään luonnontieteellinen koe ei kuitenkaan voi todistaa tätä vakaumusta todeksi. Myös luonnontieteen tutkijan aika kuluu, vaikka hän ei käsittäisikään tätä.<sup>14</sup>

## Kirjallisuutta

- Aristoteles (1990), *Metafysiikka*, Gaudeamus.  
Ashby, Neil (2002), ”Relativity and the Global Positioning System”, *Physics Today*.  
Bergson, Henri (1972), *Mélanges*, Presses Universitaires de France.  
Canales, Jimena (2009), *A Tenth of a Second*, University of Chicago Press.  
Canales, Jimena (2012), ”Of Twins and Times: Scientists, Intellectual Cooperation, and the League of Nations”, Lettevall, Somsen & Widmal (toim.), *Neutrality in Twentieth-Century Europe*.  
Clark, Ronald (1971), *Einstein, The Life and Times*, Avon Printing.  
Einstein, Albert (1921), *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie*, Verlag von Vieweg.

Enqvist, Kari (2003), *Kosmoksen hahmo*, WSOY.

Enqvist, Kari (2007), *Monimutkaisuus*, WSOY.

Enqvist, Kari (2011), *Johdatus suhteellisuusteoriaan*, URSA.

Enqvist, Kari (2013), "Suhteellisuusteoriaa ja ääri-ilmioitä", *Tieteessä tapahtuu* 4/2013.

Erlichson, Herman (1973), "The Rod Contradiction-Clock Retardation Ether Theory and the Special Theory of Relativity", *American Journal of Physics*.

van Flandern, Tom (1998), "What Global Positioning System Tells Us about Relativity", Selleri, Franco (toim.), *Open Questions in Relativistic Physics*.

Fölsing, Albrecht (1999), *Albert Einstein, elämäkerta*, Terra Cognita.

Gillies, Mary (1996), *Henri Bergson and British Modernism*, McGill-Queens UP.

Hatch, Ronald (1996), *Escape from Einstein*, Kneat Company.

Hatch, Ronald (2002), "Clock Behavior and the Search for an Underlying Mechanism for Relativistic Phenomena," *Proceedings of the 58th Annual Meeting of The Institute of Navigation and CIGTF 21st Guidance Test Symposium*.

Hawking, Stephen (1988), *Ajan lyhyt historia*, WSOY.

Heidegger, Martin (2000), *Oleminen ja aika*, Vastapaino.

Hefale, Joseph C. ja Keating, Richard E. (1972), "Around-the-World Atomic Clocks I/II", *Science*.

Himanka, Akateemisen keskustelun ääri-ilmioitä – suositut luonnontieteilijät filosofeina, *Tieteessä tapahtuu* 3/13.

Husserl, Edmund (2006), "Eurooppalaisen ihmisyyden kriisi", *Uudistuminen ja ihmisyyys*, Tutkijaliitto.

Janssen, Michael ym. (2002), "Einstein's Encounters with German Anti-relativists", *The Collected Papers of Albert Einstein* 7, Princeton UP.

Juuti, Kalle (2013), "The Lifeworld Earth and a Modelled Earth", *Science & Education*.

Kustaanheimo, Paul (1984), *Läheinen ja kaukainen avaruus*, Otava.

Lehti, Raimo (2003), "Einstein ja positivismi", *Tieteessä tapahtuu* 6/2003.

Lorentz, Hendrik (1920), *The Einstein Theory of Relativity*, Project Gutenberg Ebook.

Lovejoy, Arthur (1931), "The Paradox of the Time-Retarding Journey", *The Philosophical Review*.

Mansouri, Reza ja ja Sexl, Roman Ulrich (1977), A Test Theory of Special Relativity I, II, III, *General Relativity and Gravitation* (8) 7 ja 10.

Nordenson, Harald (1969), *Relativity, Time and Reality, A critical investigation of the Einstein Theory of Relativity from a logical point of view*, George Allen and Unwin.

Paolucci, Henry (1984), "Hegel and the Celestial Mechanics of Newton and Einstein", *Hegel and the Sciences*, Reidel.

Pekonen, Osmo (2008), "Einstein Pariisissa", *Synteesi* 2008.

Popper, Karl (1982), *Quantum Theory and the Schism in Physics*, Rowman and Littlefield.

Putnam, Hilary (1967), "Time and Physical Geometry", *The Journal of Philosophy*.

Rauhala, Eero (2013), "Higgins hiukkanen ja Husserlin subjektiviteetti", *Tieteessä tapahtuu* 4/2013.

Räsänen, Syksy (2013), "Suhteellisuusteorian liepeillä", *Tieteessä tapahtuu* 4/2013.

Schulmann, Robert ym. (1998), *The Collected Papers of Albert Einstein* 8, Princeton UP.

Turner, R. ja Hazlett, D. (toim.), (1979), *The Einstein Myth and the Ives Papers*, Hope Publishing House.

Twain, Mark (1979), *Kapteeni laivassa*, Karisto.

Weingard, Robert (1972), "Relativity and the Reality of Past

and Future Events", *The British Journal for the Philosophy of Science*.

## Viitteet

- 1 [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1921/press.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1921/press.html)
- 2 Itse asiassahan David Hilbert lähetti yleisen suhteellisuusteorian yhtälöt julkaistavaksi ennen Einsteinia, ks. <http://www.nobelprize.org/educational/physics/relativity/history-1.html> Myös esimerkiksi yhtälön  $E=mc^2$  alkuperästä on herännyt epäilyjä, ks. <http://www.theguardian.com/world/1999/nov/11/rorycarroll>.
- 3 Hatch (1992, 97) katsoo, että kokeen tulos voitiin saada vain maakeskeisessä koordinaatistossa, eikä sitä siis voi asettaa vapaasti.
- 4 Hatchin meriittejä voi tarkastella sivustolla: <http://www.gps.gov/governance/advisory/members/hatch/> Asiantuntemukseni ja tietoni eivät riitä Hatchin ja Ashbyn perusteelliseen vertailuun. Ashbyn jäsenystä tilanteesta pidän kuitenkin lähtökohtaisesti virheellisenä. Hän kirjoittaa: "All observational tests to date confirm both the special and the general theory" (Ashby 2002).
- 5 Voisimme tosin ajatella tarkastelevamme asetelmaa Hegelin logiikan valossa. Hegelin Newton-kritiikkihän ennakoii Einsteinin käsitteitä hämmästyttävissä määrin (Paolucci 1984).
- 6 Esimerkiksi analyyttisen filosofian piirissä asiasta on kyllä keskusteltukin. Yhdessä keskustelussa Hilary Putnam (1967) ja Robert Weingard (1972) ovat yksityiskohdissa eri mieltä, mutta molempien mielestä termeillä menneet, nykyinen ja tuleva ei ole suhteellisuusteorian valossa mieleltä. Ymmärtääkseni tekijät eivät esitä kritiikkiä suhteellisuusteoriaa kohtaan, vaan ainoastaan tarkastelevat sen loogisia seuraamuksia. Putnam jopa uskaltautuu toteamaan, että sikäli kuin suhteellisuusteoria on oikeassa, Aristoteles on väärässä. Asetelman ongelmallisuuden voi kyllä nähdä periytyvän Aristoteleen kirjoitusten toimittajilta, jotka päätyivät sijoittamaan ajan tarkastelun fysiikkaan eikä metafysiikkaan. Martin Heidegger on pyrkinyt korjaamaan tilannetta pyrkien avaamaan ajan teemaa yleisesti yhteydessä olemiseen (Heidegger 2000). Einsteinista ja filosofiasta, ks. Lehti 2003.
- 7 Kaksosparadoksi on niin laaja teema, että se vaatisi oman tarkastelunsa. Paradoksin asetelma on pyritty esittämään myös vailla kiihtyvyyttä (esim. Lovejoy 1931). Mikäli tämä onnistuu, on Enqvistin ratkaisu ongelmallinen. Enqvistin näkemys myös nojaa instrumenttien lukemiseen. Tämän ongelmallisuus nousi esiin myös Einsteinin ja Bergsonin kuuluisassa kohtauksessa Pariisissa. Ongelman nosti esiin Henri Piéron, joka teki asiaan liittyvää tutkimusta (Bergson 1972, 1346–7).
- 8 Einsteinin kampanjan mukaista tulkintaa esiintyy Suomessa vielä 2000-luvullakin, ks. Pekonen 2008.
- 9 Tosin ainakin vielä vuonna 2003 Kari Enqvist toteaa, ettei hän tiedä, mitä totuudella tarkoitetaan (Enqvist 2003, 232). Tätä ei varmaankaan ole tarkoitettu aivan vakavasti otettavaksi, mutta Enqvistin ja Valtaojan kirjoja lukiessani minulle tulee joskus tuntuma, että oikeassa olemisen ja totuuden ero ei ole kirjoittajalle aivan selvä.
- 10 Asetelmaa on hyvä pohtia myös luonnontieteiden kou-

luopetuksen kannalta, ks. Kalle Juuti 2013.

- 11 Jostakin syystä tämä kysymys ja vastaus puuttuvat kokouksesta tehdystä julkaisusta. Einsteinin koottujen toimittajat kirjoittavat: "In answering the question, Einstein explained that the principle of the constancy of the velocity of light no longer holds for reference frames in arbitrary motions." (Janssen ym. 2002, 109–110.)
- 12 Kirje Lorentzilta Einsteinille 6.6.1916 ja Einsteinilta Lorentzille 17.6.1916 (Schulmann ym. 1998).
- 13 Minusta kuitenkin parempi yrittää ymmärtää toisen kanta, jos se poikkeaa omasta näkemyksestä. Itse uskoisin päässeeni jo varsin pitkälle yrityksessäni käsittää suomalaisten kosmologien jäsenystä maailmasta ja maailmankaikkeudesta. Enqvistin viimeisin selvitys Maan kiertoliikkeelle Auringon ympäri ottaa lähtökohdaksi planeettakunnan. Kun Maa (ilmeisesti) vielä jäsenetään planeetaksi (*planétés*, kreik. vaeltava), lienee etukäteen selvää, että Maa tässä jäsenyy liikkuva. Sen sijaan minun on vaikea ymmärtää Enqvistin tulkintaa Mark Twainin teoksesta *Kapteeni laivassa*. Hänen on täytynyt harkita huolella tulkin-

tansa asettaessaan teoksen niin keskeiseen asemaan tässä keskustelussa. Enqvist vetoaa teokseen taustana väitteelleen, että "ihmiskunta on vain karpäsenliikaa" (Enqvist 2013). Twainilla oma aurinkokuntamme tosiaan rinnastuu karpäsenliikaa, mutta kirja hahmottaa ihmiskunnan lähtökohtaisesti laajempaan: "Oppineita ihmisiä tulee tänne muilta planeetoilta ja muista aurinkokunnista maleksiakseen ympäriinsä valtakunnassa, ja kun he palaavat omalle alueelleen kuittaavat he Amerikan viidellä rivillä." (79)

- 14 Tuomas Nevanlinnan ja Jukka Relanderin mainion filosofisen radio-ohjelman *Tukevasti ilmassa* (Radio Helsinki) humoristiset kommentit alkuräjähdyksen tapahtumisesta juuri tiistaina osuvat siis ihan aitoon ongelmaan.

**Kirjoittaja on teoreettisen filosofian dosentti ja pedagoginen yliopistonlehtori Helsingin yliopistossa.**

---

## **KASVATUKSEN JA OPPIMISEN YMPÄRISTÖT – ENTÄ ARVOT?**

Kasvatustieteen päivät 20.–21.11.2014 Oulussa

Olet tervetullut järjestämään teemaryhmän tai symposiumin päiville 20.–21.11.2014. Sinulla on myös mahdollisuus työpajan järjestämiseen eseminaaripäivänä 19.11.2014. Nämä sessiot tarjoavat oivan mahdollisuuden tutkimuksesi esittelemiseen, verkostojen luomiseen ja uusien virikkeiden saamiseen.

Oppimisympäristöjen monipuolistuminen haastaa opetusta ja kasvatusta uudistamiseen sekä samalla pohtimaan arvojen merkitystä opetuksessa ja oppimisessa. Mitkä ovat ajankohtaisia tutkimuskohteita nykyisissä ja tulevaisuuden oppimisympäristöissä? Toivomme sessioita ja esityksiä, joissa päivien teemaa tarkastellaan ja arvioidaan niin koulun ja opettajankoulutuksen kuin informaalien ympäristöjen ja elämänlaajuisen oppimisen suunnasta. Näkökulmina voivat olla mm. vuorovaikutus, muuttuvat oppimisympäristöt, työtavat ja toimintakulttuurit sekä paikallisuuden ja globaalisuuden tuomat vaatimukset.

Toivomme ehdotuksia niin metodologisia, teoreettisia kuin sisällöllisiä kysymyksiä käsittelevistä tutkimuksellisista sessioista, jotka liittyvät päivien teemaan. Tarkemmat tiedot: <http://www.oulu.fi/ktk/kasvatustieteen-paivat-2014>

Ehdotukset teemaryhmistä, symposiumeista ja työpajoista lähetetään sähköisellä ilmoittautumislomakkeella Kasvatustieteen päivien [www-sivulta](http://www.oulu.fi/ktk/kasvatustieteen-paivat-2014).

---

## **SUOMALAISEN KIRJALLISUUDEN SEURAN TAPAHTUMIA**

6.5. klo 13–16 Kirjahistoriallinen Henrik-tietokanta tutkimuksen käytössä

9.5. klo 14–16.30 Aino Kallaksen nimipäivät

21.5. Kanervalan III -seminaari SKS:n juhlasalissa

26.–27.5. Parallelism in Verbal Art and Performance, seminar and workshop

5.6. Variantti-kollokvio 2014 SKS:n juhlasalissa

Ohjelmat: <http://www.finlit.fi/tapahtumakalenteri/>

Lämpimästi tervetuloa!

Tilaisuudet ovat SKS:n juhlasalissa, Hallituskatu 1, Helsinki. Tilaisuuksiin on vapaa pääsy, ei ennakkoilmoittautumista.

Vähäisiä lisiä – kirjoituksia kulttuurista, tutkimuksesta ja kulttuuriperinnöstä: <http://www.finlit.fi/blogi/>