

Einstein ja positivismi

Raimo Lehti

Monet ovat yrittäneet rakentaa eri ajoilta peräisin olevista Einsteinin lausumista yhtenäisen tieteenfilosofian, mutta ovat joutuneet vaikeuksiin. Tosiasiassa Einstein oli vakuuttunut omien kokemustensa ja tuntemustensa perusteella, mikä teoria on oikea, ja tälle hän sitten esitteli perusteluja kulloisenkin tilanteen vaatimalla tavalla. Einsteinille kulloinkin sopiva tieteenfilosofia oli tilannekohtainen: erityiselle suhteellisuusteorialle yhdenlaista filosofiaa, yleiselle suhteellisuusteorialle toisenlaista, ja 1920-luvulta alkaen jälleen uudenlaista puolustusta yhtenäisteorioilleen.

Kun Einsteinia eräässä vaiheessa pidettiin operationalismiksi tai positivismiksi kutsutun filosofian edustajana, antoi tälle aiheen varsinkin se, mitä hän kirjoitti ajasta ja samanaikaisuudesta. Ajan käsitteen 'operationalistista' tulkintaa monet pitivät Einsteinin fundamentaalisimpana 'uutuutena'. Vaikka Einstein myöhemmin hylkäsi asiaan liittyvän yleisen filosofisen periaatteen, hän ei kommentoinut tämän merkitystä aikaisemmille aikaa koskeville väitteilleen.

Vuoden 1905 perustavan artikkelin ainutlaatuisiksi kontribuutioksi on arvioitu sitä, että tarkastellessaan mekaniikan ja optiikan yhteyksiä Einstein suuntasi huomion samanaikaisuuden operationaaliseen määritelmään. Artikkelin tekstissä ilmenee käsitteen 'aika' operatiivinen käyttö: aika on "kappaleiden liikkeen esittämisen parametri" (Einstein 1952 s. 38). Einstein saa eräillä "fysikaalisilla eksperimenteillä" määritelmät käsitteille "samanaikainen", "synkronisoitu", ja "aika". Hän itsekin luonnehtii näitä eksperimenttejä *kuovitelluiksi*. Niihin kuitenkin usein viitataan operationalismia lähellä olevissa esityksissä kuin ne olisivat todella suoritettuja tai vähintäänkin suoritettavissa olevia kokeita.

Einsteinin muutaman sivun mittaisen artikkelin vaikutus on joka tapauksessa ollut suunnaton. Esityksen päätteeksi annetaan fundamentaalinen Einsteinin ajan määritelmä:

Tapahtuman "aika" on tapahtuman paikassa sijaitsevan kellon tapahtuman kanssa samanaikainen lukema.

Määritelmän mielekkyys edellyttää lukuisia kellojen käyttäytymisen ominaisuuksia, joiden spesifioinnin häilyvyyttä monet ovat kritisoineet. Einsteinin antamien "synkronisoimisaksioomien" sijalle on yritetty ottaa käyttöön lukuisia muita "fysikaalisemmilta" ja "operationaalisemmalta" tuntuvia aksioomia, jotka ovat synnyttäneet laajan keskustelun (Reichenbach, Grünbaum ym.).

Einstein introdusoi operationalistisen tulkinnan

Einsteinin ajatuksia on 'suuren yleisön' pariin otaksuttavasti laajimmin tehnyt tunnetuksi hänen vuonna 1917 julkaisemansa teos *Yleisestä ja erityisestä suhteellisuusteoriasta*, jonka viimeisin 23. painos ilmestyi vuonna 2001 (Einstein 2001). Siinä asia nousee ensimmäisen kerran esille pykälässä 2 (s. 7). Einstein vaati *ajalle* sellaisen määritelmän, että "ajan arvoja voi tuon määritelmän ansiosta pitää periaatteessa havaittavina suureina (mittausten tuloksina)." Pykälän 8 Einstein aloittaa (s. 13) kysymällä samanaikaisuutta koskevan lausuman mieltä. Hänen antamansa esitys perustuu sellaiseen operationaaliseen näkemykseen, että lausuman "mieli" on löydettävissä jostakin menetelmästä tuon lausuman empiiriseksi todentamiseksi. Kun Einstein esittää lukijalle asiaa koskevan kysymyksen, esittää kuviteltu vastaaja edellä ehdotetun ajatuksen vastaisesti: "Lausuman merkitys on sellaisenaan selvä eikä vaadi enempää selittelyä." Tämän mukaan lausuman merkitys ja sen empiirinen todentaminen ovat kaksi eri asiaa. Einstein ottaa seuraavaksi eksplisiittisesti tämän mahdollisuuden vastaisen kannan: "Fyysikolle käsite on olemassa vasta siten, kun on annettu mahdollisuus selvittää konk-

reettisissa tapauksissa, sopiiko käsite niihin vai eikö sovi." Myöhemmin Einstein hylkäsi tässä omaksumansa operationalistisen näkemyksen. Tässä vaiheessa Einstein ottaa kysymyksen jyrkähkön asenteen: "Tarvitaan siis sellainen samanaikaisuuden määritelmä, että tämä määritelmä antaa käyttöön metodin, jolla esillä olevassa tapauksessa voi kokeiden avulla ratkaista, tapahtuivatko molemmat salamaniskut samanaikaisesti vai eivätkö tapahtuneet." Muussa tapauksessa antaudumme "alttiiksi harhautumiselle". Einstein kovistaa lukijaa: "Hyvä lukija, älä luopidemmälle, ennen kuin vakaumuksella myönät minulle tämän asian."

"Toinen keskustelija" tekee ehdotuksen, joka on Einsteinin omien ajatuskulkujen mukainen. Paikoissa A ja B sattuneiden tapahtumien samanaikaisuus kontrolloidaan matkan AB puolivälisistä M tehdyllä optisella havainnolla. Einstein tekee vastaväitteen: "Määritelmäsi olisi ehdottomasti oikea, jos jo tietäisimme, että valo, joka tuo havaituspaikalle M havainnon salamaniskuista, kulkee samalla nopeudella matkan A $6M$ kuin matkan B $6M$. Tämän oletuksen todistaminen olisi kuitenkin mahdollista vain tapauksessa, jossa jo olisi käytettävissä väline ajan mittaamiseksi." Tämä kysymys nousee esille monien erityisen suhteellisuusteorian filosofiasta kirjoittaneiden tekstissä. He korostavat merkityksen operationaalisuutta julistavaa vastausta, jonka Einstein 'toisen keskustelijan' suulla seuraavassa antaa. Tämä pidättäytyy antamassaan määritelmässä, joka tosiasiallisesti ei oleta yhtään mitään valosta: "Samanaikaisuuden määritelmälle on asetettava vain yksi vaatimus, että se tekee jokaisessa todellisessa tapauksessa mahdolliseksi empiirisen ratkaisun siitä, onko kyseessä määriteltävän käsitteen mukainen tapaus vai eikö ole."

Palaamme myöhemmin siihen, että operationalismin pääedustaja Percy Williams Bridgman siteerasi (*Bridgman* 1957 s. 335) tätä Einsteinin tekstiä, jossa Einstein asettuu selvästi operationalistiselle kannalle. Kun hän sitten hylkäsi operationalismin, hylkäsi hän asiallisesti ottaen myös ajan suhteellisuuden?

Samoin esimerkiksi artikkelissa "Mitä on suhteellisuusteoria" (*Einstein* 1982 s. 230) Einstein nojautuu erityistä suhteellisuusteoriaa ja varsinkin sen mukaista samanaikaisuuden määritelmää perustellessaan näkemykseen, että käsitteiden ja väitteiden merkitys on peräisin väitteiden kontrolloimisesta käytetyistä kokeellisista menetelmistä. Vielä myöhemmässäkin artikkelissa "Fysiikka ja todellisuus" (s. 293) hän kirjoittaa:

"Kutsumme 'primäärisiksi käsitteiksi' käsitteitä, jotka välittömästi ja intuitiivisesti liittyvät aistikokemusten tyypillisiin komplekseihin. Fysiikan näkökulmasta on kaikilla muilla käsitteillä merkitys ainoastaan sikäli kuin ne liittyvät teoreemojen kautta primäärisiin käsitteisiin."

Kirjeessä Moritz Schlickille Einstein positivismin hengessä kirjoitti uuden näkemyksen aikaansaamasta muutoksesta Newtonin aikakäsitykseen (*Fischer* 1999 s. 149):

"Uudessa näkemyksessä sen sijaan 'aika ja paikka' menettävät fysikaalisen realiteetin viimeisenkin jäänteet'. Maailmasta tulee 'nelidimensionen (hyperbolinen) jatkumo, --'. " Tämä teoria on "yhteensopiva kaikkien tähänastisten kokemusten kanssa" (*Einstein Schlickille*, 13.12.1915, --). Se saa kiittää synnystään myös ponnistelua olla käyttämättä mitään käsitteitä, joille ei ole mitään empiiristä mieltä, ja myös "turhista olemuksista" luopumista.

Kirjeen kirjoittamisen aikaan Einstein kuvaili positivismin filosofiansa hengenheimolaiseksi. Vuonna 1916 hän kritisoi vakiintuneiden käsitysten meissä saamaa valtaa (*Fölsing* 2000 s. 413):

"Kun käsitteet ovat osoittautuneet hyödyllisiksi asioiden jäsentämisessä, ne saavat meistä sellaisen vallan, että unohdamme niiden maallisen alkuperän ja hyväksymme ne muuttomattomiksi itsestään selvinä asioina. Silloin ne leimataan 'ajattelun välttämättömyyksiksi', 'annetuiksi a priori' jne. Tällaiset erehdykset tekevät usein tien tieteen edistykseen pitkäksi ajaksi kulkukelvottomaksi. Täten kyse ei ole mistään ajanvietteestä, kun harjoitamme pitkään käytössä olleiden käsitteiden analyysia ja osoitamme, mistä olosuhteista niiden oikeutus ja käyttökelpoisuus riippuu, ja miten ne ovat yksittäistapauksina kehittyneet kokemuksen todellisuudesta. Näin niiden liian suuri auktoriteetti murtuu. Ne karsitaan, ellei niitä voida kunnolla legitimoida, korjataan, jos ne on kytketty liian summittaisella tavalla annettuihin tosiasioihin, ja korvataan uusilla, kun on mahdollista luoda uusi järjestelmä, jota pidämme syystä tai toisesta parempana."

Einstein kirjoitti hyvin samantapaista tekstiä konkreettisissa tapauksissa, varsinkin geometriaa ja paikkaa koskeissa. Herää ajatus, että tässä hän yrittää löytää omalle erityismenetelmälleen yleisen 'filosofisen' perustelun. Itse hän kuitenkin sittemmin antoi klassillisen analyysin kä-

sitteille, eritoten differentiaaliyhtälöille, juuri sel-
laisen vallan, jollaista hän edellä kritisoï.

Vielä vuonna 1922 ilmestyneessä oppikirjassa
(Einstein 1951) Einstein kertoo, miten kellojen lu-
kemat asetetaan valosignaalien avulla vastaa-
maan toisiaan, ja kommentoi (s. 27):

”Suhteellisuusteoriaa kritisoidaan usein siitä,
että se antaa vailla oikeutusta keskeisen teoret-
tisen roolin valon etenemiselle perustaessaan
ajan käsitteen valon etenemisen laille. Tilanne on
kuitenkin suunnilleen seuraavan kaltainen. Jot-
ta ajan käsitteelle annettaisiin fysikaalinen mer-
kitys, vaaditaan jonkinlainen prosessi, joka mah-
dollistaa eri paikkojen välisten relaatioiden ai-
kaansaamisen. On yhdenmukaista, millainen pros-
essi valitaan tuollaista ajan määrittämistä var-
ten. On kuitenkin teorian kannalta eduksi valita
vain sellaisia prosesseja, joista tiedämme jotain
varmaa. Näin on asia tyhjiössä tapahtuvan valon
etenemisen kohdalla suuremmissa määrin kuin
minkään muun kyseeseen tulevan prosessin tap-
auksessa, kiitos Maxwellin ja H. A. Lorentzin
tutkimuksien.”

Einstein siis edelleen ottaa periaatteessa opera-
tionalistisen asenteen, että ajan *määrittämistä*
varten tarvitaan jokin operaatio samanaikaisu-
den löytämiseksi. Hän vetoaa siihen, että sähkö-
magnetismin teorian mukaan valon nopeus on
vakio, mainitsematta tässä, että hän itse on jo yleis-
essä suhteellisuusteoriassa ottanut toisen kan-
nan.

Reaktioita samanaikaisuuden operationalistiseen määrittelmään

Einsteinin gravitaatioteorian ensimmäisessä po-
pulaariesityksessä Erwin Finlay Freundlich ker-
too *maailmanneetterin* oletuksen johtaneen keske-
nään ristiriitaisiin tarkasteluihin, ja niiden inspi-
roimana asetettiin vaatimus (Freundlich 1916 s. 6-
7):

”Ajan kuluessa nousi tuollaisia oletuksia vastaan
yhä tiukemmin vaatimus, että luonnonlakeja for-
muloitaessa tulee yhdistellä keskenään *vain sel-
laisia asioita*, joiden havaitseminen on todella
mahdollista. Tämä vaatimus nousee epäilemättä
samasta tiedon tarpeen lähteestä kuin lähivaiku-
tuksenkin vaatimus, ja vasta se antaa kausaliteet-
tiprinsiipille *kokemusmaailmaa* koskevan oikean
olemuksen.”

Kenties vielä vuoden 1916 vaiheilla Einstein hy-
väksyi tämän filosofian, mutta myöhemmin hän
luopui siitä, ja samalla myös mainitusta vaati-
muksesta. Tähän liittyen Philipp Frank toteaa
Machin ajattelun eräiden piirteiden erityisesti
auttaneen Einsteinia (Frank 1957 s. 272-273): ”Sa-
manaikaisuuden määritelmä erityisessä suhteel-
lisuusteoriassa perustuu Machin vaatimukselle,
että fysiikan jokaisen lausuman täytyy sanoa jot-
ain havaittavien kvantiteettien välisestä relaati-
osta.” Max Born kirjoitti yleistajuisessa oppikir-
jassaan suhteellisuusteorian operationalismista
(Born 1922 s. 55, 171-172) ja kirjan päätteeksi va-
kuutti (s. 262): ”Uuden opin voima perustuu sen
välittömään kokemuksesta nousevaan alkupe-
rään: se on kokeen tytär ja on itse synnyttänyt
uusia kokeita, jotka todistavat sen puolesta.”
Tämä on jätetty pois myöhemmän version loppu-
sanoista (Born 1962 s. 372).

Einsteinin esittämä havaittavuuden vaatimus
innosti kvanttimekaniikan rakentajia. Formulaa-
tion ’periaatteessa havaittava suure’ toi kvantti-
mekaniikkaan Wolfgang Pauli. Hän kirjoitti
vuonna 1919: ”Olisi syytä pitäytyä siihen, että
fysiikkaan tuodaan vain periaatteessa havaitta-
via suureita”. Vuonna 1934 hän kirjoitti Bohrille
samasta asiasta. Sitten muut kvanttimekaanikot
käyttivät samaa formulaatiota; Born ja Jordan kir-
joittivat vuonna 1925 (Stachel 2002 s. 387): ”Fun-
damentaalin hyvin merkittävä ja hedelmälli-
nen lause sanoo, että luonnon oikeisiin lakeihin
tulee mukaan vain sellaisia suureita, jotka ovat
periaatteessa havaittavissa ja määriteltävissä.”
Alaviittaukseen he lisäsivät: ”Niinpä suhteelli-
suusteoria syntyi asiaintilasta, että Einstein tun-
nisti periaatteellisen mahdollisuuden määrittää
kahden eri paikassa sijaitsevan tapahtuman ab-
soluuttista samanaikaisuutta.”

Vuonna 1946 Nobel-palkinnon saanut amerik-
kalainen fyysikko Percy Williams Bridgman (1882–
1961) tutki erityisesti termodynamiikkaa ja suur-
ten paineiden fysiikkaa. Suhteellisuusteoriaa hän
käsittelee lukuisissa kirjoituksissaan. Bridgmanin
teos *The Nature of Physical Theory* (1936) on lyhyt
esitys hänen *operationalistisesta* tieteenfilosofias-
taan. Tässä kiinnittämme huomion vain suhteel-
lisuusteoriaan liittyviin kysymyksiin. Sen merki-
tys operationalismille käy ilmi seuraavasta teks-
tistä (s. 9-10):

”Merkityksen operationaalisen sisällyksen eri-
tyisempään ja keskeiseen aspektiin viittaa seu-
raava tosiasia: Einstein tunnisti, että käsiteltäes-
sä fysikaalisia tilanteita tulee operaatioiden, jot-
ka antavat fysikaalisille käsitteillemme merki-

tyksen, olla oikeita fysikaalisia operaatioita, jotka on tosiaankin suoritettu. Tuollaiset sallituille operaatioille asetetut rajoitukset redusoivat teorianne perimmiltään analysoituina todellisissa tilanteissa todella suoritettujen operaatioiden kuvailuiksi, joten ne eivät voi sekoittaa meitä epäjohdonmukaisuuksiin tai ristiriitoihin, sillä sellaisia ei esiinny todellisissa fysikaalisissa tilanteissa. – Einsteinin proseduuri oli selkeästi aikaisemman käsitteiden määrittämisen vastainen, tästä esimerkkinä Newtonin kuuluisa absoluuttisen ajan määritelmä sellaisena, joka virtaa tasaisesti, riippumattomana materiaalisista tapahtumista. Tämä määritelmä ensinnäkin vetosi operaatioiden sijasta ominaisuuksiin, ja toiseksi, noilla ominaisuuksilla itsellään ei ollut todellisten fysikaalisten operaatioiden antamia määritelmiä, vaan ne määriteltiin metafyyksisten ja ideaalisten operaatioiden termein, eivätkä nämä siis sisältäneet mitään vakuutta, että ne vastaisivat mitään kokemuksesta löydettyä. Tosiasiassa huomattiin, että niille ei riittävässä määrin löydetty tuollaista vastaavuutta. –

Ei pidä ajatella meidän väittävän, että ajatusvälttämättömyytenä on aina vaadittava, että fysikaaliset käsitteet on määriteltävä fysikaalisten operaatioiden termein. Väitämme vain, että jos sopimuksenluonteisesti yhdyimme fysikaalisia tilanteita kuvaillessamme käyttämään vain sellaisia käsitteitä, joille voimme fysikaalisten operaatioiden termein antaa merkityksen, niin olemme varmoja, että meidän ei tarvitse vetää mitään takaisin. – Sopimus fysikaalisten käsitteiden määrittämisestä fysikaalisten operaatioiden termein on niin ilmeisen hyödyllinen, että fyysikot tulevat hyväksymään sen ja vaieten sitä vaatimaan.”

Bridgman kirjoittaa, että operaatioiden täytyy olla *todella suoritettuja*. Entäpä kun fysikaaliset tilanteet eivät olekaan todellisia? Tosiasiassa Bridgmanin itsensä ja Einsteininkin ’operaatiot’ olivat usein ajatuskokeita. Bridgmanin mielestä ”Newtonin kuuluisa absoluuttisen ajan määritelmä” on erityisesti operationaalisuuden vaatimuksen vastainen, koska se oli formuloitu ”metafyyksisten ja ideaalisten operaatioiden termein”. Useat Bridgmanin (ja miksi ei Einsteininkin) operaatiot olivat kuitenkin samanlaisin termein määriteltyjä. Kuinka olennaista erityisen suhteellisuusteorian matemaattiselle rakennelmalle on, että sen perustaksi on esitetty tieteenfilosofisia periaatteita, operationalistisia tai muita?

Bridgman perustelee operationaalisten käsitteiden käyttöä sillä, että tällöin ”olemme varmo-

ja, että meidän ei tarvitse vetää mitään takaisin”. Tämä on kiinnostava esimerkki ”erehdyksen pelosta”; Bridgman noudattaa 1600-luvulla alkunutta ”fundamentalistista” traditiota. Tämän filosofian mukaan ei erehdy, kun ei juuri mitään ole. Bridgman arvioi operationalistisen käsitteiden määrittämisen niin hyödylliseksi, ”että fyysikot tulevat hyväksymään sen ja vaieten sitä vaatimaan”. Näin ei ajan mittaan käynyt, vaan Einstein itsekin hylkysi operationaalisuuden vaatimuksen.

Bridgmanin operationalismia käsittelevää artikkelia (Bridgman 1957; ks. s. 373, 343) Einstein kommentoi vuonna 1949 (Schilpp 1957 s. 684), että minkään teorian väitteitä ei voi ’operationaalisesti’ itsenäisesti testata. Tällaista ei ole milloinkaan tapahtunut.

Einstein hylkää positivismin

Sellaisessakin Einsteinin ajattelun vaiheessa, jossa hän vielä kannattaa operationalismia, esiintyy tähän filosofiaan huonosti sopivia tekstejä. Populaariteoksen pykälässä 8 Einstein olettaa kaikkien kellojen käyvän ”’yhtä nopeasti’, kun ne ovat rakenteeltaan samanlaisia”, ja hän toteaa tämän sisältävän ”fysikaalisen hypoteesin, jonka oikeellisuutta voi ilman empiirisiä vastakkaisia perusteita tuskin epäillä”. Edelleen hän tekee valon etenemisnopeutta koskevan fysikaalisen hypoteesin, jonka ”täytyy ehdottomasti olla täytetty, jotta olisi mahdollista pitää kiinni valon nopeuden vakioisuudesta tyhjiössä”. Hypoteesi on seuraava: jos kolmesta tapahtumasta ”A on samanaikainen B:n kanssa ja B samanaikainen C:n kanssa”, niin myös A ja C ovat samanaikaisia (Einstein 2001 s. 15).

Operationalismien perspektiivistä on tilanteen logiikka käynyt mutkikkaaksi. Fysikaaliselle hypoteesille ei vaaditakaan *empiiristä perustelua*, riittää, jos vastakkaiselle hypoteesille ei ole löytynyt empiirisiä perusteluita. Tarvittava fysikaalinen hypoteesi on seuraava: ”Kun kaksi vertauskappaleen eri pisteisiin lepotilassa oleviksi sijoitettua kelloa asetetaan siten, että toisen niistä yksi viisarinasento on samanaikainen (edellä annettussa mielessä) toisen kellon saman viisarinasennon kanssa, niin tällöin ovat samat viisarinasennot ylipäänsä samanaikaisia (yllä annettussa mielessä).”

Einstein ennakoii jo tämän fysikaalisen hypoteesin sisältävän vaatimuksen, että kaikkien kellojen täytyy olla *lepotilassa*. Miksi juuri *tämä* vaatimus olisi sellainen, että sen vallitessa ”hypotee-

sin oikeellisuutta voi ilman empiirisiä vastakkaisia perusteita tuskin epäillä”? Einstein itse tietää, että hänen teoriansa antaa vaatimuksen, että kellojen täytyy olla suhteellisessa lepotilassa, mutta ilman ennakkomielipidettä oleva keskustelija saattaisi ehdottaa lukuisia muita fysikaalisia olosuhteita, joiden samuus olisi yhtä lailla vaatimus kellojen samanlaiselle käynnille. Einstein itse antaa yleisessä suhteellisuusteoriassa erään tällaisen vaatimuksen: kellojen tulee sijaita yhtä voimakkaassa gravitaatiokentässä.

Pykälässä 13 (s. 25) Einstein hyväksyikin fysikaalisten väitteiden mielekkyyden kriteeriksi käsitteiden empiirisen määritelmän sijasta lievemmän vaatimuksen, että väitteistä voi vetää kontrolloitavissa olevia johtopäätöksiä:

”Pystymme käytännössä liikuttamaan kelloja ja mittakeppejä vain valon nopeuteen c verrattuna pienillä nopeuksilla, joten edellisen pykälän tuloksia voi tuskin suoraan verrata todellisuuteen. Kun tulokset toisaalta tuntunevat lukijasta melko kummallisilta, niin teen nyt teoriasta toisen johtopäätöksen, joka on helposti johdettavissa tähän mennessä esitetystä, ja jonka koe varmentaa loistavasti oikeaksi.”

Kentän käsite tuo ’operationaalisten’ käsitteiden joukkoon sellaisenaan ei-havaittavan entiteetin. Tästä esimerkkinä Einsteinin kuvailu magneettikentän vaikutuksesta (§19, s. 41-42):

”Jos esimerkiksi magneetti vetää rautapalaa puoleensa, niin emme saa tyytyä käsitykseen, että magneetti vaikuttaisi rautaan suoraan tyhjän välitilan läpi, vaan ajatellaan Faradayn mukaisesti, että magneetti synnyttää aina ympärillään olevassa tilassa jotain fysikaalisesti reaalista, jota kutsutaan ’magneettiseksi kentäksi’. Tämä magneettinen kenttä puolestaan vaikuttaa jälleen rautakappaleeseen, jolloin se pyrkii liikkumaan kohti magneettia. Emme tässä halua pohtia tuon sellaisenaan mielivaltaisen välittävän käsitteen oikeutusta. Riittääköön huomautus, että sen avulla voi sähkömagneettiset ilmiöt, erityisesti sähkömagneettisten aaltojen leviämisen, esittää teoreettisesti paljon tyydyttävämmällä tavalla kuin ilman sitä. Analogisella tavalla käsitetään myös gravitaation vaikutukset.”

Nyt on mielekkyyden kriteeriksi otettu ’teoreettisesti tyydyttävä esitystapa’. Einstein kirjoittaa hieman anteeksipyytävästi, että ei ”tässä halua pohtia tuon sellaisenaan mielivaltaisen välittävän käsitteen oikeutusta.” Oikeutuksen peruste-

leminen olisi saattanutkin olla hieman hankalaa, jos olisi pitäydytty positivistisessä tieteenfilosofiassa, jota käyttäen oli perusteltu ’absoluuttisen’ ajan ja paikan käsitteet epämielekkäiksi. Olisihan näiden käsitteiden kannattaja voinut puolustaa niitä käyttäen täsmälleen samoja sanoja, joita Einstein käyttää kentän reaalisuutta puolustaessaan: ”sen avulla voi – ilmiöt – esittää teoreettisesti paljon tyydyttävämmällä tavalla kuin ilman sitä”. Samasta asiasta mainitaan liitteessä 5 (Einstein 2001 s. 99): ”Näin koettiin välttämättömäksi introdusoida kenttä, joka voi olla olemassa myös ”tyhjässä paikassa” vailla painavaa materiaa.” Pelkästään ’vaikutuksen välittäjänä’ toimivan kentän käsite ei tunnu sopivan hyvin yhteen operationalistisen filosofian kanssa. Mainitussa liitteessä 5 esitetty tieteenfilosofia poikkeaa Einsteinin aikaisemmin samassa kirjassa (s. 92):

”On taatusti totta, että ulottuvuuden käsite saa kiittää alkuperästään meidän kokemuksiamme sijoiteltaessa kiinteitä kappaleita ja saatettaessa niitä kosketuksiin. Tästä ei voi kuitenkaan päätellä, että ulottuvuuden käsitettä ei voisi oikeuttaa tapauksissa, jotka itse eivät ole antaneet aiheutta tuon käsitteen muovautumiseen. Käsitteiden sellaisen laajentamisen voi oikeuttaa epäsuorasti niiden arvolla empiiristen tulosten käsittämiseksi.”

Einsteinin varhaisen kannan mukaan fysiikan yhtälöillä ei ole mieltä, jos niissä esiintyvät suureet eivät ole operationaalisesti määriteltyjä. Useat fysiikan matematisoidut teoriat ovat tämän vaatimuksen vastaisia, ja voi kysyä, onko ainoakaan sen mukainen. Einstein itse rakensi ”yleisen suhteellisuusteorian” tämän kannanoton vastaisella tavalla, mikä herättikin Bridgmanissa harmistumista. Kertoessaan artikkelissa ”Fysiikka ja todellisuus” (Einstein 1982 s. 99) ajasta ja samanaikaisuudesta Einstein myöntää:

”Tuollainen tapa käyttää käsitteitä riippumattomina empiirisestä perustasta, jota ne saavat kiittää olemassaolostaan, ei välttämättä vaaranna tiedettä. Voimme kuitenkin helposti johtua erheelliseen uskoon, että nämä käsitteet, joiden alkuperä on unohtunut, ovat ajattelumme välttämättömiä ja muuttumattomia seuralaisia, ja tämä erhe saattaa muodostaa tieteen etenemiselle vakavan vaaran.”

Huolimatta operationaalisuuden vaatimuksesta luopumisesta Einstein katsoo kuitenkin, että nimenomaan ajan ja paikan käsitteiden kohdalla on

niiden merkityksen epäily ollut asiallista. Varmaankin erheellinen usko näiden kaltaisista käsitteistä ajatusvälttämättömyyksiä ”saattaa muodostaa tieteen etenemiselle vakavan vaaran”, mutta ei ole helppoa päästä yksimielisyyteen siitä, milloin tällainen vaara on realisoitunut. Jotkut kvanttimekaniikan harrastajat (ja kenties muutkin) saattavat ajatella, että Einstein itse lankei myöhemmin tässä kritisoimansa erheen loukkuun. Hän mainitsee Millin ja Machin induktivismin ja klassisen fysiikan empirismin filosofoina (*Fysiikka ja todellisuus* s. 303), mutta ei tähän filosofiaan yhdy. Olihan hän yleisessä suhteellisuusteoriassa ottanut käyttöön käsitteitä, joilla tuskin voi sanoa olevan kovinkaan välitöntä yhteyttä havaittuihin käsitteisiin.

Lienee vaikea päätellä, millä tavoin Einstein itse oikeastaan suhtautui kysymykseen metodisten periaatteiden merkityksestä teorialleen. Hän vetosi usein ja keskenään ristiriitaisella tavalla tällaisiin metodeihin, mutta vetoamusten merkitystä voinee epäilläkin. Palaamme artikkelin päätteeksi siihen, että tosiasiaassa *Einstein oli vakuuttunut* omien kokemustensa ja tuntemustensa perusteella, mikä teoria on oikea, ja tälle hän sitten esitteli perusteluja kulloisenkin tilanteen vaatimalla tavalla. Kun jotkut pitivät yleistä suhteellisuusteoriaa spekulatiivisena voittona empiriasta, niin tämä sai Einsteinin suuttumaan. Hän vakuutti, että teorian on ”luottamusta saadakseen perustuttava yleistettäviin tosiasioihin”, jollainen hänen mukaansa oli inertian ja massan ekvivalenssi. Väitettä Einsteinin suhtautumisesta ’tosiasioihin’ on kuitenkin vaikea saada sopimaan yhteen ainakaan kaiken Einsteinin kirjoittaman kanssa. Hän suhtautui myöhemmin varautuneemmin kysymykseen teorian empiirisestä varmistuksesta (*Fölsing* 2000 s. 179-182, 333-334).

Philipp Frankin ongelma Einsteinin tulkitsemisesta

Monet pitivät varhaista Einsteinia positivismin suojelusyhtymyksenä. Positivistien mielestä Einstein toi tieteeseen oikean hengen, kun taas positivismin vastustajille hän oli paha henki. Edellä kerrotusta ilmenee, että Einsteinin asenne oli monimutkaisempi. Philipp Frank kertoo kauan uskoneensa, että Einstein kannatti Niels Bohrin teorian positivistista tulkintaa. Frank toteaa eräässä kongressissa hyökänneensä saksalaisten fyysikkojen metafysiikasta vastaan ja puolustaneensa Machin positivistisia ideoita. Joku fyysikko nousi esitelmän jälkeen pitämään

puheenvuoron ja lausui: ”Minä pitäydyn sen miehen mielipiteissä, joka mielestäni ei ole pelkästään aikamme suurin fyysikko, vaan myös suuri filosofi, nimittäin Albert Einstein.” Frank ilahtui, sillä hän kuvitteli puhujan yhtyvän hänen Machia puolustavaan kantaansa. Puhuja kuitenkin jatkoi, että Einstein hylkäsi Machin positivistiset teoriat, yhtyi Planckiin ja oli sitä mieltä, että fysiikan lait kuvailevat meistä riippumatonta ajallis-paikallista realiteettia (Frank 1967 s. 215).

Frank ratki hämmästytti tuollaista Einsteinin näkemysten esittelyä. Hän luonnehti sitä liian yksinkertaistetuksi, mutta oivalsi pian, että Einsteinin ”osittain antagonistinen” asenne positivismiin liittyi hänen asenteeseensa Bohrin atomifysiikasta omaksumaan käsitykseen. Pian tuon jälkeen, vuonna 1932, Frank vieraili Einsteinin luona Berliinissä. Siellä keskusteltiin Bohrin ja hänen koulukuntansa fysiikasta. Frank reprodusoi Einsteinin puheenvuoron seuraavasti (s. 216):

”Nyt on fysiikassa syntynyt uusi muoti. Terävästi formuloitujen teoreettisten kokeiden avulla todistetaan, että tiettyjä fysikaalisia suureita ei voi mitata, tai täsmällisemmin sanottuna, hyväksytyjen luonnonlakien mukaan käyttäytyvät tutkimuksen kohteina olevat kappaleet sellaisella tavalla, että ne nolaavat kaikki mittauksen yritykset. Tästä päätellään, että on ratki epämieliekästä kuljettaa näitä suureita mukana fysiikan kielessä. Niistä puhuminen on silkkaa metafysiikkaa.”

Einstein tarkoitti sellaisia suureita kuten hiukkasen ’sijainti’ ja ’impulssi’. Frank kommentoi (Frank 1967 s. 216):

”Kun kuulen Einsteinin puhuvan tällä tavoin, muistan monia keskusteluja, joille hänen suhteellisuusteoriaansa on antanut aiheen. Toistuvasti on esitetty vastaväite: vaikka sellaisia suureita kuin ’kahden tapahtuman absoluuttinen aikaväli’ ei voisi mitata, niin tästä ei pitäisi päätellä, että on siis epämieliekästä puhua tällaisesta aikavälistä, ja että ’absoluuttinen samanaikaisuus’ on yksinkertaisesti epämieliekäs sanojen rykelmä. Einsteinin vastauksena tähän argumenttiin on aina ollut, että fysiikassa voi puhua vain suureista, joita pystyy kokeellisilla menetelmillä mittaamaan. Professori P. W. Bridgman piti Einsteinin samanaikaisuuden teoriaa parhaana iluustraationa hänen ’positivistisen’ vaatimuksensa hedelmällisyydestä, että nimittäin fysiikkaan tulisi tuoda vain ’operationaalisesti määriteltyjä’

suureita. Niinpä sanoin Einsteinille: 'Mutta tavan, josta nyt puhut, keksit itse vuonna 1905'? Ensin hän vastasi leikkisästi: 'Hyvää vitsiä ei pitäisi toistaa liian usein'. Sitten hän selitti minulle vakavampaan sävyyn, että hän ei nähnyt suhteellisuusteoriassa mitään metafyyssisen realiteetin kuvailua, mutta hän piti sähkömagneettista kenttää ja gravitaatiokenttää fysikaalisina realiteetteina, samassa mielessä kuin ainetta oli aikaisemmin pidetty. Suhteellisuusteoria opettaa meille yhden ja saman realiteetin eri kuvailujen välisestä yhteydestä.

Tosiassiansa Einstein on ollut positivistinen ja empiristi, sillä hän ei ole koskaan hyväksynyt fyysikalle mitään ikuisia puitteita. Fysiikan edistymisen nimissä hän vaatii oikeuden luoda minkä tahansa formulaatioiden ja lakien systeemin, joka on yhtäpitävä havaintojen kanssa. Vanhemmalle positivismille fyysikan lait olivat yksittäisten havaintojen yhteenvetoja. Einsteinille perustavat teoreettiset lait ovat mielikuvituksen vapaita luomuksia, keksijän aktiivisuuden tuotteita, jolloin kaksi periaatetta rajaa hänen spekulatiiviseen toimintaan. Toinen on empirinen, että kokemuksen täytyy varmistaa oikeiksi teoriasta vedetyt johtopäätökset. Toinen on puoleksi looginen, puoleksi esteettinen periaate, että perustavien lakien täytyy olla loogisesti yhteensopivia ja mahdollisimman harvoja lukumäärältään. Tämä näkemys tuskin poikkeaa 'loogisen positivismin' näkemyksestä; sen mukaan yleiset lait ovat lausumia, joista havaintomme voi loogisesti johtaa."

Sitaatin loppu tuntuu osoittavan, että 'loogisella positivismilla' voi sen ystävä tarkoittaa mitä tahansa edes approksimatiivisesti järkevää tieteenfilosofiaa. Tärkeää on, että Einsteinin voi luokitella positivistiksi, sanoipa hän mitä hyvänsä. Einsteinin vakaumus sähkömagneettisen kentän ja gravitaation reaalisuudesta kuulostaa hyvältä, mutta niihin siirtyessään Einstein lieittää vastaamasta Frankin kysymykseen. Einstein jakaa 'ei välittömästi havaittavat asiat ja oliot' metafyyssiin ja fysikaalista realiteettia koskeviin. Hän ilmeisesti pitää kiinni vuoden 1905 kriittistään (tai ei ainakaan eksplisiittisesti siitä luovu), että 'absoluuttinen samanaikaisuus' on metafyyssinen käsite, kun taas gravitaatiokenttä on fysikaalinen realiteetti. Missä on näiden ero? Muuttuisiko gravitaatiokenttäkin metafyyssiseksi käsitteeksi, jos joku keksisi antaa sille attribuutin 'absoluuttinen'? Onko Einsteinin terminologiassa *metafysiikan* ja *fysikaalisen realiteetin* välinen ero seuraava:

Metafyyssinen on sellainen ei-mitattavissa oleva asia, josta Einstein ei pidä.

Fysikaaliseen realiteettiin kuuluvat sellaiset ei-mitattavissa olevat asiat, joista Einstein pitää.

Frank kirjoittaa edelleen (*Frank* 1957 s. 273):

"Machin ja hänen välittömien seuraajiensa ajama alkuperäinen 'positivistinen vaatimus' täytyy korvata yleisemmällä vaatimuksella, joka periaatteella formulaatessa sallii mitä tahansa symboleja tai sanoja, kunhan vain niistä voi loogisesti johtaa havaittavia kvantiteetteja koskevia lausumia. Alkuperäisessä Machin ajamassa 'positivistisessa' tiedekäsityksessä. olivat käsitteet, joista periaatteet rakentuivat, hyvin lähellä välittömiä havaintoja ja sen takia hyvin lähellä mahdollisia fysikaalisia kokeita. Tiedä näistä kokeista periaatteisiin oli lyhyt ja helposti ymmärrettävä."

Yleinen suhteellisuusteoria johti Frankin kuten monien muidenkin Machin 'positivististen' seuraajien näkemysten muuttumiseen. He yrittivät vuoden 1920 jälkeen sovittaa näkemyksiään niiden näkemysten mukaisiksi, jotka yleisessä suhteellisuusteoriassa olivat osoittautuneet menestykselliseksi. On terminologiakysymys, mitä kutsutaan positivismiksi tai loogiseksi empirismiksi. Sen sijaan sen toteaminen ei ole terminologiakysymys, että Einsteinin tieteenfilosofia muuttui, mikä nimi sen eri versioille annetaankin. Frank pitää 'loogista empirismää' yrityksenä kehittää Machin tieteenfilosofiaa fyysikan uusien kehitelmien mukaiseksi. Perusperiaatteina ei enää pidetty havaintotermejä eikä 'elementaarisia termejä', vaan abstrakteja termejä, jotka olivat ihmisen mielikuvituksen vapaita luomuksia (*Frank* 1957 s. 275). Frank kirjoittaa (s. 275-276):

"Näitä periaatteita ei kuitenkaan voi todistaa tai vahvistaa vetoamalla mielikuvitukseen, intuitioon tai edes loogiseen yksinkertaisuuteen tai kauneuteen. Periaatteita pidetään 'tosina' aina, jos loogisella päättelyllä voidaan johtaa havaintoja koskevia lauseita, jotka voi todentaa todellisten kokeiden avulla."

Tämä tietenkin johtaa tieteen metodiikan ikuisen pulmaan, voiko implikaatiosta $p \Rightarrow q$ ja lauseen q totuudesta päätellä, että p on tosi? Popper ei tätä hyväksynyt, mutta en nyt kajoja asiaan. Olennainen kysymys on, tarvitaanko lauseelle p

jollain muulla tavalla perusteltu 'totuusqualiteetti' Sekä nuori että vanha Einstein olivat sitä mieltä, että kyllä tarvitaan, mutta etsivät sitä eri suunnasta. Jos looginen empirismi määritellään Fran-kin tavoin, olisi luullut jo Newtonin absoluuttisen ajan ja paikankin sille kelvanneen. Einsteinille ne eivät kelvanneet. Uutta 'liberaalimpaa' tulkintaa Einstein ei hyväksynyt näiden käsitteiden kohdalla. Frank toteaa aivan oikein (*Frank* 1957 s. 277):

"Tiukan loogisesta näkökulmasta katsoen on varmaa, että Newtonin mekaniikkaakaan ei voi oikealla tavalla formuloida, jollemme aloita symbolien välisistä relaatioista ja tee johtopäätöksiä, jotka myöhemmin voi tulkita havaittavien tosiasioiden termein."

Tämä kuulostaa erinomaiselta, mutta tämän hyväksymisen jälkeen on vaikea löytää perusteluja Newtonin absoluuttisen ajan ja paikan käsitteiden hylkäämiselle. Einsteinin teorian paremmuuden perusteluksi olisi tuolloin jäänyt kolme klassista efektiä, eivätkä ne olleet kovin tukeva peruste.

Werner Heisenbergin keskustelu Einsteinin kanssa

Omaelämäkerrassaan Werner Heisenberg (*Heisenberg* 1969 s. 49-53) kertoo ylioppilaana (1920-1922) keskustelleensa opiskelutovereittensa kanssa fysiikan, mm. suhteellisuusteorian filosofiaa. Eräs nosti esille näkemyksen, että Einstein on paikan ja ajan tapauksessa torjunut 'filosofisen' nimistön väärinkäytön korostaessaan, että täytyy käyttää vain käsitteitä, jotka voi välittömästi liittää aistihavaintoihin. Aika on se, mitä kello näyttää, jne.

Heisenberg kertoo, miten hän pakeni heinäuhua Helgolantiin ja löysi oman teoriasensa ratkaisevan oivalluksen (s. 88-90). Keväällä 1926 Heisenberg tapasi Berliinissä Einsteinin. Heisenberg reprodusoi keskustelunsa Einsteinin kanssa seuraavana dialogina (*Heisenberg* s. 91-93). Hän kyläkin varoittaa, että reprodusoituja keskusteluja ei tule ottaa sanatarkasti. Einstein aloitti keskustelun:

"Mitä olette meille juuri kertonut, kuulostaa tui-ki epätavalliselta. Te oletatte atomeilla olevan elektroneja, ja siinä olette taatusti oikeassa. Atomin elektronien radat haluatte kuitenkin tyystin poistaa, vaikka sumukammiossa elektronien ra-

dat voi välittömästi nähdä. Voitteko selittää minulle hieman tarkemmin näiden kummallisten oletusten perusteluja.'

Vastasin suunnilleen: 'Atomien elektronien ratoja ei voi havaita, mutta kun atomi varauksen purkautuessa lähettää säteilyä, voi välittömästi päätellä atomin elektronien värähtelyn frekvenssit ja niihin liittyvät amplitudit. Värähdyslukujen ja amplitudien tunteminen on kuitenkin jo tähänastisessakin fysiikassa jonkinlainen korvike elektronien ratojen tuntemiselle. Teoriaan on kuitenkin järkevää ottaa mukaan vain havaittavissa olevia suureita, joten minusta näytti asian luontoon kuuluvalla tuoda mukaan vain näiden moninaisuus niin sanoakseni elektronien ratojen edustajina.'

Einstein vastasi: 'Ette kai kuitenkaan vakavin mielin usko, että fyysikaaliseen teoriaan voi ottaa mukaan vain havaittavissa olevia suureita?'

Kysyin hämmästyneenä: 'Ajattelin juuri Teidän ottaneen nämä ajatukset suhteellisuusteorian perustaksi? Olettehan korostanut, että absoluuttisesta ajasta ei saa puhua, koska absoluuttista aikaa ei voi havaita. Ainoastaan kellonluke- mat, joko liikkuvassa tai levossa olevassa referenssijärjestelmässä, ovat ajan määrittämiseksi ratkaisevia.'

Einstein vastasi: 'Ehkä olen soveltanut tämän kaltaista filosofiaa, mutta siitä huolimatta se on epämieliekästä. Tai varovaisemmin voin sanoa, että sen mielessä pitämällä, mitä todella havaitaan, on heuristista arvoa. Periaatteelliselta kannalta on kuitenkin aivan väärin pyrkiä perustamaan teoria vain havaittaville suureille. Asiahan on todellisuudessa aivan päinvastoin. --'

Minusta tämä Einsteinin asennoituminen oli hyvin yllättävä, vaikka oivalsinkin hänen argumenttinsa, Sen tähden esitin vastakysymyksen: 'Ajatus, että teoria on oikeastaan vain ajattelun ekonomian prinssiipin mukainen havaintojen yhteenvedo, on kuitenkin kuulemma peräisin fysiikolta ja filosofilta Machilta, ja yhä uudelleen väitetään, että suhteellisuusteoriassanne Te olette ratkaisevalla tavalla soveltanut juuri tätä Machin ajatusta. Juuri äsken sanomanne näyttää minusta kuitenkin osoittavan täsmälleen päinvastaiseen suuntaan. Mitä minun siis oikeastaan tulisi uskoa, tai oikeammin, mitä Te itse uskotte tästä asiasta.'"

Heisenberg siis hämmästeli Einsteinin tieteenfilosofian muutosta vuodesta 1905, kuten tekivät myös Frank ja Bridgman. Heisenbergin todistuksen mukaan Einstein oli itse tunnistanut muutoksen. Kuitenkaan Einstein ei tunnu peruutta-

neen 'ontologisia' johtopäätöksiään, joita hän oli aikanaan perustellut operationalistisella filosofialla.

Einstein esitti väitteen (a): *Ei ole olemassa absoluuttista aikaa.*

Heisenberg esitti väitteen (b): *Atomien sisällä ei ole olemassa elektronien ratoja.*

Einstein *ei* hyväksynyt väitettä (b). Heisenberg sanoi, että väitteiden (a) ja (b) *perustelut* vetoavat samaan tieteenfilosofiaan, ja se on Einsteinin oma filosofia. Einstein sanoi, että nyttemmin hän pitää tätä filosofiaa *vääränä*. Heisenberg ei ikävä kyllä kysynyt, pitääkö Einstein edelleenkin väitettä (a) oikeana, ja jos pitää, niin mistä syystä, kun hän on hylännyt metodologisen argumentin.

Einstein ilmeisesti piti loppuun asti väitettä (a) oikeana, ja otaksuttavasti syynä oli, että hänen mukaansa 'maailma oli sellainen'. Samasta syystä hän piti väitettä (b) *vääränä*. Mistä kaikista syistä Einstein ajatteli näin, on toinen kysymys. Metodologisia syitä ainakaan ei ollut.

Heisenbergin kysymys: "Mitä minun siis oikeastaan tulisi uskoa" on ymmärrettävä ja oikeutettu. Sama kysymys tulee monelle mieleen Einsteinin tekstien filosofiaa pohdittaessa. Problemaattisempi on toinen kysymys: "Mitä Te itse uskotte tästä asiasta." Useat ovat yrittäneet rakentaa eri ajoilta peräisin olevista Einsteinin lausumista yhtenäisen tieteenfilosofian, mutta tätä yrittäessään ovat joutuneet vaikeuksiin (ks. esim. Margenaun, Frankin, Lenzenin ja Northropin artikkeleita teoksesta *Schilpp* 1957). Mahdollisesti täytyy vedota 'epäfilosofisiin' asioihin, nimittäin siihen, millä tavalla Einstein katsoi eri vaiheissa tarpeelliseksi puolustaa teorioitaan. Vuonna 1905 hän tarvitsi yhdenlaista puolustusta erityiselle suhteellisuusteorialle, vuosina 1911–1917 toisenlaista puolustusta yleiselle suhteellisuusteorialle, ja 1920-luvulta alkaen jälleen uudenlaista puolustusta yhtenäisteorioilleen.

Niinpä Einstein muutti (ainakin julkisesti esittämänsä) tieteenfilosofiaa kunkin tilanteen vaatimusten mukaiseksi. Heisenberg hämmästelee: "Ajattelin juuri Teidän ottaneen nämä ajatukset suhteellisuusteorianne perustaksi". Hänkin on siis käsittänyt erityisen suhteellisuusteorian teoriaksi, jonka *perustana* on operationalistinen tieteenfilosofia. Einstein pelasi vuonna 1905 tällä filosofisella kortilla, ja sai monet uskomaan sen merkittävyyteen.

Einsteinin introspektiivisyys

Edellä sanotusta ilmenee, että Einstein ei hyväksynyt kvanttimekaniikan silloisen tulkinnan mukaista pitäytymistä vain havaittaviin suureisiin fysiikkaa rakennettaessa. Hän ei "saata uskoa, että meidän täytyy todellakin ja lopullisesti luopua esittämästä fysikaalista realiteettia välittömästi ajassa ja paikassa" ("Teoreettisen fysiikan perustukset", *Einstein* 1982 s. 334). Tässä kuten moniaalla muuallakin hän vetoaa omiin tunteuksiinsa fysikaalisten teorioiden oikeellisuuden kriteerinä. Asennettaan hän perusteli omilla 'intuitiivisilla' näkemyksillään ja 'tieteellisellä vaistollaan'. Esimerkiksi artikkelissaan "Fysiikka ja todellisuus" (s. 291) hän kirjoitti kvanttimekaniikan statistisesta luonteesta: "Tällaisen uskomien on loogisesti mahdollista ilman ristiriitaa, mutta se on niin minun tieteellisen vaistonivaista, että en voi luopua täydellisemmän käsitteistön etsimisestä."

Kun Einsteinia kritisoitiin hänen asenteestaan, kriitikot totesivat, että samoja intuitioon ja 'tieteelliseen vaistoon' vetoavia argumentteja olivat Einsteinin vastustajat käyttäneet puolustaessaan traditionaalisia ajan ja paikan käsitteitä Einsteinin operationalismia vastaan. Einstein joka tapauksessa siirtyi esittämään yhä enemmän yksilöpsykologiaan vetoavia argumentteja uusien teorioittensa puolesta. Esimerkiksi nostaessaan "kappalemaisena objektin" käsitteen realistisen tietoteoriasena peruskäsitteeksi ("Fysiikka ja todellisuus", s. 291) hän kuvailee tämän käsitteen konstruktiota varsin yksilöpsykologisin termein, ja tällöin päätyy pitämään sitä "ihmisen tai eläimen" mielivaltaisena luomuksena. Einsteinin realismi perustuu omaan hyvin tunneperäiseen kokemukseen. Tätä valaisee se, mitä Einstein omaelämäkerrassaan kertoo varhaisista vaikutteistaan (*Einstein* 1957 s. 8):

"En epäile, että ajattelumme tapahtuu suurimaksi osaksi käyttämättä merkkejä (sanoja), ja lisäksi pitkälti tiedostamattomasti. Miten saattaisimme muuten toistamiseen päätyä aivan spontaanisti 'ihmettelemään' jotakin kokemaamme? Tällaista 'ihmettelemistä' näyttää esiintyvän silloin, kun jokin kokemus joutuu ristiriitaan meidän riittävästi kiinteytyneen käsitteistömme kanssa. Kun tällainen ristiriita koetaan voimakkaasti ja intensiivisesti, se vaikuttaa ratkaisevalta tavalla takaisin meidän ajatusmaailmaamme. Tämän ajatusmaailman kehittyminen on tietysti mielessä pysyvää pakenemista 'ihmeestä'."

Tämä tuntuu miltei sen rationalisoimiselta, miten Einstein esitti ajan, paikan ja samanaikaisuuden probleemin asiana, jossa kokemus joutui ristiriitaan traditionaalisesti itsestään selviksi hyväksytyjen käsitteiden kanssa. Filmer Northrop kuvailee tilannetta (*Schilpp* 1957 s. 388, 389):

”Tämän alan keksijälle näyttävät hänen mielikuvituksensa tuotteet niin välittömiltä ja luonnollisilta, että hän pitää niitä ja toivoisi muidenkin pitävän niitä annettuina realiteetteina, ei ajatellun luomuksina. --

Kun tieteilijä on näiden deduktiivisesti formuloidujen konstruktoiden parissa yhä paremmin kuin kotonaan, ne kuitenkin valloittavat hänen mielikuvituksensa siinä määrin, että ne näyttävät sekä ’välttämättömiltä että luonnollisilta’, --”

Yksi Einsteinin tieteenfilosofian ajallisen muuttamisen tendensseistä on siirtyminen julkisesta kohti ei-julkista. Jo populaarikirjan pykälässä 21 (*Einstein* 2001 s. 47) hän tuntuu identifioivan ”johdonmukaisesti ajattelevan ihmisen” ajatuskuviot omiensa kanssa. Tästä perspektiivistä voimme pohtia, mitä Einstein tarkoittaa sanalla *ihminen* kirjoittaessaan omaelämäkerrassaan (*Einstein* 1957 s. 11): ”Käsitteiden järjestelmä on ihmisen sekä käsitejärjestelmän struktuurin määrävien syntaktisten sääntöjen luomus.” Voimme ehdottaa tuolle sanalle vaikkapa seuraavia merkityksiä:

- (a) *Ihminen* on missä tahansa maailman-kaikkeudessa asustava älyllisten olentojen sukukunta.
- (b) *Ihminen* on Maapallon pinnalla elävä ihmisten suku.
- (c) *Ihminen* on jokin Maapallon pinnalla kehittynyt kulttuuripiiri. (Mikä?)
- (d) *Ihminen* on tieteenharjoittajien yhteisö.
- (e) *Ihminen* on joku yksilöllinen tieteenharjoittaja. (Kuka?)
- (f) *Ihminen* on Albert Einstein.

Tuntuu siltä, että varsinkin myöhempinä vuosinaan Einstein käyttää käsitettä *ihminen* merkityksessä (f). Vähintäänkin hän tuntuu oletavan, että tieteen olemusta, metodeja ja filosofiaa analysoidessa kaikki olennainen merkityksistä (a)–(e) on löydettävissä tutkimalla asiaa merkitykseen (f) nojautuen. Tällä tavoin ratkeaa yhdellä iskulla merkityksiin (c)–(e) sisältyvä tieteen sosiologia niin suuresti kaiheartava relativismin problemii.

KIRJALLISUUTTA

- Born, Max (1922): *Die Relativitätstheorie Einsteins*. Dritte Auflage. Verlag von Julius Springer, Berlin 1922. (1. Auflage 1920)
- Born, Max (1962): *Einstein's Theory of Relativity*. Dover Publications, New York 1962 (1924).
- Bridgman, Percy Williams (1936): *The nature of Physical Theory*. Dover, New York n.d. (1936).
- Bridgman, Percy Williams (1957): "Einstein's Theories and the Operational Point of View". Teoksessa Schilpp (1957), s. 313-332
- Einstein, Albert (1951): *The Meaning of Relativity*. London 1951 (1922).
- Einstein, Albert (1952): "On the Electrodynamics of Moving Bodies". Teoksessa Hendrik Antoon Lorentz, Albert Einstein, Hermann Minkowski and Hermann Weyl, with notes by Arnold Sommerfeld: *The Principle of Relativity, a collection of original memoirs on the special and general theory of relativity* (transl. by W. Perrett and G. B. Jeffery). Dover, New York 1952 (1924), s. 35-65.
- Einstein, Albert (1957): "Autobiographical Notes / Autobiographisches". Teoksessa Schilpp (1957), s. 1-95
- Einstein, Albert (1982): *Ideas and Opinions*. Three Rivers Press, New York 1982 (1954).
- Einstein, Albert (2001): *Über die spezielle und die Allgemeine Relativitätstheorie* (23. Auflage). Springer; Berlin, Heidelberg, New York, 2001 (1988).
- Fischer, Klaus (1999): *Einstein*. Herder; Freiburg, Basel, Wien, 1999.
- Frank, Philipp (1957): "Einstein, Mach and Logical Positivism". Teoksessa Schilpp (1957), s. 269-286.
- Frank, Philipp (1967): *Einstein; his Life and Times*. New York 1967 (1947).
- Freundlich, Erwin Finlay (1916): *Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie*. Verlag von Julius Springer, Berlin 1916.
- Fölsing, Albrecht (2000): *Albert Einstein, Elämäkerta*. Suom. Seppo Hyrkäs, Terra Cognita, Helsinki 2000.
- Heisenberg, Werner (1969): *Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik*. München 1969.
- Schilpp, Paul Arthur (ed.)(1957): *Albert Einstein: Philosopher – Scientist*. Tudor Publ. Co., New York 1957 (1949).
- Stachel, John (2002): *Einstein from 'B' to 'Z'*. Birkhäuser, Boston – Basel – Berlin 2002.

Kirjoittaja on Teknillisen korkeakoulun matematiikan emeritusprofessori. Hänen kääntämään ja kommentoimanaan ilmestyy vuoden lopulla Albert Einsteinin teos "Erityisestä ja yleisestä suhteellisuusteoriasta", julkaisijana Tähtitieteellinen Yhdistys Urso.