

Vesa Kautto

Einstein ja tieteellinen kommunikaatio

Albert Einsteinista (1879–1955) on ilmestynyt satoja biografioita. Suomeksi elämäkertoja on julkaistu muutama. Tuorein on saksalaisen tiedetoimittajan Albrecht Fölsingin teos (Albert Einstein. Elämäkerta. Suomentanut Seppo Hyrkäs. Alkuteos 1993. Suomentoksen 1. p. 1999. 2. p. 2000. Helsinki: Terra Cognita. 732 s.).

Fölsing selostaa laajasti Einsteinin tieteellisen ajattelun kehittymistä ja tuo samalla esille, miten Einstein paneutui fysiikan kirjallisuuteen ja mitä kanavia hän käytti tieteelliseen kommunikaatioon.

Albert Einsteinin vanhemmat olivat Saksan juutalaisia. Einsteinin isällä oli yhdessä insinöörioveljensä kanssa sähkötekniikan tehdas Münchenissa. Uraa pohjustavia luonnontieteellisiä virikkeitä Albert Einstein sai lapsena perheen vakinaiselta sapatinvieraalta Max Talmudilta (Talmey), joka opiskeli lääketiedettä. Talmud toi Albertille luettavaksi luonnontieteellisiä teoksia. Kaksitoistavuotiaana Albert sai Talmudilta tasogeometrian oppikirjan, jonka kävi harjoitukseen läpi parissa kuukaudessa. Sitten Einstein siirtyi vaativampiin teoksiin ja ohitti nopeasti Talmudin matematiikan tiedoissa.

Einsteinin veljesten yrityksen vararikko aiheutti Albertin vanhempien siirtymisen Italiaan vuonna 1884. Albert itse hakeutui Sveitsiin, ensin Aaraan kantonikouluun ja sitten Zürichin teknilliseen korkeakouluun luonnontieteen ja matematiikan opettajia valmistavaan osastoon. Korkeakoulun luento-opetus ei Einsteinia suuresti kiinnostanut, mutta hän luki asunnossaan teoreettisen fysiikan mestareiden kirjoja innostuneena mutta kriittisenä. Korkeakoulusta Einstein valmistui vuonna 1900. Hän aloitti välittömästi väitöskirjan valmistelun ja julkaisi ensimmäisen tutkielmansa (kapillaari-ilmiöstä) aikakauslehdessä *Annalen der Physik*. Tätä lehteä hän seurasi hyvin tarkasti ja kommentoi sen artikkeleita kirjeissään fyysikkovaimolleen Milealle.

Einstein haki turhaan yliopistoassistentuureja Saksasta, Hollannista ja Italiasta, mutta sai 1902 paikan Sveitsin patenttitoimistossa

Bernissä. Työtään patenttivirastossa Einstein arvioi jälkeinpäin myönteisesti. Hän katsoi sen pakottaneen monipuoliseen ajatteluun ja antaneen tärkeitä virikkeitä myös fysiikan alalla. Einstein piti onnena, ettei joutunut nuorena akateemiseen oravanpyörään, jossa olisi ollut tuotettava nopeasti ja pinnallisesti tieteellisiä kirjoituksia. Einsteinin ajattelutapa oli – yllättävää kyllä – enemmän visuaalinen kuin käsitteellinen ja sopi hyvin patenttien arviointiin samoin kuin hänen suuri kriittisyytensä. Bernissä Einstein kutsuttiin 1903 sikkäläisen luonnontutkijain seuran jäseneksi, ja hän osallistui varsin tiheästi sen kokouksiin.

Vuonna 1902 Einstein julkaisi kaksi artikkelia ja kumpanakin seuraavana vuonna yhden, kaikki lehdessä *Annalen der Physik*. Vuoden 1902 julkaisut käsittelivät termodynamiikkaa, ja osoittavat, että Einstein ei tuntenut Ludwig Boltzmannin tutkimuksia, jotka tämä oli julkaissut Wienin keisarillisen tiedeakatemian pöytäkirjoissa. Einsteinin itsenäisesti tekemät keksinnöt jäivät huomiotta siitä syystä, että 1902 oli ehtinyt ilmestyä amerikkalaisen Gibbsin teos statistisen mekaniikan perusperiaatteista, joka käsitteli samoja ongelmia kuin Einstein.

Vuoden 1904 lopulla Einstein pyydettiin avustajaksi lehteen *Beiblätter zu den Annalen der Physik*. Siinä ei julkaistu alkuperäisartikkeleita vaan käsiteltiin muissa lehdissä, varsinkin ulkomaisissa, ilmestyneitä artikkeleita ja joskus myös kirjoja. Tehtävä antoi Einsteinille tilaisuuden tutustua fysiikan kirjallisuuteen laajasti ja täydensi Bernin kirjastojen tarjontaa.

Vuosi 1905 oli Einsteinin suuri vuosi. Fölsing luonnehtii sen sisältöä seuraavasti: Einstein sai kolmen kuukauden kuluessa valmiiksi neljä tutkimusta, jotka mullistivat fysiikan. Niistä ensimmäinen käsitteli heuristisesta näkökulmasta valon syntyä, ja se toi Einsteinille vuonna 1922 Nobelin palkinnon. Toisen, molekyylien koon mittaustapaa koskevan tutkimuksen nojalla hänet hyväksyttiin Zürichin yliopistossa tohtoriksi. Kolmas tutkimus teki Einsteinista modernin statistisen mekaniikan perustajan. Neljäs tutkimus

kätki sisäänsä suppean suhteellisuusteorian ytimen. Einsteinin keksinnöt saivat välittömästi huomiota, ja toinen ja kolmas tutkimus kuuluvat 1900-luvun siteeratuimpiin tieteellisiin töihin. Fölsingin mukaan ensimmäistä ja neljättä tutkimusta taas pidetään modernin fysiikan perusteina ja sellaisina selviöinä, ettei niihin juuri kukaan viittaa fysiikan historiaa tutkivia lukuun ottamatta.

Kolme edellä mainitusta tutkimuksesta ilmestyi *Annalen der Physik* lehdessä vuonna 1905 kahden kuukauden kuluessa käsikirjoitusten saapumisesta. Einsteinin hyväksytyä väitöskirjaa ei lehden toimittaja Paul Drude kuitenkaan kelpuuttanut sellaisenaan lehteen, vaan vaati pieniä lisäyksiä. Fölsingin mukaan se oli ensimmäinen ja viimeinen kerta, kun Einsteinille kävi näin. Fölsing kumoaa itse myöhemmin tämän väitteensä.

Valoa käsittelevä Einsteinin tutkimus väitti, että valosäteen edetessä sen energia koostuu äärellisestä määrästä avaruuden pisteissä sijaitsevia energiakvantteja. Tutkimuksen alussa Einstein kritisoi Max Planckin joulukuussa 1900 esittämää kaavaa mustan kappaleen säteilystä huomauttaen, että Planck käytti sitä laatiessaan kahta muuta kaavaa, jotka olivat ristiriidassa keskenään. Jos tieteellisen työn vallankumouksellisuutta osoittaa, että aikalaiset eivät halua sitä ymmärtää ja että sen hyväksyminen vie vuosikausia, Einsteinin näkökulma oli erittäin vallankumouksellinen, eikä Planck hyväksynyt sitä moneen vuoteen. Siitä huolimatta Planck, joka oli annalien toinen päätoimittaja, otti Einsteinin artikkelin huomauksitta julkaistavaksi.

Toisin kävi, kun Einstein vuonna 1936 tarjosi nuoren tutkijatoverinsa Nathan Rosenin kanssa artikkelia Yhdysvaltojen johtavaan fysiikan aikakauslehteen *Physical Review*. Lehti palautti gravitaatioaaltoja koskevan tekstin kirjoittajille ja mukana seurasi pitkä arvio ja lukuisia parannusehdotuksia. Käsikirjoitus oli normaaliin tapaan annettu anonyymeille arvioijille – ehkä ilman kirjoittajien nimiä. Einstein oli raivoissaan, veti työnsä takaisin, vältteli jatkossa koko lehteä ja tarjosi käsikirjoituksia ainoastaan sellaisille lehdille, joissa ei taatusti ollut arvioijia.

Voidaan pohtia, olisiko normaalin vertaisarvioinnin käyttö estänyt tai hidastanut Einsteinin vuoden 1905 käänntekevien tutkimusten julkituloa. Mahdotonta se ei olisi ollut. Campanario (1996, 303) luettelee 12 tapausta, joissa myöhemmin Nobel-palkitun luonnontieteellisen keksinnön selostus oli palautettu lehdestä hyljättyä. Weller (2001, 120–129) toteaa, että tiedeyhteisö on hidas

hyväksymään radikaalisti uusia ajatuksia. Joidenkin mielestä asiantuntija-arviointi ei tässä kohden toimi. Toisten mielestä ei ole ihme, jos vallitsevan paradigman vastaiset käsikirjoitukset tulevat hylätyiksi, mutta ajan myötä uudet ideat murtautuvat läpi.

Lääketieteellisen huippulehden *Lancetin* toimituskunta arvioi itse pääosan käsikirjoituksista, ja lehdessä julkaistaan keskustelun herättämiseksi kiistanalaisiakin tutkimustuloksia. Samantapainen periaate näyttää ohjanneen *Annalen der Physik*in toimintaa, onneksi Einsteininille.

Suppean suhteellisuusteorian perusartikkelin *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* (Liikkuvien kappaleiden sähködynamiikasta, *Annalen der Physik* 17, 1905) Einstein kirjoitti 5–6 viikossa, mutta kirjoittamista edelsi kymmenen vuotta kestänyt pohdinta, joka oli alkanut jo Aaraun kantonikoulussa. Fölsing kiinnittää huomiota siihen, että artikkelissa ei ole yhtään lähdeviittausta. Fölsing selostaa Einsteininille todennäköisesti tuttuja muitten tutkijoiden julkaisuja, joissa oli aiemmin sivuttu samaa aihepiiriä, ja mainitsee muun muassa H. A. Lorentzin, Max Abrahamin ja Walther Kaufmannin nimet. Nämä pohjasivat kuitenkin ajattelunsa eetterimalliin, jonka Einstein hylkäsi. Mutta toisissa yhteyksissä Einstein julkituo Galilein, Newtonin, Maxwellin ja Lorentzin henkilöinä, joiden luomalle pohjalle hän oli voinut rakentaa teoriansa, ja toteaa Poincarén, Humein ja Machin vaikutuksen ajatteluunsa.

Vuoden 1905 tutkimukset tekivät Einsteinin tunnetuksi johtavien fyysikkojen keskuudessa. Nobelisti Philipp Lenard alkoi käydä hänen kanssaan kirjeenvaihtoa, ja Wilhelm Röntgen pyysi eripainosta suhteellisuusteoria-artikkelista. Vähitellen alkoi tulla myös kutsuja esitelmöijäksi ja jäsenyyksiä tiedeakatemoissa. Tieteellisissä konferensseissa Einstein ei ollut kovin innostunut käymään, mutta Fölsing luonnehtii häntä intohimoiseksi tiedettä koskevien kirjeiden kirjoittajaksi. Kustantajien pyynnöt suhteellisuusteoriaa koskevista monografioista eivät johtaneet tuloksiin. Einstein kirjoitti paljon, mutta julkaisi vain kaksi suppeaa kirjaa. Fölsing toteaa (mt. 204): “Hän ei kirjoittanut yhtään oppikirjaa tai edes monografiaa, jossa hän olisi antanut auktoriteettina yleiskuvan oman aikansa tutkimuksen tilasta. Jo tunnetun tiedon käsittely ei häntä kiinnostanut vaan ainoastaan se, mitä hän ei itse vielä tiennyt.” Toisaalta on todettava, että Einstein kyllä suostui laatimaan sanomalehtiin kansantajuisia katsauksia näkemyksistään.

Vuonna 1909 Einstein nimitettiin Zürichin yliopiston professoriksi, sitä seurasivat professuuri Prahan yliopistossa, paluu Zürichiin ja siirtyminen Berliiniin vuonna 1913 Preussin kuninkaallinen tiedeakatemiaan hyvin palkatuksi jäseneksi. Hitlerin valtaannousun seurauksena Einstein asettui 1933 loppuiäkseen Yhdysvaltoihin, jossa hänelle oli järjestetty virka Princetonissa tutkimuslaitoksessa Institute of Advanced Studies. Valtava julkisuus sekä työ rauhan puolesta ja juutalaisten hyväksi vaati Einsteinilta paljon aikaa ja huomiota ensimmäisen maailmansodan jälkeen elämän loppuun saakka.

Yleistä suhteellisuusteoriaa Einstein alkoi kehittää vuonna 1907. Hän totesi, että painovoimaa lukuun ottamatta kaikki luonnonlait voidaan käsitellä suppean suhteellisuusteorian puitteissa. Laajemman teorian kehittäminen pakotti Einsteinin laajentamaan puutteelliseksi tuntemiaan matematiikan tietojaan ja muun muassa hyväksymään entisen opettajansa Hermann Minkowskin kuvauksen neliluotteisesta avaruudesta. Hän pyysi myös apua ystävältään matemaatikko Marcel Grossmanilta. Yleisen suhteellisuusteorian kehittäminen vaati monta vuotta rankkaa työtä, jonka tuloksena syntyi useita saksankielisiä julkaisuja vuosina 1914–16.

Einsteinin äidinkieli oli saksa, nuoruudessaan hän oli oppinut myös ranskaa ja italiaa ja Yhdysvaltoihin siirtäytään hän saavutti jonkinasteisen englannin kielen taidon. Mutta saksa pysyi hänellä ajattelun ja ilmaisun kielenä, vaikka hänen suhtautumisensa Saksaan muuttui erittäin kielteiseksi. Kun saksankielinen alue oli ennen toista maailmansotaa fysiikan valtaa, ei kirjoittaminen saksaksi haitannut tieteellistä kommunikointia. Princetonin aikanaankin Einstein luki mieluummin saksaksi, ja kaiken tärkeänä pitämänsä hän kirjoitti saksaksi ja käänätti englanniksi. Tältä ajalta on paljon yhteisjulkaisuja.

Fölsingin kirjassa on luettelo Einsteinin tieteellisistä kirjoituksista. Vuosina 1901–1932 ilmestyi noin 260 julkaisua, eli keskimäärin 8 vuodessa. Julkaisuista oli 89 % saksankielisiä. Vuosilta 1933–1955 on 60 julkaisua, joista 80 % englanninkielisiä. Näiden vuosien keskiarvo on 2,6.

Vallankumoukselliset mutta vähitellen hyväksytyt ajatukset tekivät Einsteinista fyysikkojen keskuudessa hyvin arvostetun ja suuren yleisön keskuudessa juhlitun sankarin. Mutta 1920-luvulla Einsteinin kriittinen suhtautuminen kvanttimekaniikkaan vei hänet vähitellen yksinäiselle tielle. Erkaantuminen alkoi, kun

24-vuotias Werner Heisenberg julkaisi 1925 kvanttiteoreettisen artikkelinsa lehdessä *Zeitschrift der Physik*. Siihen asti Einstein oli ollut edellä aikaansa kaikessa, mikä koski kvanttifysiikkaa, nyt hän ei halunnut seurata mukana. Einstein kyllä onnitteli Heisenbergia artikkelista ja ehdotti keskustelua siitä, mikä toteutuikin 1926 Berliinissä. Keskustelussa Einstein kritisoi voimakkaasti Heisenbergin perusteesiä. Samoin Einstein onnitteli Erwin Schrödingeriä 1926 tämän kvanttiteoreettisesta tutkimuksesta, mutta esitti samalla kritiikkiä. Vaikka Einstein ei hyväksynytäkään Heisenbergin ja Schrödingerin ajatuksia, hän kuitenkin suositteli näille vuoden 1929 Nobel-palkintoa.

Einsteinin kritiikki kvanttimekaniikkaa kohtaan muutti ajan mittaan sikäli luonnettaan, että kun hän aluksi piti “poikafysiikan” näkemyksiä väärinä, hän katsoi ne myöhemmin epätäydellisiksi. Elämänsä loppuun Einstein pyrki luonnon täydelliseen kuvaamiseen ja yleiseen suhteellisuusteoriaan perustuvan yhtenäisteorian luomiseen. Tämä pyrkimys elää yhä (Weinberg 1999).

Einsteinin ikätoverit olivat pahoillaan siitä, että eivät kyenneet vakuuttamaan alansa suurinta edustajaa kvanttimekaniikasta, nuoremmat taas alkoivat pian kohautella olkapäitään hänen vastaväitteilleen ja pitivät häntä yksinkertaisesti “taantumuksellisena”. Einsteinin eristäytymistä omaan maailmaansa kuvaa asennoituminen Niels Bohriin. Vuoden 1928 Solvay-konferenssin yhteydessä Bohr ja Einstein kävivät yökausia väittelyitä kvanttimekaniikasta. Mutta kun Bohr saapui 1939 neljäksi kuukaudeksi Princetoniin, Einstein tapasi hänet vain kerran iltapäivävastaanotolla ja juttelu oli hyvin ylimalkaista. Einstein keskusteli mieluummin suoraan Jumalan kanssa siitä, miten tämä oli maailman luonut ja oliko luomistyössä ollut vaihtoehtoja.

Kirjallisuus

- Campanario, Juan Miguel. Have referees rejected some of the most-cited articles of all times? *Journal of the American Society for Information Science* 47(4): 302–310, 1996.
- Weinberg, Steven. Unelmia viimeisestä teoriasta. Suom. Jukka Maalampi. Helsinki: Art House 1999.
- Weller, Ann C. Editorial peer review: Its strengths and weaknesses. Medford, NJ: Information Today 2001.