

KARL POPPER JA TIETEEN RATIONAALISUUS



Karl Popper kritisoi käsitystä, jonka mukaan luonnontieteen tulokset ikään kuin kasautuisivat toistensa päälle ja muodostaisivat lopulta laajan, yhtenäisen ja ristiriidattoman kokonaisuuden. Tiede edistyy myös suurten murrosten kautta.

Kävaltalais-englantilaisesta filosofiasta **Karl Popperia** (1902–1994) on toisinaan syytetty turhan ankarista tieteellisten tulosten kumoamiseen liittyvistä vaatimuksista. Joidenkin väitteiden mukaan Popperin tietoteoria ei salli tieteelle juuri minkäänlaista kehitystä. Tämän käsityksen hän on kuitenkin itse kiistänyt muun muassa Oxfordin yliopistossa vuonna 1973 pitämässään Spencer-luennossa.

Popperin käsitys tieteen kehityksestä perustui hänen muodostamaansa falsifikationismiteesiin (englanniksi *falsifiability*). Se esitti, että teoriaa voitaisiin pitää tieteellisenä vain siinä tapauksessa, että se voitaisiin periaatteessa todistaa vääräksi. Varhaisin ja tunnetuin muotoilu väittämästä löytyy

hänen varhaistutkimuksestaan *Logik der Forschung* (1935).

Väitteen perustavana lähtökohtana oli yritys löytää sellainen empiirinen koejärjestely, joka kykeni kumoamaan ilmiölle esitetyn selityksen eli hypoteesin. Yksi ainoa vastaväite riitti todistamaan hypoteesin vääräksi. Teoria ei kuitenkaan vaatinut juuri minkäänlaista osoitusta siitä, miltä osin hypoteesi olisi voinut olla hyväksyttävissä. (Diez 2011, 110.)

Falsifikationismi hyökkäsi erityisesti induktiivista tiedekäsitystä vastaan. Induktiivisuus tarkoittaa sitä, että yksittäisistä tapauksista pyritään yleistämään yleisiä teorioita. Popperin mukaan on kuitenkin tuhoisaa toimia siten, että kerätään faktoja ja pyritään tekemään niistä päätelmiä induktiivisesti.

Karl Popper vuonna 1993.

Hänen mukaansa näin voidaan löytää ainoastaan lisävahvistusta jo olemassaoleville löydöksille ilman, että puututtaisiin teorian ennustettavuuteen, selitysvoimaan tai menetelmällisiin lähtökohtiin.

Falsifikationismin tarkoituksena oli kieltää löydöksiltä ehdoton totuudellisuus ja esittää sen sijaan uusia rohkeita arvauksia ilmiön selittämiseksi. Periaatteessa mikä tahansa uusi havainto tai havainnon kanssa ristiriidassa oleva teoreettinen väittämä saattoi kaataa kerättyihin havaintoihin perustuneen tuloksen. (Popper 1935, 3–4; Popper 2002, 6–7.) Tieteellinen tieto kehittyi näin ajatellen pikemminkin virheitä korjaamalla kuin uutta induktiivista lisävahvistusta löydökselle keräämällä.

Seuraavassa tarkastelen lyhyesti Popperin väitteitä tieteen jatkuvuudesta ja katkoksisista hänen Spencer-luentonsa avulla ja puolustan samalla käsitystä, jonka mukaan Popperin väite tieteen rationaalisuudesta selittää tieteen ajallisen kehityksen huomattavan paljon paremmin kuin esimerkiksi positivistien yritykset, joissa tieteen kehitys yritettiin nähdä tulosten kasaamiseen perustuvana induktiivisena kasvuna.

TIETEEN KEHITTÄMISEN ESTEET

Popper esitti Oxfordin yliopistossa pitämässään Spencer-luennossa käsityksiään tieteen kehityksen rationaalisuudesta ja pohti tieteellisten murrosten luonnetta. Vuoden 1973

luennot (*Herbert Spencer Lectures*) julkaistiin yhtenäisenä sarjana **Rom Harrén** toimittamassa teoksessa *Problems of Scientific Revolutions* (1975).¹

Popperin mukaan näiden luentojen ongelmana oli se, että sarjalle valittu otsikko oli ”Tieteen kehityksen edellytykset ja esteet”. Otsikko suuntasi huomion esteiden sijaan vääjäämättä tieteen edistykseellisyteen ja voittokulkuun. Kysymyksenasettelu ei ollut väärä, mutta se painotti tieteen ongelmaton edistystä turhan paljon.

Popper pyrki tieteen innokkaiden puolesta puhujien sijaan suuntaamaan huomionsa tieteen todellisiin esteisiin ja kehityksen luontaisiin ongelmiin. Tämä siirsi näkökulman tieteen yksioikoista kehitystä painottavasta suhtautumistavasta kriittisen keskustelun alueelle. (Popper 1992, 80.)

Popper arvosteli erityisesti sellaista positivistista tiedekäsitystä, joka pyrki nojautumaan niin sanottuun operationalismiin (englanniksi *operationalism*). 1800-luvun loppuun ja 1900-luvun alun positivistit olivat kehittäneet operationalismia, jonka tarkoitus oli lisätä tulosten ennustettavuutta ja selitysvoimaa palauttamalla löydökset yksiselitteisiin tieteellisiin käsitteisiin ja osoittamalla niiden todelliset vaikutukset matemaattisten muuttujien avulla. (Holton 1998, 230.)

¹ Tässä käytetään kuitenkin helpommin saatavilla olevaa artikkelisarjaa *Scientific Revolutions* (1981/1992), joka sisältää Popperin tekstin uusintajulkaisuna täydellisessä muodossaan (katso Popper 1992).

Tieteelliset keksinnöt olivat aina joiltain osin sattumanvaraisia.

Operationalismin ongelmaksi muodostui, että pyrkiessään muuntamaan kaikki luonnossa vallitsevat monimutkaiset ilmiöt yksinkertaisiksi matemaattisiksi peruslauseiksi menettelytapa kadotti aina jotain ilmiön keskeisestä sisällöstä. Hyvän määritelmän lähestymistavalle tarjosi englantilainen fyysikko **Arthur Eddington** (1882–1944) toteamalla fysikaalisten kvantiteettien määrittelyn perustuvan operationalismissa ainoastaan sarjaan matemaattisia operaatioita ja laskelmia (Eddington 1923, 5).

Popper ei kieltänyt tieteen kehitystä. Hän vain suhtautui kriittisesti sellaiseen positivistiseen käsitykseen, jonka mukaan luonnontieteen tulokset ikään kuin kasautuisivat toistensa päälle ja muodostaisivat lopulta laajan, yhtenäisen ja ristiriidattoman kokonaisuuden.

EVOLUTIONISTISEN NÄKÖKULMAN ONGELMAT

Popperin Spencer-luento jakautui kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa hän käsitteli tieteen menetelmällistä ja teoreettista kehitystä ja jälkimmäisessä joitain tieteen kehityksen

sosiaalisia ja tietoteoreettisia esteitä. Yhdessä näiden tekijöiden tuli osoittaa, millaisin edellytyksin tiede saattoi kehittyä ja missä suhteessa tieteelliset käännteet olivat pikemminkin lyhyitä rationaalisia askelmia kuin todellisia ideologisia murroksia.

Popper aloitti tieteen evoluution eli kehityksen tarkastelulla, vaikka hän piti kyseistä lähtökohtaa suhteellisen toisarvoisena. Tieteen kehitys oli mahdollista esittää laajana historiallisena rakennelmana, joka osoitti tarkasteltavana olevan tieteen perustavat edellytykset ja muunnokset suhteessa tieteen laajaan ajalliseen kasvuun. (Schrödinger 1958, 33–35.) Tällainen aikavälin tarkastelu ei silti paljastanut kovin hyvin menetelmällisiä ja teoreettisia ongelmia, jotka liittyivät tieteellisten keksintöjen muodostukseen.

Erityisiä vaikeuksia tieteen ajallisen kehityksen kuvauksessa tuotti se, että tieteelliset keksinnöt olivat aina joiltain osin sattumanvaraisia. Tämä ei tarkoittanut täydellistä mielivaltaa kaikkien valittavissa olevien teoreettisten ja menetelmällisten vaihtoehtojen välillä, vaan pikemminkin tutkijoiden pyrkimystä valita vaihtoehtoista tutkimusta

Popperin mukaan jokaisella yksittäisellä tieteenharjoittajalla oli oikeus puolustaa omia tutkimustuloksiaan, mutta jääräpäinen pitäytyminen tutuksi tulleissa lähtökohdissa saattoi johtaa tutkijan harhaan.

parhaiten palvelevat osatekijät. Käytännössä tieteilijät tuottivat tietoa tunnustelevin askelin ja pyrkivät sulkemaan tutkimuksesta pois huonosti kokonaisuuteen soveltuvat osat hypoteeseja testaamalla (englanniksi *the method of trial and the elimination of error[s]*). (Popper 1992, 82–83.)

Evolutionistinen lähestymistapa ei kyennyt arvioimaan tieteen yksittäisiä sivupolkuja tai uusia yllättäviä hypoteeseja riittävän täsmällisesti. Tieteelliset perinteet eivät murtuneet kokonaisvaltaisina paketteina siten kuin positivistit olivat asian ymmärtäneet. Uudet arvaukset saattoivat ratkaista yhden tai kaksi ongelmaa, mutta samalla ne avasivat poikkeuksetta joukon uusia kysymyksiä. Tällaisten uusien odottamattomien ongelmien esiintymiä voitiin löytää helposti muun muassa kvanttimekaniikan historiasta. (Popper 1992, 83.)

YRITYKSEN JA EREHDYKSEN MENETELMÄ

Tiede kehittyi yrityksen ja erehdyksen kautta, ja sen kasvu voitiin selvittää parhaiten vertaamalla tietyn lyhyen historiallisen aikavälin kilpailevia teorioita ja yksittäisiä osatuloksia toisiinsa. Tämä käsitys poikkesi positivistista siinä, että nämä olivat painottaneet tieteen induktiivista kehitystä huomattavan näkyvästi puuttumatta varsinkaan alkuvaiheessa tulosten muodostuksen taustalla vaikuttaviin käsitteellisiin ja teoreettisiin ongelmiin.

Positivistien keskeisenä lähtökohtana oli pyrkimys perustaa tieteen tulokset sellaisiin julkilausumiin, jotka voitiin palauttaa aina suoriin aistihavaintoihin. Tämä koski sekä astronomian kaltaista perinteistä tutkimusta että atomiteorioiden ja kvanttimekaniikan kaltaisia tutkimusaloja. (Holton 1998, 167–168.)

Popper ajatteli tästä poiketen, että saadesaan täsmällisen kielellisen, varsinkin mate-

maattisen muotonsa teoriasta tuli tieteen todellinen kohde ja samalla se alistui avoimelle kritiikille. Tieteilijöiden välinen keskustelu paransi teorioiden laatua asettamalla keskenään kilpailevat teorat vastakkain tai sallimalla uudenlaisia yhteistyömahdollisuuksia heidän välilleen. (Popper 1992, 87.)

Kyseinen lähtökohta ei tarkoittanut tiedeyhteisön kaikkien jäsenten ehdotonta sitoutumista yhteen ohjelmaan tai ratkaisuvaihtoehtoon. Popperin mukaan jokaisella yksittäisellä tieteenharjoittajalla oli oikeus puolustaa omia tutkimustuloksiaan, mutta jääräpäinen pitäytyminen tutuksi tulleissa lähtökohdissa saattoi johtaa tutkijan harhaan.

Sikäli kuin tieteilijä ei kyennyt itse kyseenalaistamaan käyttämänsä teorian perusteita, saattoivat muut tieteenharjoittajat tehdä sen. Falsifikationismiteesin alkuperäinen muotoilu korosti tiedeyhteisön jäsenten pyrkimystä tarttua kriittisesti ja laaja-alaisesti kilpailevien teorioiden ongelmakohtiin (Diez 2011, 106).

Käsitys muodosti merkittävän esteen perinteiselle induktiiviselle lähestymistavalle. Popper katsoi, ettei tieteen kehitys voinut nojata tulosten passiiviseen vastaanottoon ilman tutkijoiden aktiivista työpanosta. Tämä johtui tiedeyhteisön historiallisesti muotoutuneista sosiaalisista rakenteista ja tarkoitti sitä, etteivät tieteen havainnot (ja niiden myötä syntyneet tulokset) olleet koskaan täysin puolueettomia tai arvostelmista vapaita. (Popper 1992, 88.)

AIEMPIEN TULOSTEN KUMOAMINEN

Sikäli kuin tieteessä tapahtui jonkinlaista kasvua, Popperin mukaan sen täytyi perustua uuden teorian kykyyn kumota aikaisempi synnyttämällä uusi käsitys luonnosta. Näin ymmärretyn kehityksen lähtökohtana oli aina aikaisemman teorian jonkinlainen kriisiytyminen.

Käytännössä lähtökohta tarkoitti, että uuden teorian täytyi kyetä selittämään menestyksellisesti valtaosa aikaisemman teorian osatekijöistä tuottaakseen vähintään yhtä hyviä, mielellään parempia tuloksia kuin aikaisempi teoria. Näin ymmärretty käänne vaati uuden teorian pätevyyden testaamista käytännöllisin kokein, joissa verrattiin sen luotettavuutta ja selitysvoimaa aikaisempien teorioiden luotettavuuteen ja selitysvoimaan. (Popper 1992, 93–94.)

Popperin mukaan hyvän esimerkin tieteen kehityksen ongelmista tarjosi itävaltalaisen fyysikon **Erwin Schrödingerin** (1887–1961) tutkimuksiin liittynyt epävarmuus (Popper 1992, 95). Schrödinger oli löytänyt 1920-luvun alussa Kleinin ja Gordonin laskelmaksi kutsutun suhteellisen laskelman elektronille, mutta hän oli jättänyt tuloksen julkaisematta. Tämä tapahtui ennen kuin hän löysi ja julkaisi omaa nimeään kantavan ei-relativistisen laskelman. Suhteellisen laskelman ongelmana oli se, ettei se näyttänyt sopivan olemassaoleviin koetuloksiin. (Weinberg 2015, 15–16.)

Mikäli Schrödinger olisi julkaissut ensimmäisen laskelmansa, olisi hänen aaltomekaniikkansa sekä **Werner Heisenbergin** (1901–1976) ja **Max Bornin** (1882–1970) matriisimekaniikan välille muodostunut perustavanlaatuinen vastaavuusongelma. Modernin fysiikan historia olisi saanut tältä osin toisenlaisen suunnan. (Popper 1992, 95.)

Popperin mukaan esimerkin myötä kävi selväksi, etteivät tieteen kehityksen objektiivisuus ja rationaalisuus seuranneet suoraan tieteenharjoittajien objektiivisuudesta ja rationaalisuudesta. Käsitys perustui siihen, että tieteen matemaattinen perusta saattoi nojautua tiukkojen rationaalisten päätelmien sijaan tai ohella tieteilijän intuitiivisiin menetelmällisiin valintoihin ja esteettisiin arvostelmiin.

Tämä ilmeinen tosiseikka ei kuitenkaan tehnyt matemaattisista todisteista irrationaalisia. Ehdotettujen hypoteesien täytyi pystyä vastaamaan kriittiseen keskusteluun ja kilpailevien matemaattisten mallien asettamiin haasteisiin.

Esimerkiksi **Johannes Keplerin** (1571–1630) esittämät pythagoralaiset muotoilut universumin harmoniasta eivät mitätöineet tieteen objektiivisuutta, testattavuutta, teorioiden selitysvoimaa tai hänen kolmen lakinsa pätevyyttä. (Popper 1992, 95.) Pikemminkin vaikutti siltä, ettei tieteen kehitystä voinut pitää näiden ja muiden vastaavien tekijöiden vuoksi kaikin osin täysin yhtenäisenä.

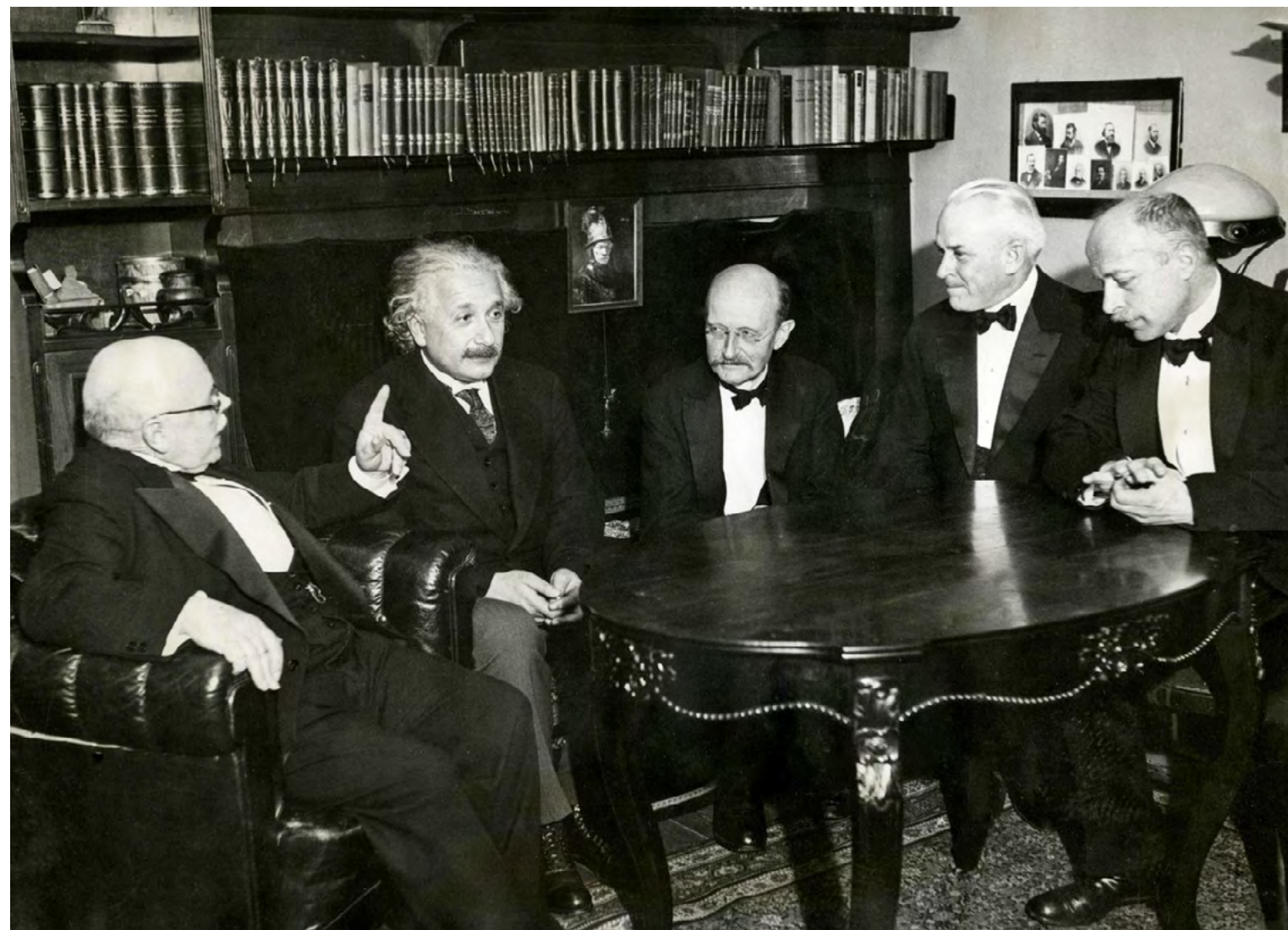
TIETEELLISET JA IDEOLOGISET MURROKSET

Luentonsa jälkimmäisellä puoliskolla Popper siirtyi tarkastelemaan lähemmin tieteellisten ja ideologisten vallankumousten välisiä eroja. Hän uskoi, että tieteen kehityksen suurimmat ongelmat ovat liittyneet tutkijoiden kiistanalaiseen suhtautumiseen uusia teorioita kohtaan.

Hyvän esimerkin tästä tarjosi itävaltalaisen fyysikon **Arthur Haasin** (1884–1941) vuonna 1910 esittämä teoria vedyn spektrille. Teoriaa vastusti erityisen näkyvästi Wienin yliopiston fysiikan professori **Ernst Lecher** (1856–1926), joka oli suhteellisen vaikutusvaltainen tieteen kentällä.²

Toisen perustavanlaatuisen esimerkin tarjosi **Albert Einsteinin** (1879–1955) valosähköistä ilmiötä kohtaan esitetty vastustus. Einstein julkaisi teorian vuonna 1905, ja se toi hänelle fysiikan Nobel-palkinnon vuonna 1921. Vastustus kehittyi asteittain Einsteinin hakiessa Preussin tiedeakatemian jäsenyyttä vuonna 1913. Popperin mukaan tilanne osoitti dogmaattisen vastustuksen ja liberaalin arvostuksen kulkevan monessa suhteessa rinnakkain. Keksintö oli niin uusi ja ennakoimaton, etteivät edes kaikki pätevät fyysikot

² Haasin käsitys perustui J. J. Thomsonin (1856–1940) atomimalliin ja ennakoi joiltain osin Niels Bohrin (1885–1962) keksintöjä. Työ oli ensimmäinen vakava yritys johtaa Max Planckin (1858–1947) atomiteoriasta pysyvät spektriavot vedylle. Thomsonin atomimalliin liittyneistä ongelmista huolimatta Haas lähes onnistui yrityksessään ja teoria vaikutti ainakin epäsuorasti Bohrin teoriaan. (Jammer 1989, 30–32; Popper 1992, 97.)



Kun Einstein haki Preussin tiedeakatemian jäsenyyttä, sitä arvioi valtuuskunta, johon kuuluivat Max Planck, Emil Warburg, Walther Nernst ja Heinrich Rubens. Valtuuskunta kiitteli hakemusta mutta katsoi sen sisältäneen joitain pahoja erehdyksiä. Tämä tuntui oudolta, sillä Einsteinin teoria oli kestänyt useat kokeet, joita oli suorittanut muun muassa Robert Millikan. Kuvassa saman pöydän ääreen vuonna 1931 ovat kerääntyneet Nernst, Einstein, Planck, Millikan ja Max von Laue.

Vaara piili siinä, että jokin teoria nousi ehdottomaan valta-asemaan ja esti uusien hedelmällisten ideoiden esiintulon tieteessä.

osanneet suhtautua siihen oikein. (Popper 1992, 97–98.)

Nämä esimerkit osoittivat tieteen kehityksen vaativan tutkijalta ainakin jonkin verran itsepintaisuutta. Ilman vakavaa kamppailua ja vertaamista aikaisempiin teorioihin uudet teoriat eivät voineet näyttää todellista luonnettaan. Niiden selitysvoima ja tieteellinen sisältö perustuivat niiden kykyyn haastaa ja ylittää aikaisemmat opit.

Suvaitsemattomuus ja ahdasmielisyys sitä vastoin olivat tieteen todellisia vihollisia. Vaara piili siinä, että jokin teoria nousi ehdottomaan valta-asemaan ja esti uusien hedelmällisten ideoiden esiintulon tieteessä. Tieteelliset teoriat saattoivat muuttua eräissä mielessä kivettyneiksi ideologioiksi kuin uskonnolliset opinkappaleet. Tämä tarkoitti tilannetta, jossa tieteen ja ideologian välille muodostui välitön riippuvuussuhde. (Popper 1992, 98–100.)

Kyseinen ero oli merkittävä, sillä se veti selvän rajan tieteellisten ja ideologisten vallan-

kumousten välille. Samalla se osoitti tieteen todelliset menetelmälliset ja teoreettiset edellytykset suhteessa ideologisten vallankumousten sisältöihin.

Popperin mukaan tapaukset, joissa tieteelliset ja ideologiset murrokset yhdistyivät toisiinsa, olivat erityisen ongelmallisia. Hän piti parhaana esimerkkinä tästä **Nikolaus Kopernikuksen** (1473–1543) tieteellistä työtä, joka johti maakeskisen maailmankuvan korvautumiseen aurinkokeskisellä maailmankuvalla. Kopernikaaninen vallankumous oli ideologinen, sillä muutti yksilön käsitystä omasta asemastaan maailmankaikkeudessa, ja tieteellinen, sillä se syrjäytti aikaisemmin vallassa olleet tieteelliset teoriat. Se myös otti yhteen aikakautensa uskonnollisten opinkappaleiden kanssa. (Popper 1992, 100.)

Tieteellisinä tai lähinnä vain tieteellisinä pidettävien vallankumousten joukosta voitiin nostaa esiin monet sellaiset **Michael Faradayn** (1791–1867) ja **James Clerk Maxwellin** (1831–1879) esittämät uudistukset, joita ei

voida hyvällä uskollakaan pitää ideologisina. Tähän sarjaan lukeutui myös muun muassa **Joseph John Thomsonin** (1856–1940) teoria, joka syöksi vallasta monia vuosisatoja voimassa olleen jakamattomiin partikkeleihin perustuneen opin. Thomsonin käsitys elektronien rakenteesta ja liikkeestä oli monin verroin aikaisempia teorioita tarkempi ja totuudenmukaisempi.

Thomsonin teoria lopetti vuosisatoja kestäneen kiistan aineen luonteesta ja teki samalla merkityksettömäksi väittelyn hiukkas- ja aaltoteorian välillä. (Popper 1992, 101.) Teorian vallankumouksellista asemaa korosti, että se kykeni uudistamaan sekä aineen rakenteesta että sähköisistä hiukkasista aikaisemmin esitetyt väitteet. Tästä huolimatta se ei tuottanut samanlaista ideologista murtoa kuin kopernikaaninen kumous.

Modernin ajan ehkä keskeisin käänne liittyi kuitenkin Einsteinin tieteelliseen työhön. Täysin selvää ei silti ollut, missä suhteessa sen tuottama käänne oli ollut ideologinen ja missä suhteessa tieteellinen. Venäläisen matemaatikon **Hermann Minkowskin** (1864–1909) mukaan Einsteinin idean suurin merkitys oli siinä, että se syrjäytti aikaisemmat ajan ja avaruuden käsitteet yhdistämällä ne uudeksi neliulotteiseksi aika-avaruudeksi (Minkowski 1923, 75).

Popper katsoi Einsteinin teorian kuitenkin edustaneen pikemminkin ideologista kuin tieteellistä murrosta. Teorian ideo-

logisuuden puolesta puhui se, että se tuntui kaikesta tieteellisestä pätevyydestään huolimatta sisältävän huomattavan näkyviä positivismiin (tai operationalismiin) viittaavia piirteitä. Einstein vastusti itse tällaista käsitystä, vaikka hän oli ollut luomassa varhaisissa tutkimuksissaan kuvaa itsestään positivistina. (Popper 1992, 103–104.)

Toinen keskeinen ongelma liittyi erityisen ja yleisen suhteellisuusteorian välisiin eroihin. Erityinen suhteellisuusteoria syrjäytti aikaisemmat kinemaattiset teoriat vähintään Lorentzin muunnoksen avulla. Tällä ei ollut mitään tekemistä ideologian kanssa. Viimeistään Einsteinin yleinen suhteellisuusteoria muodosti kuitenkin aika-avaruudesta uudenlaisen maailmankaikkeuden opin ja syrjäytti samalla aikaisemmat uskomukset. Tämä murros herätti laajaa keskustelua ja muutti ajattelutapoja sekä tieteessä että sen ulkopuolella. (Popper 1992, 103–104.)

Spencer-luennollaan Popper kykeni tekemään suhteellisen selvän eron tieteellisten ja ideologisten vallankumousten välille, mutta Einsteinin teoria tuntui sisältävän ongelmallisesti sekä tieteellisten että ideologisten vallankumousten aineksia.

TIETEEN RATIONAALINEN KEHITYS

Popperin mukaan kopernikaanisen käänteen kaltaiset kumoukset saattoivat olla luonteeltaan huomattavan irrationaalisia pyrkiessään

tietoisesti murtamaan perinteen. Lisäksi niitä oli paikoin mahdoton arvioida tieteellisin perustein. Ideologisten vallankumousten ongelma olikin, että ne kykenivät sekä korostamaan että horjuttamaan tieteellisten vallankumousten rationaalisuutta.

Tieteelliset vallankumoukset eivät murtaaneet tai katkaisseet tieteen perinnettä radikaalista luonteestaan huolimatta. Tämä johtui siitä, etteivät tieteelliset teoriat kyenneet rakentumaan tyhjän päälle etsiessään uudenlaista käsitystä luonnosta. Kyseinen yhteys antoi perusteen uusien teorioiden rationaalisuudelle, mutta väittämä ei tarkoittanut Popperin mukaan sitä, että merkittäviä käännteitä tehneet tieteilijät olisivat tai että heidän olisi pitänyt olla välttämättä aina täysin rationaalisia.

Popper katsoi, että keskittyminen tieteen todellisiin tutkimusongelmiin, menetelmällisiin valintoihin ja aineistonkeruun kysymyksiin selitti tieteen historiallisen kehityksen ongelmia lopulta paljon paremmin kuin positivistit, jotka yrittivät vedota tieteen ideoihin ja teorioiden yhtenäisyyteen. Tiede kehittyi Popperin mukaan rohkeiden arvausten, aikaisempien tulosten kumoutumisten ja uusien rikkaiden hypoteesien avulla, mutta nämä eivät olleet irti historiasta.

Falsifikationismiteesin on katsottu jossain yhteyksissä pitäneen tieteen ajallista kehitystä mahdottomana siksi, että se pyrki pikemminkin kumoamaan kuin vahvistamaan

olemassaolevat tulokset (katso esimerkiksi Settle 1974, 701–702). Tätä väitettä on vaikea hyväksyä: Popper esitti sekä Spencer-luennollaan että muualla, että tieteen kehittyminen perustui tieteellisten tulosten alituisiin pienimuotoisiin kumoutumisiin. Juuri nämä kumoutumiset tekivät tieteestä historiallisen ja sallivat sen ajallisen kehityksen.

—
Jouni Huhtanen on tieteiden ja aatteiden historian tohtorikoulutettava Oulun yliopistossa.

KIRJALLISUUS

- Díez, José A. 2011. On Popper's Strong Inductivism (or Strongly Inconsistent Anti-Inductivism). *Studies in History and Philosophy of Science* 42(1), 105–116.
- Eddington, Arthur 1923. *The Mathematical Theory of Relativity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Holton, Gerald 1998. *The Advancement of Science, and Its Burdens. With a New Introduction*. Cambridge, Massachusetts, ja Lontoo: Harvard University Press.
- Jammer, Max 1989 (1966). *The Conceptual Development of Quantum Mechanics*. New York: American Institute of Physics.
- Minkowski, Hermann 1923. Space and Time. Teoksessa *The Principle of Relativity*. Toim. H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski and H. Weyl. New York: Dover Publications, Inc., 73–91.
- Popper, Karl 1935. *Logik der Forschung. Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft*. Wien: Springer Verlag.
- Popper, Karl 1992 (1981). The Rationality of Scientific Revolutions. In *Scientific Revolutions*. Edited by Ian Hacking. Oxford and New York: University of Oxford Press, 80–106.
- Popper, Karl 2002 (1935). *The Logic of Scientific Discovery*. London and New York: Routledge.
- Schrödinger, Erwin 1958. *Mind and Matter*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Settle, Tom 1974. Induction and Probability Unfused. Teoksessa *The Philosophy of Karl Popper*. Toim. Paul Arthur Schilpp. La Salle (Ill.): Open Court, 697–749.

Weinberg, Steven 2015. *Lectures on Quantum Mechanics*. Second Edition. Cambridge ja New York: Cambridge University Press.

Will, Clifford M. 2018. *Theory and Experiment in Gravitational Physics*. Second Edition. Cambridge ja New York: Cambridge University Press.