

Epistemologia tieteenhistorian hahmotuksessa

Filosofian pro gradu -tutkielma

Jyväskylän Yliopistossa, 11.5.1998

Markku Matias Hytönen

Työn ohjaajana on toiminut dos. Veli Verronen

Sisältö

Johdanto.....	i-xiv
Tutkielma.....	1-177
Lähdeluettelo.....	178-185

Tutkielmassa tarkastellaan kolmen klassisen tieteenhistorioitsijan: William Whewell, Pierre Duhem ja Alexandre Koyré töissä esiintyviä tieto-opillisia näkökulmia ja niiden tehtävää (luvut 3-5). Käsittelyn taustaksi tutkielman alkuosa (luvut 1-2) sisältää esityksen tieteenfilosofian ja -historian institutionaalisista, aatteellisista ja käsitteellis-menetelmällisistä liittymäkohdista, historiankirjoituksen kannalta katsottuna.

(epistemologia, tieteenhistoria, Duhem, Koyré, Whewell)

Sisällys

Johdanto	i
I. Tieteenhistorian muodostuminen	1
1.1. Alkuperä ja traditiot	1
1.2. Tieteenhistorian filosofian etappeja	5
1.2.1. Valistus	5
1.2.2. Positivismi	7
1.2.3. Whewell	8
1.2.4. Tieteenhistorian kehitys Ranskassa	9
1.2.5. Duhem ja Dijksterhuis	12
1.2.6. Marxilaisuus	13
II. Epistemologia ja historian konstituutio	14
2.1. Epistemologia ja historian menetelmä	15
2.1.1. Analyyttinen ja historiallinen filosofia	18
Normatiivinen tieteenfilosofia	18
Historiallinen tieteenfilosofia	18
Tieteen päämäärä	20
Historian ensisijaisuus	21
Metodologia historianteorianana	22
2.1.2. Käsitteenmuodostus ja kategoriat	23
Käsitehistoriallinen lähestymistapa 'vallankumoukseen'	25
'Ajattelutyylit'	26
2.1.3. Valikointi	28
2.1.4. Selittäminen ja teoria	31
2.2. Tieteenhistorian konseptioita	35
2.2.1. Vanha ja uusi sisäinen historia	35
Induktivistinen historiankirjoitus	35
Uusi sisäinen historia	36
Koyré ja Duhem	36
2.2.2. Sisäinen ja ulkoinen historia	37
2.3. Periodisaation ongelma	40
2.3.1. Tieteenhistorian periodisaation historiaa	40
2.3.2. Edistys ja modernisuus	41
III. William Whewell ja Induktiivisten Tieteiden historia	45
3.1. Induktiiviset syklit	46
3.2. Tieteenalarakenne ja periodisaatio	48
3.2.1. Tieteiden jaottelu ja demarkaatio	48
3.2.2. Vallankumous ja vallankumoukset	51
IV. Pierre Duhemin historiallinen työ	53
4.1. Tieteenfilosofia	57
4.1.1. Tieteenfilosofian kehityksiä 1800-luvun jälkipuoliskolla	57
Mekanismi ja energetismi	58
Mach	60
4.1.2. Duhemin tieteenfilosofia	63
4.2. Historiallinen työ	71
4.2.1. Historiallisen työn tausta	72
4.2.2. Induktivismista konventionalismiin	76
Induktivismin kritiikki	76
Konventionalistinen historia	77

	Jatkuvuusteoria, vertaileva menetelmä, emergenssitekniikka	78
4.2.3.	Jatkuvuusteesi	82
4.2.4.	Tähtientutkimuksen kaksi traditiota	89
4.2.5.	Varhaisen modernin tieteen realismi	93
	Realismi ja instrumentalismi	94
	Kopernikuksen realismi	98
	Teoreettisten traditioiden välinen konflikti	101
V.Alexandre Koyré		105
5.1.	Tieteellisen ajattelun historia	105
5.1.1.	Historianfilosofia ja historiografinen metodi	108
5.1.2.	Itinerarium mentis in veritatem?	113
5.2.	Filosofinen tausta	117
5.2.1.	Fenomenologia ja 'galileilaisen tyylin' tiede	118
5.2.2.	Ranskalaisen filosofian perinne	121
5.2.3.	Emile Meyerson	124
5.3.	Epistemologiasta historiaan	128
5.3.1.	Ajattelu ontologiana	128
5.3.2.	Tieteellisen ajattelun rakenne ja sen 'filosofinen alarakenne'	129
5.3.3.	Presuppositioanalyysi tieteenhistoriassa	134
	Metafysiikka presuppositioana ja argumenttina	134
	Husserl ja galileilaiset presuppositiot	135
	Collingwoodin teoria presuppositioista	135
	Metafysiikka-attribuution historiografinen status	140
5.4.	Epistemologia ja historioitsijan käytäntö	145
5.4.1.	Erehdykset symptomeina	145
5.4.2.	Epistemologiset periaatteet selityksinä	146
5.4.3.	Galilei-tulkintaa	148
5.4.4.	Kokeellinen menetelmä ja modernin tieteen alkuperä	155
5.4.5.	Renessanssista moderniin	159
5.5.	Tekniikka, tiede, teknologia	165
5.5.1.	Psykososiologinen ja epistemologinen selitystekijä	166
5.5.2.	Tekhnē ja epistēmē: Antiikin tiede ja tekniikka	168
5.5.3.	Renessanssin insinöörien tiede	173
5.5.4.	'Tarkkuuden universumin' synty	174
Lähteet		178

Johdanto

It let me into the secret which modern books had been keeping from me, that the natural sciences have a history of their own, and that the doctrines they teach on any given subject, at any given time, have been reached not by some discoverer penetrating to the truth after ages of error, but by the gradual modification of doctrines previously held; and will at some future date, unless thinking stops, be themselves no less modified.

Totuus, joka sarasti tulevalle filosofi-historioitsija R.G. Collingwoodille kun tämä, jo tutustuttuaan nykyaikaisiin tieteellisiin oppeihin, yhdeksän vuoden iässä löysi kirjan, jonka hänen myöhemmän muistikuvansa mukaan oli täytynyt olla tiivistelmä Descartesin *Principiasta*, toimii hyvin johdatuksena seuraavan tutkielman aihepiiriin.¹ Sillä nuoren ajattelijan ideassa historiallisen tosiasian oivaltaminen yhdistyy näköjään erottamattomasti filosofiseen näkemykseen tieteellisen tiedon luonteesta.

Seuraavassa työssä yritetään siis, valitun kirjallisuuden avulla, selvittää eräältä osaltaan tieteenhistorian ja -filosofian välillä vallitsevaa suhdetta. Näkökulma tulee olemaan historian puolella, joten käsiteltävä ongelma kuuluu tieteenhistorian kriittisen filosofian² tai

¹Collingwood, *An Autobiography*, pp. 1-2. Descartesin *Principia philosophiae* ilmestyi 1644 latinaksi ja käännettiin ranskaksi tekijän valvonnassa 1647 (ks. Koyré[1964], p.101). Voidaan olla eri mieltä siitä kuuluuko Descartesin teos varsinaisesti tieteen historiaan.

²Vrt. Finocchiaro[1973], pp.9, 10. Termistä 'kriittinen' historianfilosofia, vrt. Walsh[1951], Dray[1980], p.1. Samassa merkityksessä voidaan käyttää termiä 'analyttinen' historianfilosofia (vrt. Danto[1965], p.1). Näiden termien tarkoituksena on tehdä ero 'spekulatiiviseen' tai vastaavasti 'substantiiviseen' historianfilosofiaan nähden, joka tähtää teorioihin historiasta kokonaisuutena, kun taas kriittinen filosofia käsittelee historiatiieteen metodologiaa ja epistemologiaa: kriittisen historianfilosofian kohteena ovat historia "tutkimuksen tyyppinä ja tiedon muotona" sekä spekulatiivisen historianfilosofian väitteet (Dray, *ibid.*, p.4; Danto, *ibid.*). Esimerkiksi ns. sekularisaatioteesiä koskevassa kiistassa (vrt. kappale 'Edistys ja modernisuus' alempana) näyttää oleva kyse siitä, onko 'edistys' spekulatiivinen kategoria vai ei.

*metahistorian*³ alueeseen. Kysymys koskee epistemologisten käsitteiden ja teorioiden asemaa tieteen historiankirjoituksessa⁴.

Tutkielman pääosan muodostaa kolmen eri epookkeja ja erilaisia ajatussuuntia edustavan tieteenhistorioitsijan töiden tarkastelu. Käsitellyt historioitsijat ovat William Whewell (1794-1866), Pierre Duhem (1861-1916) ja Alexandre Koyré (1892-1964), kaikki alan klassikkoja. Kaksi ensinmainittua ovat tunnettuja myös tieteen filosofeina, ja kuuluvat tässä ominaisuudessa merkittävimpien joukkoon. Kaikkien kolmen historiankirjoituksen taustalla on havaittavissa vahvat filosofiset näkemykset ja vaikuttimet.

Tutkielman johdanto-osa sisältää tiivistelmän pääosassa silmällä pidetyistä metahistoriallisista käsitteistä; erään merkittävän historiallisen analyysin tyyppin, nimittäin teorioiden metafyyssisten presuppositioiden erittelyn, tarkastelu on kuitenkin lykätty Koyréa käsittelevään lukuun. Toinen johdanto-osassa käsitelty aihe on tieteenfilosofian osuus tieteen historiankirjoituksen historiallisessa muodostumisessa.

Tarkastelluissa historiallisissa töissä esiintyvä epistemologinen tematiikka on pyritty liittämään yhtäältä historian menetelmiin, toisaalta kirjoittajien filosofiseen taustaan: tutkielman lähestymistapana on osaksi ollut soveltaa kriittisen historianfilosofian näkökulmia, osaksi tarkastelut taas kuuluvat historiankirjoituksen intellektuaalisen historian alaan. Joitakin viitteitä historian tutkimuksen ja -kirjoituksen institutionaalisiin ja poliittisiin yhteyksiin on myös otettu mukaan.

Tutkielmassa esille tulevat analyttiset näkökulmat voidaan jakaa kolmeen ryhmään: 1. Historiankirjoituksen metodologiset kysymykset liittyen tulkinnan, selittämisen, valikoinnin yms. käsitteisiin sekä historiallisten kategorioiden muodostukseen. 2. Historiografiset konseptiot tai 'genret' ja niitä luonnehtivat piirteet kuten 'intellektuaalinen' vs. 'sosiologinen' lähestymistapa. 3. Tieteenhistorian laajojen yleispiirteiden hahmottaminen, joka usein saa ilmaisunsa historiallisten 'teesien' muodossa; tähän aihepiiriin kuuluu erityisesti periodisaation ongelma.

Lähteistä on kriittisen kirjallisuuden avulla yritetty löytää esimerkkejä tavoista, joilla tarkastellun historiankirjoituksen taustalla olevat epistemologiset oletukset kuvastuvat mainittujen ongelmaryhmien käsittelyn yhteydessä.

'Epistemologia', joka tässä yhteydessä tarkoittaa oppia *tieteellisestä* tiedosta, on kapeampi käsite 'tieteenfilosofia', sillä tieteeseen voi olla muitakin filosofisia näkökulmia kuin tieto-

³Ns. narrativismin kehittyminen, ensin Arthur Danton ja W.B. Gallien töissä, ja radikaalimmin Hayden Whiten teoksessa *Metahistory* (1973), merkitsi siirtymää historianfilosofisessa keskustelussa epistemologisista kysymyksistä historiallisen diskursioiden luonteeseen (Callinicos[1995], p.2). *Metahistory* sovelsi retorisia ja runousopillisia kategorioita historiallisen esityksen analyysiin.

⁴Tutkielmassa tarkasteltu tieteenhistoriallinen kirjallisuus keskittyy fysiikkaan ja tähtitieteeseen, mitä piirrettä voinee pitää klassiselle tieteenhistorialle yleisemminkin ominaisena. Ranskalaisia lähteitä ajatellen mainittakoon, että '*la science*', tarkoittaa matematiikkaa ja matemaattisia luonnontieteitä, '*les sciences*' taas kattaa muut teoreettiset tieteenalat. Mikään lähteistä ei kuitenkaan pyri yhdentämään matematiikkaa teoreettisen luonnontutkimuksen historiaan. William Whewellin 'induktiiviset tieteet' käsittävät sekä teoreettisen että kuvailevan luonnontutkimuksen, fysiikasta ja tähtitieteestä geologiaan ja biotieteisiin, sulkien pois matematiikan, joka Whewellin luokittelussa on 'deduktiivinen' tiede. (Jorland[1981], p.32; Whewell, *History of Inductive Sciences*).

opillinen.⁵ Tieteenfilosofiassa, sanan yleisimmässä merkityksessä otettuna, kysymys on, paitsi tieteen luonteesta tietona, sen asemasta ja merkityksestä kulttuurissa kokonaisuudessaan. Mutta tietoteoreettiset näkemykset osoittautuvat olevan toisinaan erittäin merkitseviä sille, miten tieteen suhde muihin tutkimusaloihin ja kulttuuritekijöihin hahmotetaan. Tämä koskee erityisesti tieteen suhdetta muihin teoreettisiin toimintoihin kuten metafysiikkaan, filosofiaan ja teologiaan, puhumatta matematiikasta. Fysikaalis-matemaattisten tieteiden ja tekniikan läheinen suhde, mikä on ollut jo pitkään eräänlainen selviö, kenties näyttäytyy sellaisena vain, jos omaksutaan määrättyllä tavalla toiminnallinen tietokäsitys, esimerkiksi Francis Baconin aatteen *scientia activa, operativa* mukaisesti. Luonnontutkimukselle omistettu suuri käsitteellinen itsenäisyys voi edellyttää vahvasti 'positiivista', aistiperäisyyteen vetoavaa näkemystä fysikaalisen tiedon olemuksesta, mikä toiselta puolen on omiaan vähentämään tieteellisten teorioiden välitöntä maailmankuvallista merkitystä. Voidaan myös väittää, että luonnontutkimuksen menetelmällisyyttä korostavalla käsityskannalla on ollut merkitystä sille, miten uudenaikaisen tieteen esiintymiseen ja kehitykseen on suhtauduttu mahdollisena yleisen historian ongelmana.⁶

'Historiankirjoitus' voidaan ymmärtää laajassa merkityksessä niin, että se sulkee piiriinsä erilaisia näkökulmia menneisyyteen, ja vastaavasti erilaisia kirjallisen esityksen lajeja. Ne historianfilosofit jotka kiinnittävät huomiota historiatieteen alkuperään ja tehtävään kulttuurissamme voivat pyrkiä myös problematisoimaan historiatieteen aseman 'oikean' kuvan menneisyydestä tuottavana instituutiona. Työn soveliaan pituuden asettamista rajoituksista huolimatta tutkielmassa on pyritty tarkastelemaan useampia tieteenhistorian edustajia. Tätä on pidetty tärkeänä ensinnäkin sen mahdollisuuden huomioonottamiseksi, että tieteenfilosofisten näkemysten esittämä osa saattaa olla omanlaisensa kullekin historiankirjoituksen lajille, näin erityisesti myös sanan ankarimmassa mielessä ymmärretyn historiankirjoituksen sisällä. Toinen tärkeänä pidetty näkökohta on se, ettei mitään historiallisen esityksen muotoa pidetä ideaalina, josta muut yksinkertaisesti jäävät vajaiksi. Kysymys ei ole vain siitä, että jokaista historiallista esitystä tulisi luonnollisesti tarkastella suhteessa ympäristöönsä ja tarkoitukseensa, arvioida sen omilla ehdoilla. Tässä on ajateltu pikemminkin historiallisen tietoisuuden suhteuttamista käytännölliseen taustaansa, tuota tietoisuutta kannattavaa motiivia tai intressiä. Benedetto Crocen mukaan historian konstituoivat "käsittämisen ja ymmärtämisen akti joka nousee käytännön elämän vaatimuksista"⁷. Nämä motivoivat tekijät voivat olla erilaatuisissa töissä hyvin erilaisia - ammatillinen, pedagoginen, filosofinen tai jopa poliittinen; hiukan kummastuttava piirre tieteelliselle aikakaudelle on ollut tieteen klassikoihin kohdistuvan filologisen mielenkiinnon puute.⁸ Klassinen tieteenhistoria on paljolti 'amatöörien' työtä, ja sen töissä näyttäviä intressejä

⁵Tieteenfilosofia on perinteisesti painottunut nimenomaan tieteellisen tiedon tutkimiseen. Vastaavasti termiä 'epistemologia' käytetään joskus synonyymina 'tieteenfilosofialle'; näin tekee m.m. Emile Meyerson ("Tekijän esipuhe" teoksen *Identité et réalité* 1:en ranskankieliseen laitokseen v:lta 1908, Meyerson[1930], p.5). Tutkielmassa 'epistemologian' katsotaan kattavan myös metodologian, minkä käytännön perusteluna voi viitata m.m. Feyerabend[1970]:en.

⁶Vrt. s.2

⁷*History as the Story of Liberty*, lainaus teoksesta Finocchiaro[1973], p.202).

⁸Tätä kuvaa hyvin se tosiasia että Newtonin *Principiasta* ryhdyttiin laatimaan historian ensimmäistä kriittistä laitosta vasta 1950-luvun lopulla, Alexandre Koyrén ja I. Bernard Cohenin toimesta (ks. jälkimmäisen *Introduction to Newton's Principia*). Filologista motiivia edustaa suurisuuntaisesti Leonardo Olschkin tutkimukset *Geschichte der neusprachlichen wissenschaftlichen Literatur* (1919-1927) renessanssiaikaisesta italiankielisestä teknis-tieteellisestä kirjallisuudesta, jota siis tarkastellaan kielen- ja kirjallisuuden

voidaan ammattimaisen historian piirissä pitää 'ulkoisina' ja haitallisinkin. Ammattimaista historiantutkijaa motivoi ensisijassa ammatillinen intressi, ja hänen tutkimustyötään ohjaavat tieteenalan institutionaaliset säännöt, joiden historiallista muodostusta on pyritty tutkielmassa eräiltä osin selvittämään.

Kokonaisuutena nämä historiankirjoituksen taustalla esiintyvät erilaiset intressit vastannevat enemmän tai vähemmän hyvin 'keskimääräisen' lukijan asennetta siinä, että tämä ei aina ole kiinnostunut tieteenhistoriasta sen itsensä vuoksi, vaan sikäli kuin se liittyy johonkin toiseen tai laajempaan yhteyteen ja omakohtaisen toiminnan piiriin. Siten on todennäköistä, että esimerkiksi Machin *Die Mechanik* on toiminut tieteenhistorian tuntemuksen lähteenä laajemmalle yleisölle kuin monien varsinaisen oppineen historian tuotteiden voidaan toivoa saavuttavan, ja tämä juuri sen vuoksi, ettei teos ole puhdasta historiaa vaan myös fysiikkaa ja epistemologiaa.

Yleisempään perspektiiviin asettuen voisi puhua tiedettä koskevan historiallisen tietoisuuden muodostumisesta, mikä varsinaisen tieteenhistorian oppialan - jonka alku sijoittuu 1700-luvulle ja Valistuksen vaikutuspiiriin⁹ - tuotteiden ohella käsittää muita kirjoituksen lajeja tutkimusongelmien historiikkeista ja pedagogisista ekskursioista analyttisiin epistemologisiin esityksiin ja historianfilosofisiin synteeseihin.

Tiedemiesten ammatillisen kiinnostuksen ohella erityisen merkittävä tieteenhistorian harrastuksen motiivi on ollut filosofinen mielenkiinto. Filosofis-historiallinen kirjoittaminen tieteestä on vuosisatoja vanha perinne. Huomattava varhainen esimerkki tästä lajista on (kemistinä parhaiten tunnetun) Joseph Priestlyn kriittiset tutkimukset sähköopin ja optiikan historiasta ja "nykytilasta". Lajin merkittäviä edustajia olivat 1800-luvulla ja 1900-luvun alussa ylempänä mainittujen Whewellin, Machin ja Duhemin lisäksi C.S. Peirce ja ranskalainen Arthur Hannequin. Ranskalaiset ovat olleet erityisen huomattavia filosofien tekemästä tieteenhistoriallisesta tutkimuksesta: Pierre Duhemin, Emile Meyersonin, Hélène Metzgerin ja Alexandre Koyrén lisäksi voidaan mainita m.m. Gaston Milhaud, Léon Brunschvicg, Abel Rey, Gaston Bachelard ja Georges Canguilhem.¹⁰ Tämän ryhmän ulkopuolelta voi mainita uuskantilaista filosofiaa edustaneen Ernst Cassirerin.¹¹ Cassirer, joka oli varsinaisesti filosofian historioitsija, käsitteli myös tieteenhistoriassa tärkeitä ideoita ja henkilöitä; hänen historiografiansa on toiminut yhtenä uudemman 'sisäisen' tieteenhistorian metodisista malleista.¹²

Voidaan tehdä erottelu epistemologisia näkökulmia soveltavan historiankirjoituksen ja 'historiallisen epistemologian' välillä. Tässä jaottelussa esimerkiksi Thomas S. Kuhnin

tutkimuksen näkökulmasta (H.F. Cohen[1994], p.322). Olschkin teos näyttää olevan suurinpiirtein ainoa lajissaan; vrt. kuitenkin Westman[1990].

⁹Alexandre Koyré, "Perspectives sur l'histoire des sciences", Koyré[1966], p.392. "Moderni tieteen historiallinen tutkimus ilmestyi Valistuksen viime vuosikymmenten aikana osan kunnianhimoista yritystä rakentaa yleinen teoria tieteestä ja sen kulttuurisista seurauksista. Sitä mukaa kuin tieteen merkitys kasvoi, mainittu teoreettinen yritys kehittyi pysyväksi tutkimusperinteeksi, saaden kiinteyttä keskittymällä keskeiseen joukkoon ongelmia, ja viittaamalla kanoniseen joukkoon yksilöitä, tekstejä ja tapahtumia." (Laudan et al., p.149).

¹⁰Tutkielman lähteissä käsiteltyjen tieteiden historian ulkopuolelta voi mainita Michel Foucaultin tutkimuksen *Les mots et les choses* ihmistä käsittelevien empirioiden historiasta.

¹¹I.B. Cohen[1974], p.308-9.

¹²Kuhn[1977], pp.108, 149.

kuuluisimmalla teoksella, *The Structure of Scientific Revolutions*, on kaksiselitteinen asema historian ja filosofian välillä; samaa voidaan sanoa Ernst Machin teoksesta *Die Mechanik*.¹³

Tutkielman pääasiallisina kohteina olevat historioitsijat William Whewell, Pierre Duhem ja Alexandre Koyré voidaan lukea ns. 'historiallisten epistemologien' joukkoon. Erityisesti kaksi viimeksi mainittua tekivät tietysti mittavan työn myös puhtaan ja alkuperäisen historian tutkimuksen alalla. Vastaava kaksoisrooli on myöhemmistä kirjoittajista Thomas Kuhnilla. Filosofit Hans Blumenbergin referoidut työt, jotka näyttävät perustuvan suureksi osaksi primaarilähteiden käyttöön, sisältävät myöskin hyviä esimerkkejä filosofis-historiallisesta lähestymistavasta tieteeseen. Emile Meyerson, jonka ajattelu liittyi vuosisadan alun uskantilaisuuteen, suoritti jonkin verran alkuperäistä historian tutkimusta filosofisten teesiensä valaisemiseksi¹⁴. Thomas Kuhnin historiallisista töistä *The Copernican Revolution* sisältää osia jotka kuuluvat selkeästi nyt puheenaolevaan tyyppiin; *Black Body Theory*, joka tutkii kvanttihypoteesin alkuperää, ei tosin sisällä nimenomaisia epistemologisia aiheita, mutta sen edustama historiankirjoituksen konseptio vastaa määrättyä kantaa käsitteellisen muutoksen ongelmaan.¹⁵

Seuraavassa käydään käydään läpi tutkielman sisällön pääkohdat luvuittain:

Tieteenhistorian historiaa: Luvussa I kosketellaan tieteenhistorian alkuperää ja traditioita. Esille tulevat tieteenhistorian suhde Valistuksen historianfilosofiaan sekä tuolloin luotuihin yleisen- ja kulttuurihistorian käsitteisiin, samoin sen suhde Romantiikan historismiin. Sivutaan myös tieteenhistorian yhteyttä muihin historian aloihin sekä tieteenfilosofian merkitystä tulkinnallisena ja motivoivana tekijänä sen muodostumisessa. Tieteenhistorian traditioista kosketellaan niiden disiplinaarista taustaa, motiiveja sekä näiden vaikutusta historioiden rakenteeseen (presentismi, anakronistinen tieteenalajako). Uudemman tieteenhistorian muodostumiseen vaikuttaneita tekijöitä ovat olleet keskiaikaisen ja modernin tieteen välisen suhteen ongelma, filosofian historian tarjoama esikuva sekä sosiologian ja yleisen historian piiristä tulleet vaikutteet. Tieteenhistorian käsitettä tarkastellaan suhteessa yleiseen tietenteoriaan ja sen kehityksiin sekä historian erikoistumiseen ja ammatillistumiseen. (kappaleet I.1 ja I.2.1).

Tieteellisen kehityksen 'vallankumouksellisen' mallin (Whewell) sekä modernin tieteen kauden aloittavan kertakaikkisen 'Tieteellisen Vallankumouksen' idean kehitys ja niiden keskinäinen suhde introdusoi kysymyksen epistemologian merkityksestä tieteenhistoriallisten kategorioiden (periodien) muodostuksessa (I.2.1-3).

Tieteenhistorian itsenäistyminen sekä tieteen itsensä että filosofian yhteydestä ja sen muuttaminen 'puhtaaksi historiaksi' kuuluivat Paul Tanneryn ohjelmaan viime vuosisadan vaihteessa. Käsitemuutoksen kohdistaminen tieteellisiin oppeihin sekä varhaisen modernin tieteen merkityksen muutoksen ei-empiristinen tulkinta ovat muita Tanneryn työhön liittyviä innovaatioita. Pierre Duhemin esittämä väite modernin tieteen keskiaikaisesta alkuperästä oli tieteenhistorian ensimmäinen omaperäinen teesi (varhaisin formulointi teoksessa *Les origines de la Statique*, 1905-6). Duhemin työssä modernin tieteen synty sai ensimmäisen puhtaasti historiallisen käsittelynsä. Tieteenhistorian 'historisointia' jatkoi Ranskassa Duhemia

¹³I.B. Cohen[1974], pp.308-9.

¹⁴Meyerson[1930], p.8; Kuhn[1977], pp.11, 108.

¹⁵Kuhn[1978], p.363.

seurannut sukupolvi; samaa kehitystä edisti merkittävästi hollantilainen Eduard J. Dijksterhuis. (I.2.4-5).

Tieteenhistorian yhteiskunnallinen ja taloudellinen ulottuvuus aktivoitui 1930-luvulla, erityisesti marxilaisten aloitteesta (I.2.6).

Epistemologia tieteenhistorian rakenteessa: Epistemologian merkitystä tieteenhistorian 'konstituutiossa' tarkastellaan kolmesta näkökulmasta: suhteessa historian metodologisiin kysymyksiin (käsitteenmuodostus, valikointi, selittäminen ja teoria); tieteenhistorian tyyppien tai lajien (induktivismi, sisäinen ja ulkoinen, intellektuaalinen ja sosiaalinen historia) erottamisen kannalta; suhteessa tieteenhistorian laajojen sisällöllisten piirteiden (koulukunnat, tutkimuksen suuntautuminen, periodit) hahmottamiseen ja selittämiseen.

Historian ja filosofian eroa voidaan yrittää ilmaista ideografisten ja nomoteettisten tieteiden erottelun avulla: historia pyrkii kuvaamaan yksittäisiä tapahtumia tai tapahtumakulkuja, kun taas filosofia yrittää muotoilla yleistäviä lausumia tieteen kehityksestä. Toinen erottelu on selittävien ja ymmärtävien tieteiden välinen: historia on hermeneuttista, toimijoiden tarkoituksia, ajatuksia ja käsitteitä tulkitsevaa, filosofia pyrkii sijoittamaan tieteelliset käytännöt toimijoiden tietoisuudesta riippumattomaan teoreettiseen kehykseen jossa ne saavat selityksensä. Kolmannen ehdotuksen mukaan historia on kuvailevaa, filosofia ohjeellista. Filosofiana voidaan myös pitää loogisena ja ainakin osaksi apriorisena, kun taas historia operoi pragmaattisilla käsitteillä ja on kokonaan aposteriorista. (II.1).

Tieteenfilosofian merkitys historialle riippuu edellisen muodosta. N.s. 'historiallisen tieteenfilosofian' (uusi) esiinnousu 1960-luvulta lähtien on lähentänyt tieteenfilosofiaa tieteen historiaan. Historiapohjaisten filosofioiden merkitystä historiankirjoituksen kannalta ei kuitenkaan näy missään tyydyttävästi eksplikoidun; myös niiden soveltaminen tulkinnallisina välineinä on ollut vähäistä. (II.1.1).

Eräs mahdollinen liittymäkohta filosofian ja historian välillä on analyyttisten käsitteiden eksplikointi ja muodostus. Voidaan tehdä erottelu historiassa käytettyjen kategorioiden ja varsinaisesti historiallisten kategorioiden kesken. Jälkimmäisiä ovat erityisesti periodologiset käsitteet; nämä ovat loogisesti partikulaarikäsitteitä. Historioitsija voi yrittää välttää omien yleiskäsitteiden konstruointia kuvaamalla asioita lähteissä esiintyvien, historiallisesti muuttuviin merkitysten kautta, mistä menettelystä on esimerkkinä I. Bernard Cohenin käsitehistoriallinen lähestymistapa tieteellisiin 'vallankumouksiin'. Toisaalta historioitsija itse voi ottaa käyttöön sisällöltään olennaisesti epistemologisia käsitteitä, kuten tekee Alistair C. Crombie teoksessaan *Styles of Scientific Thinking in European Tradition*. (II.1.2).

Selektiivisten näkökulmien omaksuminen on historiassa välttämätöntä. Kappaleessa tulevat esille valikoinnin periaatteiden lajit, rakenne ja tehtävä. Valikoivuus ilmenee tieteenhistorioissa m.m. kanonisten henkilöahmojen kokoelmana; tieteellisten liikkeiden indentifiointi, disiplinaarisen historian käsite sekä tieteen erottaminen epätieteestä ovat valikointiin liittyviä keskeisiä kysymyksiä. Normatiivisten periaatteiden välttämättömyys valikoinnissa tukee epistemologisten merkitsevyyden kriteerien käytön hyväksyttävyyttä tieteenhistoriassa. (II.1.3).

Selittämisen ja teorian käsitteiden kautta voidaan tarkastella epistemologiaa yleistävänä tieteenä suhteessa historiaan. Toinen näkökulma jäsentää niiden suhdetta teoreettisen ja kokeellisen tutkimuksen erottelun tarjoaman analogian kautta. Tapahtumien teoreettinen selittäminen edellyttää niiden uudelleenkuvausta teoreettisissa termeissä, joiden sisältö voi olla kohteena oleville toimijoille vieras. Tältä kannalta epistemologinen näkökulma tieteenhistoriaan merkitsee toimijoiden tarkoituksia tulkitsevan hermeneuttisen lähestymistavan osittaista hylkäämistä tai ylittämistä. Toimijoille otaksutuista kognitiivisista päämääristä seuraavia metodologisia normeja voidaan käyttää pmissseinä toimijoiden tekemien valintojen rationaalisessa selittämisessä. Selittämisen pragmatiikka - selitysten

ymmärrettävyys ja riittävyys vastaanottajalle - näyttävät vaativan yhteisiä rationaalisuuden periaatteita, jotka voivat käsittää erityisesti tieteenfilosofisia ideoita. (II.1.4).

Kappaleen II.2 aiheena on mahdollisuus erottaa tieteenhistorian eri lajien taustalta niille perustavia epistemologisia oletuksia. Joseph Agassin analyysi 'induktivistisesta' historiankirjoituksesta toi esiin siinä sovellettujen valikointi- ja selityspenusteiden yhteyden empiristiseen tietoteoriaan. 'Uutta sisäistä historiaa' luonnehtii yksittäistä keksintöä suurempien analyysin yksiköiden käyttö, mikä epistemologisesti liittyy luonnontutkimuksen lähtökohdallisen teoreettisuuden tunnustamiseen. Tieteen historian yhdistäminen muiden teoreettisten toimintojen ja älyllisen kulttuuriin yleisiin kehityksiin, samoin kuin intellektuaalisten ja sosiaalisten näkökohtien suhteellinen painotus, ovat tieteenhistorian lajeja erottavia keskeisiä piirteitä. Agassin huomio, että induktivismia leimannut spekulatiivisen intressin sivuuttaminen teki välttämättömäksi selittää tutkimuksen keskittymistä pelkästään sosioekonomisilla tekijöillä, valaisee epistemologian potentiaalista merkitystä jälkimmäisessä suhteessa. Koyrélainen, ajattelun ykseyttä korostava intellektuaalinen historia edellyttää epistemologiaa, jossa filosofiset, metafysiset oletukset sisältyvät olennaisesti tieteelliseen teoriointiin ja kesimiseen.

Tiede edistyksen paradigmana ja modernisuuden tekijänä on aiheena kappaleessa II.3. Hans Blumenbergin teoria epokaalisesta muutoksesta selittää Uuden Ajan syntyä formaalin jatkuvuuden ja sisällöllisen epäjatkuvuuden yhdistelmänä.

Whewell: William Whewell (1794-1866) loi laajan teoksensa *History of the Inductive Sciences* (1837-1857) organisaatioperiaatteeksi 'induktiivisen epookin' käsitteen. Tämä kategoria on tutkielman aiheen kannalta erityisen mielenkiintoinen, koska se yhdistää epistemologisia ja historiallisia merkityksiä. Termin 'induktiivinen' käytöstä huolimatta Whewellin synkretistinen tietoteoria, jossa on vaikutteita niin Baconilta kuin Kantilta, pyrki ottamaan huomioon tieteellisen tiedon sekä kokemusperäisen että rationaalis-spekulatiivisen puolen. Whewell kiistää aikalaisensa Comten käsityksen, että tieteet myöhemmässä kehityksessään vapautuisivat metafysiikasta. Hänen tarkoittamansa 'induktio' tapahtui tieteen kehityksen ylemmällä tasolla: Tieteen historian suuria muutoksia, "intellektuaalisen maailman vallankumouksia", luonnehtii se, että ne ovat *yleistyksen* askelia; se mitä aikaisemmissa tuloksissa on paikkansapitävää, assimiloidaan uusiin käsitteisiin ja periaatteisiin. Whewellin narratiivi koostuu peräkkäisistä yleistyksen ja reduktion operaatioista, edistys muodostaa tieteenhistorian näytelmän päätoiminnan. Induktiiviset epookit ovat vain merkittävimpiä ja ratkaisevimpiä näistä edistysaskelista. Kutakin induktiivista epookkia edeltää 'esinäytös': ideat ja faktat, jotka induktiivisena epookkina yhdistetään, syntyvät ja selkiytyvät. Induktiivisen epookin 'jälkinäytös' (sequel) sisältää uusien menetelmien leviämisen ja niiden seurausten vähittäisen kehittelyn. Induktiivisen epookin käsite on historiallinen siinä mielessä, että ne erotetaan yleisemmästä, epistemologisten piirteiden avulla määritellystä tapahtumien luokasta merkittävyyden kriteerillä; lisäksi Whewell pitää niiden lukumäärän rajoitettuna niin, että kussakin tieteessä niitä esiintyy vain muutama, esim. astronomiassa Hipparkhoksen, Kopernikuksen, Keplerin ja Newtonin epookit. (III.1).

Tieteenhistorian organisoimiseen liittyy myös teoria tieteiden järjestelmästä, mihin yhteyteen 'induktiivisen' tieteen käsittekin kuuluu, sekä tieteen demarkaation perusteista. Tähän liittyviä ongelmia ovat matematiikan ja luonnontieteiden välinen suhde, rajanveto metafysiikkaan päin, sekä filosofian merkitys tieteellisten ideoiden kehitykselle. M.m. Keskiajan teknisen edistyksen ja sen tieteellisen pysähtyneisyyden samanaikainen selittäminen edellyttää selvän eron tekemistä tieteen ja taitojen (arts) välillä paitsi sosiologisessa myös kognitiivisessa suhteessa. Tieteen erkaantuminen käytännöllisestä ajattelusta perustuu sellaisten käsitteiden kehittelylle, jotka ovat täsmällisiä, systemaattisia ja spekulatiivisia. (III.2.1).

Yleistysaskelten tai induktiivisten epookkien seuraanto jäsentää yksittäisten tieteiden historiaa. Sen sijaan Whewell ei onnistu muodostamaan Uuden Ajan osalta mitään yleisempää periodologista kategoriaa; aristotelismin häviö sekä Baconin tieteenfilosofian nousu muodostavat hänellä 1500- ja 1600-lukujen vaihteen vallankumouksen koko sisällön. Asian voi katsoa johtuvan Whewellin tekemästä päätöksestä seurata kunkin tieteen kehitystä erikseen. Whewellin nimenomainen kieltäytyminen osoittamasta matematiikalle keskeistä asemaa induktiivisissa tieteissä estää häntä hyödyntämästä luonnon ja tieteen matematisoimisen ideaa, jolle Dijksterhuisin tai Koyrén töissä 1600-luvun erityisyys myöhemmin rakentui. (III.2.2).

Duhem: Pierre Duhem (1861-1916) suoritti syvällisesti merkittävän työn sekä tieteessä että sen filosofiassa ja historiografiassa. Hänen töissään monipuolisuus yhdistyy, tai ehkä perustuu, tiettyyn keskeiseen tieteenfilosofiseen näkemykseen teorian olemuksesta ja tehtävästä; tämä näkemys yrittää myös sovittaa yhteen tekijänsä katolisen uskon tieteellisen pyrkimyksen kanssa.

Duhemin töiden intellektuaalisessa rakenteessa filosofian voi katsoa edeltävän historiankirjoitusta. Erityisesti on fysiikan teoreettista puolta korostava tieteenfilosofia käsitteellisiä yhtäläisyyksiä jäljittävän historiografian mielekkyyden ehto. Tässä historiografiassa, joka on ennen muuta intellektuaalista historiaa, teoreettisten ideoiden kehityksen pitkät linjat olennaisesti liittyvät tieteellisen tiedon historialliseen yhteyteensä.

Duhem epäilemättä kuuluu tieteenfilosofian terävimpiin analyytikoihin. Hän kehitteli metodologian, johon sisältyi kokeellisten faktojen teoreettisuus sekä teorian empiirisen takeen kokonaisluonteisuus. 'Holismista' seuraa, että vain kokonaiset teoreettiset systeemit voidaan alistaa koetteelle. Ristiriita kokeen kanssa pakottaa valitsemaan eri osateorioiden tai hypoteesien kesken, mutta koe ei anna opastusta sen suhteen, mitkä niistä tulisi hylätä ja mitkä säilyttää. Asia jää fyysikon arvostelukyvyyn - *bon sens* - varaan. Holistisen argumentin perusteella hän kumosi erilaiset yritykset - m.m. Henri Poincarén - tehdä episteemiä erotteluja teoreettisten lausumien kesken niin, että jotkin niistä olisivat esimerkiksi määritelmänomaisesti tosia. Tässä mielessä Duhem torjui konventionalismin. Hänen näkemyksensä oli konventionalistinen siinä syvemässä mielessä, että se piti teorioita kokeellisten lakien esittämisen ja luokittelun välineinä, joiden aineistoonsa luoman järjestyksen mahdollinen ontologinen merkitys kokonaan jää empiirisen todennuksen ulottumattomiin. Duhem uskoi, että tieteen historiallisen kehityksen tarkasteleminen voisi sittenkin osoittaa metafysiikolle, mitkä teoreettiset järjestelmät ovat olleet edistysaskeleita ontologisesti todenperäisen eli 'luonnollisen' luokittelun suuntaan.

Duhem tunnustaa periaatteessa sellaisen pragmatismen oikeutuksen, joka pyrkii kokoamaan empiiriset lait epäkoherentin ideoiden joukon avulla. Hänen ihanteenaan teoreettisen tieteen piirissä oli kuitenkin deduktiivisesti järjestetty yhtenäisteoria. Pyrkimys tällaiseen teoriaan näyttää ilmentäneen hänelle tieteellisen rationaalisuuden itse olemusta. On yhdenmukaista hänen fideistisen peruskatsomuksensa kanssa, että rationaalisuuden mielekkyys on siten alisteinen uskollen ontologisen järjestyksen lähestyttävyyteen.

Metametodologinen argumentointi voi yleensä vedota vain käytännöllisiin perusteisiin. Jotkin käsitykset, kuten äsken mainitun konventionalismin, Duhem katsoo voivansa tuomita loogisilla perusteilla. Hän myös osoitti ensimmäisenä induktivismiin tai 'Newtonin menetelmän' loogisen heikkouden. Realistinen usko, että on mahdollista päätellä ilmiöistä niiden syihin tai että jokin hypoteesi voisi olla ainoa ja välttämätön selitys annetuille ilmiöille, ei myöskään kestä loogista tarkastelua; hän m.m. tuomitsee kopernikaanit tällaisesta "illoogisesta" uskomuksesta. Ei ole aivan helppoa tulkita, mikä oli Duhemin käsitys historian merkityksestä tieteenfilosofisessa argumentaatiossa. Selvää on, ettei hän hyväksy tiedemiesten tai tiedemiesten eliitin yleistä mielipidettä todisteena metodologian puolesta (hän lainaa asian yhteydessä Maurice Blondelin lausetta: Tiede ei tunne sitä, minkä se tuntee,

sellaisena kuin se sen tuntee). Erään kirjoittajan mukaan Duhem olisi katsonut metodologiansa oikeutuksen perustuneen sen arvoon välineenä fysiikan kehityksen ja sen tuottavan dialektiikan analyysissa. Duhemille tyypillinen historiallinen oikeuttamistapa on osoittaa ajatukselle sitä edeltävä perinne.

Duhemin käsitys tieteestä on rationalistinen teoreettisten ideoiden korostuksessaan: Nämä ovat pitkän kehityksen tulosta ja etäällä kokemuksesta. Fysiikan teorian yhteyttä empiriaan ei ole mahdollista demonstroida kokeellisesti esim. pedagogisessa yhteydessä, ja fysiikan historia on välttämätön fysiikan ymmärtämiselle. Duhemin tieteenfilosofiaa luonnehtivat toisistaan riippuvat rationalismi ja 'historismi'. (IV.1.2, IV.2).

Duhemia voi pitää tieteenhistoriallisen medieevalismin alkuunpanijana. Hänen lähestymistavassaan historioitsijana tapahtui muutos alkuaikojen 'sisäisen historian' tyypistä (*Les Théories électriques de J. Clerk Maxwell*, (1900-01); *Le Mixte et la Combinaison Chimique*, (1902); *Évolution de la mécanique*, (1903)) laajempiin historiallisiin teeseihin keskiaikaisen tieteen ja kristillisen kulttuurin merkityksestä Renessanssin ja varhaisen modernin ajan tieteelliselle kehitykselle (*Les Origines de la Statique*, (1905-6), *Études sur Léonard de Vinci*, (1906-13); *Le Système du monde* (1913-59)). Syynä mainittuun muutokseen oli Pariisin kirjastoista löytyneiden keskiaikaisten käsikirjoitusten paljastama fysikaalisia probleemeja koskenut omaperäinen länsieurooppalainen pohdinta, jonka alku palautui ainakin 1200-luvulle. (IV.2.1).

Tieteen 'sisäisessä historiassa' Duhem osoitti induktivismiin kestävämmyyden, korostaen sekä teoreettisen aloitteen itsenäisyyttä sen suhteessa kokemukseen että sen olennaista riippuvuutta aiemmasta ajattelusta. Konventionalismi myös poisti käsitteiden ja teorioiden hylkäämiseen liittyneen erheeksi leimaamisen, ja mahdollisti siten arvostavamman asenteen historiallisesti ohitettua ajattelua kohtaan. Kontekstin huomioonottaminen konventionalistisessa tai 'duhemilaisessa' historiankirjoituksessa on kuitenkin ongelmallinen kysymys. (IV.2.2).

Kappaleen IV.2.3 aiheena on jatkuvuusteesi, ajatus modernin tieteen keskiaikaisista juurista. Duhemin historiografinen menetelmä ja hallitseva kaavio oli edeltäjien (*précurseur*) etsintä moderneille ajattelijoille ja ajatuksille. Suuressa mittakaavassa tämä johtaa siihen, että Euroopan älyllisen historian nähdään olevan modernin kauden valmistelua. On olemassa viitteitä teleologisesta, tarkemmin sanoen teologisesta, historiannäkemyksestä Duhemilla (vrt. IV.1.2, s.65-6). Jatkuvuusteessin muotoa ei kuitenkaan voine pitää varsinaisesti teleologisena. Pikemminkin sen tarkoituksena on selittää modernia tiedettä, sen mahdollisuutta, menneisyyden avulla.

Le Système du monde esittää merkittävän täydennyksen jatkuvuusteeseille osoittaessaan 1300-luvun tieteellisen aktiviteetin alkusyyksi Pariisin piispan Etienne Tempierin kreikkalaisen filosofian neessitarianisiin teemoihin kristillisen Jumalan kaikkivaltiuuden nimissä 1277 kohdistamat kiroukset. Metafyysinen vallankumous löytyy siis Duheminkin mukaan modernin tieteen juurilta. Merkillistä kyllä tieteen jatkuvuus ja autonomia säilyvät tapahtumassa koskemattomina: ainoa olemassa ollut positiivinen tiede, ptolemaiolainen astronomia, itse asiassa yhdisti voimansa teologisen voluntarismin kanssa kreikkalaisen kosmologian tuhoksi.

Jatkuvuusteesi on ilmeisesti sekä käsitteellisesti että dokumentaarisesti hyvin perusteltu *statiikan* historian osalta, minkä yhteydessä se sai ensimmäisen muotoilunsa. Tällä alueella Duhem pyrkii vähättelemään Arkhimedeiden töiden vaikutusta ja vastaavasti korostamaan Aristoteleen sekä Keskiajan omaperäisten saavutusten merkitystä, mitkä painotukset ovat suorassa yhteydessä Duhemin kannattamaan fysiikan menetelmään.

Jatkuvuusteessin yleistyksen *dynamiikkaan* ovat myöhemmät historioitsijat sen sijaan suureksi osaksi torjuneet. Duhemin tulkintojen kiistetyt kohdat liittyvät läheisesti hänen epistemologiansa periaatteisiin. Esimerkiksi kausaliteetin käsite, jonka ei voi sanoa esiintyvän millään tavalla Duhemin tieteenfilosofiassa, osoittautuu tärkeäksi arvioitaessa pariisilaisten terministien *impetus*-dynamiikkaa galileilaisen dynamiikan tuottaneiden 'transformaatioiden'

mahdollisena lähtökohtana. Toisena esimerkkinä voi mainita Duhemin antirealistisen käsityksen fysikaalisesta teoriasta. Tämä ilmeisestikin johtaa hänet aliarvoimaan realistisen motiivin tärkeyttä Uuden Ajan alun astronomiassa: subtiilin ja robustin suhteellisessa painotuksessa Duhem näyttää paljolti jakaneen skolastikkojensa mieltymykset.

Teorian olemus ja tehtävä olivat Duhemin ja hänen aikansa tieteenfilosofian keskeisin ongelma. Duhem yhdisti kannattamansa tieteenfilosofian 'ilmiöiden pelastamisen' ohjelmaan, instrumentalistiseen metodologiseen ajatteluun, joka kehitettiin jo Antiikissa matemaattisen astronomian yhteydessä. Kirjassa *Sozein ta fainomena* hän käy läpi *tieteenfilosofian* historiaa Platonista Galileihin. Duhem pyrkii enemmän tai vähemmän samaistamaan matemaattisen astronomian ja (aristotelisen) fysiikan välisen eron moderniin, erityisesti positivismin tekemään, tieteen ja metafysiikan erotteluun. Tämän johdosta esimoderni fysikaalinen tähtitiede näyttäytyy hänelle luonteeltaan fiktionaalisena silloinkin, kun kysymys ei ole pelkästään heuristisia tarkoituksia palvelevasta mekaanisten mallien rakentelusta. (IV.2.4).

Kappaleen IV.2.5 aiheena on analyysi varhaisen modernin tieteen piirissä vallinneista tieteenfilosofisista asenteista. Nämä osaltaan määräsivät voimakkaasti kehityksessä olleen tieteen suhdetta teologiaan ja filosofiaan. On odotettavissa, että tässä yhteydessä Duhemin tieteenfilosofian tulkinnallinen relevanssi on tiheimmillään. Hänen väitteensä on, että johtavat kopernikaanit lankevat illoogiseen realismiin, uskoen voivansa paljastaa taivaankappaleiden luonteen ja todelliset liikkeet. Ymmärtäen väärin kokeellisen menetelmän alan, he asettivat lähtökohdakseen ilmiöiden pelastamisen fysikaalisesti paikkansapitävien hypoteesien avulla. Tämä tapahtui huolimatta teologi-metodologioiden, kuten kardinaali Bellarmine, Urban VIII ja Andreas Osiander, tarjoamasta selkeästä opastuksesta huolimatta. Käytännöllisen tieteenfilosofian historiassa tapahtui vastustamaton dialektinen liike: Astronomiassa 'teoreettinen' ja 'kosmologinen' osa olivat tulleet erotetuiksi toisistaan jo Antiikin aikana. Maanpäällisessä fysiikassa nämä kaksi osaa säilyivät erottamattomasti toisiinsa kietoutuneina aina Galilein aikaan saakka. Taivaallisen ja maanpäällisen fysiikan yhtyminen toi esipositivisen sekaannuksen takaisin myös astronomiaan, ja fysiikka vapautui tästä erehdyksestä vain vähitellen. Kopernikaanisen kumouksen myönteiseksi sisällöksi selviää fysiikan teorian yhtenäistäminen, saavutus, jonka arviointiperusteet Duhemin tieteenfilosofian analyttisen puolen mukaan voivat koskea vain käytännöllisyyttä ja intellektuaalisia preferenssejä.

Koyré: Alexandre Koyré oli ennen muuta tieteellisen *ajattelun* historioitsija. Hänen historiografiassaan tiede - fysiikka ja astronomia - sijoittuvat ensisijaisesti *teoreettisten toimintojen* yhteyteen. Tieteen intellektuaalinen ympäristö, ajalle ominaisten filosofien ja jopa uskonnollisten katsomusten vaikutus tieteellisten teorioiden ja selitysten muodostumiseen ja niiden hyväksyttävyyden mittapuihin tulevat osaksi tieteenhistoriallisen selonteon kohdetta. Lähestymistapa jo tekee ymmärrettäväksi sen, että tieteellisen keksimisen kuvaamisessa käsitteelliset rakenteet, 'theoria' ja 'ontologia', nousevat keskeisiksi tarkastelun kohteiksi. Lähestymistavasta voinee nähdä selittyvän osittain myös Koyré'n tieteenhistoriallisia tulkintoja luonnehtivien määrätynlaisen realismin sekä antiempirismen, joka torjuu teorian instrumentalistisen tulkinnan ja pitää abstraktin metodologian roolia vähäisenä: teoreettiset symbolijärjestelmät, jotka toimivat pelkästään empiirisen aineiston representaation ja luokittelun välineinä, kuten myös tiedon metodinen konstruktio, jättävät ilmeisesti vain vähän sijaa filosofisluonteisille vaikutteille. Teoreettisten toimintojen yhteys merkitsee tietynasteista vastakohtaa yhtäältä tieteen teknisen ja 'positiivisen' sisällön kehitystä analysoivalle sisäisen historian muodolle, ja toisaalta myös tieteen mahdolliselle yhdistämiselle teknologiseen kontekstiin, vaikkakin Koyré ilmaisee käsityksensä, että tekniikan historia on sekin erottamaton intellektuaalisesta historiasta.

Jos Koyré'n historiografinen konseptio merkitsee tieteenhistorian asettamista sisäiseen yhteyteen filosofian historian kanssa, platonismi historiallisena ilmiönä on se lähempi kehys,

joka luo yhtenäisyyttä tähän lähestymistapaan. Koyré ei ollut yhden epookin tai yhden alueen historioitsija, 1600-luvun tutkija tai fysiikan historian spesialisti, vaan *keston* (durée) historioitsija, joka tutki platonismin kehitystä pitkällä aikavälillä sille teologian, metafysiikan ja fysiikan piirissä annetuissa peräkkäisissä reformulaatioissa yhdenneltätoista vuosisadalta ja Pyhän Anselmin ajattelusta Kantiin ja Hegeliin. Tutkittu periodi ei enää ole mielivaltainen, vaan kestää yhtä kauan kuin objektinsa. Platonismin historiaa on mahdollista seurata sen keskiaikaiselle ajattelulle 1000- ja 1100-luvuilla antamasta innoituksesta aina sen hajoamiseen siinä oudossa liitossa, jonka se 'newtonilaisessa synteessissä' solmi Demokritoksen atomismin kanssa. 1600-luvun vallankumous sijoittuu tähän pitkän aikavälin kehykseen, jota hallitsee aristotelismin ja platonismin keskinäinen kamppailu. Koyré'n tieteenhistoriallinen työ käsittelee kuitenkin pääasiassa sitä Kopernikuksesta Newtoniin ulottuvaa ajanjaksoa, joka paljolti juuri Koyré'n työn ansiosta alettiin tieteenhistoriaasa hahmottaa erityisenä periodina, *Tieteellisen Vallankumouksen* kautena. (V.1).

Koyré tutki tieteen historiaa intellektuaalisena historiana, johtotähtenään ajattelun ykseys. Koyrélainen tieteenhistoria on keksimisen historiaa, joka pyrkii "tavoittamaan ajattelun kulun sen luovassa liikkeessä". Totuuden tavoittelun ja todellisuuden tuntemuksen näennäisesti hyödytön päämäärä on Koyré'n mukaan tieteellisen edistyksen voimanlähde. Johtuen juuri tieteen luonteesta teoriana sillä on sisäinen tai immanentti historia. Tähän näkemykseen liittyvän antirelativismiin ja antipsykologismiin Koyré oli omaksunut Edmund Husserlilta. (V.1.2).

Koyré'n filosofisesta taustasta nousevat hänen tieteenhistoriansa yhteydessä esiin *platonismi* ja *fenomenologia*. Vuosisadan alun *ranskalaisen filosofian* perintöä edustaa m.m. tietoisuus ajan ja rationaalisuuden suhteen ongelmallisuudesta, jonka kanssa uuden dynamiikan perustajat Koyré'n historiografiassa joutuvat konkreettisesti kamppailemaan. Platonistinen aihe on ajatus teorian ensisijaisuudesta kokemukseen nähden.

Kenties keskeisimmäksi epistemologiseksi teemaksi Tieteellistä Vallankumousta koskevissa tulkinnoissa on, kokeellisuuden merkityksen ohella, vakiintunut kysymys matematiikan asemasta. Tieteenhistoriassa tämä näkemys on peräisin suhteellisen myöhäiseltä ajalta, 1920-luvulta, jolloin sen ensimmäisinä esittivät Eduard Dijksterhuis ja E.A. Burtt. Husserl katsoi myös, että moderni tiede on olemukseltaan distinktiivisesti matemaattinen, se perustuu matemaattiselle luonnonkäsitykselle. Matemaattisen menetelmän omaksuminen fysiikassa oli olennaisesti kontingentti historiallinen ratkaisu. Filosofisen analyysin tuli paljastaa matemaattisen teorian presuppositiot, joista modernin tieteen mieli ja rajoitukset riippuvat. (V.2.1).

Henri Bergsonilta Koyré lainasi tulkinnan, jonka mukaan XVII:n vuosisadan tieteellisen vallankumouksen kaksi luonteenomaista piirrettä olivat taivaallisen ja terrestisen fysiikan yhdistäminen sekä 'tarkkuuden universumin' (*univers de la précision*) asettaminen arkielämän 'likimääräisyyden maailman' (*le monde d'à peu près*) sijalle. Bergsoniin viittaava motiivi on myös käsitys ajan ja avaruuden radikaalisti erilaisesta asemasta kognition suhteen, jolle nojaavat mm. *Galileolaisiin tutkimuksiin* sisältyvät tulkinnat Galilein ja Descartesin kamppailusta putoamislain keksimiseksi. (V.2.2).

Koyré'n realismiin antoi vaikutteensa fenomenologian ja platonismin lisäksi Emile Meyersonin tieteenfilosofia, jonka voi lukea kuuluvaksi uskantilaisuuteen. Tähän vaikutukseen viittaa m.m. Koyré'n omaksuma erottelu kuvailun ja selittämisen välillä, samoin teesi teorian ja ontologian erottamattomuudesta. Uskantilainen Meyerson katsoi tieteellisen selittämisen olevan kausaliiteetti palauttamista. Kausaliiteetilla oli hänelle kuitenkin vain psykologinen status. Antipsykologisminsa ja objektivisminsa mukaisesti Koyré näkee kausaliiteetin aseman toisin kuin Meyerson, hänelle kausaalisuus ei ole psykologinen vaan metafyyminen periaate. (V.2.3).

Koyrén epistemologian keskeinen käsite on 'ontologia'. Ontologia määrää *a priori*, mikä on mahdollista ja mikä mahdotonta. Ajattelussamme mahdollinen käy todellisen edellä; todellinen on vain mahdollisen jäännös, ja asettuu sen kehykseen mikä ei ole mahdotonta. Rajoittavan ontologian puuttuessa meillä taas ei ole kriteeriä millä ratkaista etukäteen, onko jokin väitetty tosiasia mahdollinen; siten esim. Renessanssia luonnehtiva rajaton herkkäuskoisuus on nähtävä seurauksena siitä, ettei tuhotun aristotelisen fysiikan ja metafysiikan tilalle ollut ennen Galileita asettaa mitään vaihtoehtoista ontologiaa. (V.3.1).

Filosofiset asenteet ja käsitykset toimivat, paitsi teorioiden hyväksymisessä tai oikeuttamisessa, myös niiden keksimisessä; Koyré epäilee lisäksi, että tieteellisen ajattelun taustalla aina on olemassa tiettyjä filosofisia oletuksia, joiden ei kuitenkaan tarvitse pysyä samoina teorian koko olemassaolon ajan. 'Positivistinen' keskittyminen annetun formaaliin käsittelyyn on suuntaumisena mahdollinen, mutta se on aina väliaikainen ja luonteeltaan kielteinen; 'matemaattinen realismi' on se filosofia, joka vie tiedettä eteenpäin. Koyré esittää seuraavat kolme teesiä tieteen suhteesta filosofiaan: 1. Tieteellinen ajattelu ei ole ollut koskaan täysin erillään filosofisesta. 2. Suuret tieteelliset kumoukset ovat aina olleet filosofisissa käsityksissä tapahtuneiden mullistusten tai muutosten määräämiä. 3. Ajattelu fysikaalisissa tieteissä ei kehity tyhjiössä, vaan sijaitsee aina (sellaisessa) ideoiden, peruseriaatteiden, aksiomaattisten itsestäänselvyysien kehyksessä, jota tavanomaisesti on pidetty "filosofian alaan soveliaasti kuuluvana". Hän ei silti tahdo kieltää uusien faktojen löytämisen tärkeyttä, eikä sitä että tieteellinen ajattelu kehittyy autonomisesti tai jopa autologisesti. (V.3.2).

Useat historioitsijat ja filosofit ovat esittäneet teesin, että varhaisen modernin tieteen olemus oli luonnon matematisointi ja että matematiikan käytön oikeuttaminen tapahtui uusplatonilaisen tai pythagoralaisen metafysiikan pohjalta - näin m.m. Ernst Cassirer, Arthur N. Whitehead, Edwin A. Burt ja Koyré; niin kuin ylempänä todettiin, Edmund Husserlin käsitys asiasta oli samankaltainen. Tämän käsityksen taustalla voidaan katsoa olevan aivan tietty käsitys metafysiikasta, nimittäin, että metafysiikka ilmaisee henkilön tai aikakauden ajattelun perustana olevia presuppositioita. Tämä vastaa Whiteheadin määritelmää, jonka mukaan ajankohdan filosofia muodostuu niistä "perustavanlaatuisista oletamuksista jotka eri järjestelmien kannattajat tiedostamattaan hyväksyvät". Vastakohtaksi metafysiikan samaistamiselle presuppositioihin voidaan asettaa metafysiikka eksplisiittisenä tapana argumentoida ja metafysiikka historiallisena tieteenalana. (V.3.3).

Esimerkiksi R.G. Collingwoodin mukaan annetun tutkimusalueen intellektuaalisen kehityksen historiallisen kuvaamisen probleema käsittää ensiksi tuolle alueelle ominaisen "absoluuttisten presuppositioiden konstellaation identifioimisen", toiseksi niiden "samankaltaisuuksien ja eroavaisuuksien tutkimisen", jotta nähtäisiin, mitkä piirteet muuttuvat ja mitkä eivät siirryttäessä epookista toiseen, ja lopuksi täytyy saada selville "missä tilanteissa ja minkä prosessien kautta yksi konstellaatio muuttuu toiseksi". (V.3.3.c).

Metafysiikka-attribuutio on hypoteesin luonteinen, sillä on teoreettinen status historiografiassa. Edellä jo viitattiin siihen, että oletus absoluuttisista presuppositiosta muodosti Collingwoodilla intellektuaalisen historian periodisaation teoreettisen perustan. Henkilön 'metafysiikkaa' voidaan taas käyttää esimerkiksi selittämään hänen teoreettisia mieltymyksiään. Näistä käsityksistä seuraa, että tekstejä luetaan *etsien evidenssiä* taustalla olevasta käsitteellisestä rakenteesta. Presuppositioattribuutio voi saada evidenssiä esim. biografiasta, siitä mille vaikutteille a.o. henkilö tai ryhmä on ollut alttiina. Vaikutteiden etsimisellä voi sinänsä olla erilainen merkitys riippuen historioitsijan menetelmällisestä pätevyydestä.

Historiallinen epistemologia voi, mutta sen ei tarvitse, nojautua ahistoriallisten periaatteiden etsimiseen historiallisesta tieteestä. Se voi päinvastoin keskittyä etsimään niitä piirteitä, jotka erottavat tieteen historian aikakausia toisistaan. Tämä oli nimenomaisesti Koyrén tapa tarkastella tiedettä tietona ja ajatteluna. (V.3.3.d).

Koyrén historiografisessa metodissa huomion kiinnittäminen toimijoiden tekemiin erehdyksiin näyttelee merkittävää osaa. Menetelmän taustalla on ajatus, että erehdykset voivat paljastaa historialliselle analyytikolle tärkeitä tosiasioita siitä 'intellektuaalisesta kehyksestä', jonka puitteissa tieteellisen ajattelun oletetaan toimivan, ja erityisesti ne voivat olla todisteena käynnissä olevasta peruskäsitteiden muutoksesta. (V.4.1).

Kappaleen V.4.4 aiheena on metodologian merkitys jatkuvuustekijänä keskiaikaisen ja varhaisen modernin fysiikan välillä.

Koyré ei tässä yhteydessä eikä myöskään muualla näytä antavan suurta painoa *teorian* käsitteen väitetysti kokemalle muutokselle myöhäiskeskiajalta ja skolastisen nominalismin vaikutuksesta lähtien, muutokselle, jonka sisältönä oli luopuminen uskosta, että mikään teoria voisi olla lopullinen ja ainoa totuus. Hän näyttää yhdistävän tämän kehityksen, jota jotkut pitävät epookkia tekevänä, tutkivan pyrkimyksen hajoamiseen ja hedelmättömään skeptisismiin.

Johtopäätös, joka hänen mukaansa voidaan vetää historiasta on, että pelkkä empirismi, tai edes 'kokeellinen filosofia', ei sinänsä johda minnekään; tiede ei edisty luopumalla toden tavoittelun näennäisesti hyödyttömästä päämäärästä, vaan pyrkimällä siihen rohkeasti. Tämän seurauksena modernin tieteen edistymisen historia tulisi omistaa vähintään yhtä suuressa määrin sen *teoreettisen* kuin sen *kokeellisen* aspektin kuvaamiselle. Sillä teoreettinen puoli ei ole ainoastaan läheisesti liittynyt kokeelliseen, vaan dominoi tätä ja määrää sen rakenteen. Uuden ajan tieteelliset vallankumoukset ovat perustaltaan teoreettisia kumouksia; niiden tulos ei ole siinä, että paremmin opitaan sitomaan toisiinsa 'kokemuksessa annetut', vaan siinä, että hankitaan uusi käsitys 'annettua' kannattavasta todellisuudesta. Koyrén kritiikki positivismia ja instrumentalismia vastaan paljastaa näiden historiallisen alkuperän, joka on tieteellisen ajattelun epäonnistuminen tehtävässään rationalisoida todellisuus. Näin tapahtui antiikissa, kun helleeninen astronomia, kehitettyään täydellisyyteen tieteellisen ajattelun menetelmän, havaitsi itsensä kykenemättömäksi tunkeutumaan taivaankappaleiden todellisten liikkeiden mysteeriiin; samanlainen kehitys toistui Newtonin jälkeisessä tähtitieteessä joka, kyvyttömänä selittämään gravitaatiota, joutui hyväksymään tämän pelkkänä tosiasiana. Koyrén kritiikissä on kysymys tieteellisen käytännön luonteesta, ei tieteen filosofian mahdollisista virheistä. Positivismi ei välttämättä edusta *metodologista* 'väärää tietoisuutta', rajoittuminen observaabelin formaaliin käsittelyyn on *mahdollinen* tapa harjoittaa tiedettä.

Kappaleen V.4.5 aiheena on Koyrén luonnehdinta renessanssiajan tieteestä ja niistä epistemologisista kehityksistä ja piirteistä jotka, nimenomaan fysiikassa ja astronomiassa, merkitsevät siirtymistä moderniin kauteen.

Niin kuin alussa mainittiin, Koyrén historiografisen lähestymistavan kannalta tieteen ensisijainen ulkoinen ympäristö on teoreettisten toimintojen konteksti, mikä lähestymistapa jo itsessään implikoi tietynlaisen näkemyksen tieteen epistemologisesta luonteesta. Tällä perusteella voidaan odottaa, että koyrélaisen konseptin koetinkiveksi muodostuu sen kyky liittää tiede teknisiin ja sosiaalisiin yhteyksiinsä, minkä johdosta hänen tavallaan käsitellä teknologisia ja sosiaalisia tekijöitä on periaatteellisempaakin merkitystä. Teknologinen ympäristö asettaa omat tieteen kriteerinsä. Koyrén näkemys tieteestä *theoriana* osoittautuu kuitenkin sangen joustavaksi. Se ominaisuus, joka tekee hänen konseptiolleen mahdolliseksi teknologisen kontekstin assimiloimisen, on ennen muuta ajatus matematiikasta fysiikan olennaisena tekijänä. Toinen peruskivi täällä, kuten jo *Galileilaisissa tutkimuksissa*, on platonismin transformaatio, jossa "likimääräisyyden maailman" vastapooliksi asettuu, ei ideoiden henkinen maailma, vaan "arkhimedinen", abstrakti mutta todellinen esineellistyneen geometrian maailma. Tieteen ja empiiris-teknisten käytäntöjen suhteen hahmottamiseksi

Koyré kehittää kaksinaisen distinktion, joka erottaa yhtäältä teoreettisen tieteen näistä käytännöistä, sekä toisaalta tekniikan *teknologiasta*. (V.1.1)

Koyré on tarkastellut koskien tieteen sosiaalisia ja käytännöllisiä yhteyksiä sijoittuvat Antiikin teknisen pysähtyneisyyden selittämisen, Myöhäiskeskiajan ja Renessanssin voimakkaan teknisen edistyksen ja varhaisen modernin fysikaalisen tieteen nousun välisen suhteen sekä tieteellisen teknologian alkuperän tarjoaman historiallisen ongelmavyyhdin kehikseen.

Hän päätyy tulokeen että sosiologisten tekijöiden avulla on mahdollista selittää, miksi tiede on joissakin yhteiskunnissa mahdollinen, ja miksi sitä ei toisissa voi esiintyä. Sitä, miksi joissakin yhteiskunnissa tiedettä todella esiintyy, ja vielä vähemmän sitä, miksi se niissä saa tietyt muodot, ei ole mahdollista selittää sosiologisilla tekijöillä. Koyré torjuu myös mahdollisuuden selittää tieteen luonne ja kehitys sen käytännöllisten sovellutusten avulla. Varhaisen modernin tieteen teknologisen ja sosiaalisen merkityksen painottaminen on nykyisempien olosuhteiden heijastamista menneisyyteen. Tekninen kehitys ja tekninen ajattelu ovat, tietylle asteelle saakka, mahdollisia riippumatta tieteestä. Sen sijaan Koyré ei väitä tieteen olevan olevan riippumaton tekniikasta. (V.5.1-2).

Koyré'n idea on, että teoria on se tekijä, joka historiallisessa katsannossa on mahdollistanut empiiris-tekniisten taitojen kehittymisen korkeammalle, teknologiselle asteelle. (V.5.4).

I. Tieteenhistorian muodostuminen

Tieteenhistorian harrastuksen voi katsoa kehittyneen osaksi filosofian piirissä ja osaksi virallisena ja epävirallisena oppihistoriana tieteen itsensä yhteydessä, mitä on seurannut myöhempi itsenäistyminen erikoistuneiden menetelmien, intressien ja instituutioiden syntymisen myötä. Tieteenhistorian alkuperää koskevissa näkemyksissä esiintyy tiettyjä eroavaisuuksia, jotka palautuvat aina Valistuksen ja Romantiikan historiakäsitysten keskinäisiin vastakkaisuuksiin saakka.

Eräs tieteenhistorian muodostumiseen liittyvä näkökohta on tieteen sisäisen historiallisen tietoisuuden ja ulkopuolista näkökulmaa edustavan eriytyneen, ammattimaisen historian tietynasteinen vastakkainasettelu; tämä on väitetysti kytköksissä myös toisistaan poikkeaviin käsityksiin tieteellisen tiedon kehityksen tavasta.

On olemassa tietty vastaavuus historioitsijan taustan ja sen kontekstin välillä, mihin hän kohteensa sijoittaa; tästä tekijästä aiheutuva kontrasti voidaan havaita Duhemin ja Koyrén tieteenhistorioiden kesken. Historiankirjoituksen sisällä voidaan todeta tietty erimielisyys m.m. 'teorian' ja 'käytännön' puoluelaiden välillä, joista edellisiä edustakoon Koyré ja jälkimmäisiä Henry Guerlac ja Stillman Drake. Myös ideologisia latauksia näyttää sisältyvän esimerkiksi kysymykseen siitä, tulisiko varhaisen modernin tieteen kehittymisen katsoa tapahtuneen teorian, lähinnä luonnonfilosofian, pohjalta vai käytännön, se on, kokemuseräisten taitojen ja tekniikan kontekstissa; merkitsevää on, että kumpaakin käsitystä kannatetaan sille ominaisista epistemologisista oletuksista lähtien.

1.1. Alkuperä ja traditiot

Alexandre Koyré mukaan nykyaikaisen historiankirjoituksen alkuperä palautuu kahdeksanneltoista vuosisadalle, vastoin laajalle levinnyttä käsitystä, joka pitää Valistuksen vuosisataa antihistoriallisena.¹⁶

Arvio historiallisen tietoisuuden heikkoudesta 1700-luvulla on Koyrén mielestä riippuvainen romantismille ominaisen historiakäsityksen omaksumisesta. Hän katsoo että historian uudelleenlöytämisen tapahtui päinvastoin juuri puheenaolevalla vuosisadalla, mainiten Montesquieun, Montuclan, Gibbonin sekä Voltairen, jonka *Le Siècle de Louis XIV* ja *L'Essai sur les mœurs* hänen arvionsa mukaan uudistivat täysin historiankirjoituksen. Romantismi on paljolti määrännyt, paitsi historialliset arvostelmamme, myös itse historian konseptin: Romantikon näkemyksessä menneisyys on hallitseva; romantikko soveltaa historiaan organistisia metaforia; hänelle historia on impersonaalinen voima, joka toteutuu maailmassa. Valistuksen aktivistisen näkemyksen mukaan taas historia on ihmisen toiminnan tuote, jotain, minkä me olemme luoneet eikä jotain, mikä on luonut meidät; valistushistorioitsijan katse on suuntautunut tulevaisuuteen. (Koyré[1961], pp.104, 105-6). Valistusfilosofian vaikutuksesta historiasta tulee 'ihmishengen edistyksen historiaa' (Condorcet); tieteen historia, alue jolla edistys on kiistämätöntä ja jopa näyttävää, itsenäistyy omaksi tutkimusalakseen (Koyré[1966], p.392).

¹⁶Koyré[1961], p.105; Koyré[1966], p.392. Historiallinen kritiikki ja sen käsite syntyivät edellisen vuosisadan loppupuolella, diplomaattisten y.m. asiakirjojen autenttisuuden tutkimuksen sekä Raamatun eksegeesin yhteydessä. Koyré mainitsee Spinozan (*Tractatus theologico-politicus*), Pierre Baylen (jonka *Dictionnaire historique et critique* (1697) oli 1700-luvun alkupuoliskon kenties suurin teos) sekä Mabillonin (*De Re Diplomatica*, 1681) nimet. Koyré ei mainitse Richard Simonia, jonka eksegeettiset työt olivat kritiikin muodostumiselle erittäin tärkeitä (näistä varhaisin on *Histoire critique du Vieux Testament*, 1678). (Bloch, pp.81-3, 182; Hazard, t.1, pp.140-5, 243, 263, t.3, p.59).

Tieteenhistoria on sitten Montuclan, Kästnerin, Delambren ja Whewellin päivien ottanut vaikuttavia edistysaskeleita. Se on uudistanut käsityksemme Antiikin tieteestä, paljastanut babylonialaisen ja kiinalaisen tieteen, ja herättynyt henkiin keskiaikaisen ja arabialaisen tieteen. August Comten myötä se on yrittänyt - ilman menestystä - yhdyttyä sivilisaation historiaan, Pierre Duhemin ja Léon Brunschvicgin töissä yhdistyä filosofian historiaan. Tästä, ja Paul Tanneryn ponnistuksista, huolimatta se on säilynyt erillään muista historian aloista, vailla yhteyttä yleiseen tai sosiaaliseen historiaan tai edes tekniikan ja teknologian historiaan. Vastaavasti sen on joutunut varsinaisten historioitsijoiden sivuuttamaksi. Koyré toteaa, että tieteenhistoria on äskettäin toteuttanut yhteyden intellektuaaliseen historiaan eikä vain filosofian historiaan. Jos se siitä huolimatta on säilynyt liian abstraktina, "idealistsena", laiminlyöden niiden todellisten olojen tutkimisen joissa tieteen kehitys on tapahtunut, on se seurausta ylenmääräisestä erikoistumisesta, mihin ongelmaan Koyré ei näe ratkaisua: tieteitä on tutkittava niiden konkreettisuudessa, mikä merkitsee niiden historiallisesti annettua erillisyyttä. (Koyré[1966], pp.393, 394, 399).

Thomas Kuhn erottaa perinteisessä tieteenhistoriassa kaksi eri traditiota: Ensimmäinen, historiallisesti varhaisempi näistä, kuuluu lähinnä tieteen itsensä kontekstiin. Tekijöinä tiedemiehet, joiden tarkoituksena oli valaista alansa käsitteitä, houkutella oppilaita tai perustaa traditio, laji palautuu klassiseen Antiikkiin. Valistusajattelu vauhditti lajin kehitystä, ja jotkut Valistuksen viime vuosikymmeniltä peräisin olevat, joko teknisiin monografioihin liitetyt (Lagrange) tai myös erilliset tutkimukset (Montucla, Priestley, Delambre) palvelevat toisinaan edelleenkin läheteoksina. (Kuhn[1977], pp.105-6, 148).

Toinen tärkeä traditio, joka ajoittain on erottamaton ensimmäisestä, oli avoimemmin filosofinen tavoitteiltaan. Francis Bacon suositteli oppineisuuden historioiden tutkimista keinona saada selville ihmisjärjen tosi luonne ja oikea käyttö. Voltaire ja Condorcet ovat vain tunnetuimpia niistä filosofisesti suuntautuneista kirjoittajista, jotka yrittivät perustaa toden järkiperäisyyden normatiivisen kuvauksen yleiskatsaukselle länsimaiseen ajatteluun. Ennen 1800-lukua ohjelma tuotti vähän merkittäviä tuloksia, kunnes Whewellin, Machin, ja Duhemin töissä filosofinen motiivi tuli luovan historiallisen toimeliaisuuden lähteeksi. (ibid., pp.106, 148).

Historiana näillä molemmilla traditioilla oli tietyt vajavaisuutensa: Ensimmäinen ne rajoittuivat lähes yksinomaan sisäiseen historiaan. Ainoat ulkoiset tekijät joihin viitattiin olivat teknologia, jonka keksinnöt saattoivat olla välttämättömiä instrumentaation kehitykselle, sekä uskonto, jota pidettiin edistystä haittaavana tekijänä. Toisena heikkoutena oli aineiston hahmotus lähtien nykyisistä käsitteistä ja tieteenalojen rajoista. Presentistinen näkökulma, joka yleisen historian puolella oli voitettu 1800-luvulla, säilyi tietehistoriassa¹⁷. Selittääkseen hitauden, jolla historiallinen asennoituminen tunkeutui tälle alueelle, Kuhn esittää sängen yleisen väitteen koskien tieteenfilosofian osuutta tieteenhistorian muodostumisessa: Vaikka tiedemies-historioitsija ja romantikko (joka siis on aidon historiallisen asenteen vertauskuva) olivat eri mieltä lähes kaikista muista asioista, näkivät molemmat yhä tieteen kehityksen älyn kvasimekaanisena etenemisenä, luonnon salaisuuksien peräkkäisenä antautumisena oikeille ja taidokkaasti sovelletuille metodeille. Uudempi historiankirjoitus on hylännyt tämän "metodin

¹⁷Vrt. 'induktivistinen' historia alempana. 'Presentismi' on antropologien anateema 'etnosentrismi' historiaan sovellettuna; viimeainitusta vrt. esim. Gellner[1962], p.28ff. Esim. Vasco Ronchin teosta *Storia della Luce* (1939) voinee pitää hyvänä nykyaikaisempaa esimerkkinä tiedemiehen kirjoittamasta historiasta. Optisten käsitteiden *lumen* ja *lux* nykykielille kääntämisen tuottamasta vaikeudesta ks. Ronchi[1970], pp.61, 224; optiikan alueen muuttumisesta, ibid., p.112. Ronchi selittää paikoitellen termien *lumen* ja *lux* eroa psyykkisen ja fysikaalisen termeissä; esimerkiksi luomiskäskyn '*Fiat lux et facta est lux*' tulkintaan psyykkinen merkitys ei kuitenkaan varmastikaan olisi ollut täysin sovelias (vrt. ibid., p.67).

myytin", mikä kylläkin on puolestaan nostattanut uuden historiallisen ongelman, nimittäin kysymyksen "baconilaisen liikkeen" merkityksestä modernin tieteen kehityksessä¹⁸.

(Kuhn[1977], pp.107, 149).

Eri tekijät ovat olleet vaikuttamassa siihen, että tieteenhistorioitsijat ovat tällä vuosisadalla vähitellen oppineet hahmottamaan aiheensa jonakin muuna kuin positiivisten saavutusten kerääntymisen kronologiana jälkikäteen määritellyn tieteenalan puitteissa. Yksi näistä on filosofian historian esimerkki: ottaen huomioon että filosofiassa tiedon erottaminen erheestä on varsin moniselitteinen asia, luonnollisena menetelmänä on siellä kokonaisten ajatusjärjestelmien rekonstruktio pikemmin kuin positiivisen tiedon kertymisen kronologia. Filosofian historioitsijoista Ernst Cassirer, F.A. Lange, Edwin A. Burt (*Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*), Arthur O. Lovejoy (*The Great Chain of Being*) käsitelivät myös tieteenhistoriaan kuuluvia aiheita. Toisen mallin tarjosivat uskantilaiset epistemologit, erityisesti Léon Brunschvicg ja Emile Meyerson. Etsiessään ajattelun kategorioita vanhemmista tieteellisistä ideoista, he tuottivat geneettisiä analyyseja käsitteistä, jotka vanhempi historiografinen traditio oli väärinkäsittänyt tai sivuuttanut. Pierre Duhemin paljastama keskiaikainen tiede nosti esiin ongelman sen suhteesta Tieteelliseen Vallankumoukseen. Ongelman selvittäminen edellytti keskiaikaisen tieteen tutkimista sen omilla ehdoilla - tehtävä, jonka suorittamiseen antoivat 1920-luvulta lähtien panoksensa Eduard J. Dijksterhuis, Anneliese Maier ja Alexandre Koyré. Tämä projekti on enemmän kuin mikään muu muovannut modernia tieteen historiankirjoitusta. (*ibid.*, pp.107-8).

Konstitutiivinen ongelma on ollut myös kysymys siitä, tulisiko tieteitä käsitellä yhtenä kokonaisuutena, vai tulisiko kirjoittaa yksittäisten tieteiden historioita. Ajatus yhtenäisestä tieteenhistoriasta palautuu ohjelmana Baconiin ja erityisemmin Comteen. Tämä Paul Tanneryn voimakkaasti edistävä idea, jota myöhemmin m.m. George Sarton yritti toteuttaa, ei Kuhnin mielestä ole osoittautunut kestäväksi. Ensinnäkään ei eri tieteiden teknisen sisällön samanaikainen hallinta ole inhimillisesti mahdollista. Tästä johtuen tiedettä yhtenä pitävät esitykset joutuvat rajoittumaan sen älyllisen, institutionaalisen ja ideologisen ympäristön kuvaamiseen. Vaikka instituutioiden, arvojen, metodien ja maailmankuvien kuvaaminen onkin sinänsä arvokas tehtävä, näiden tekijöiden merkitys tieteiden teknisen sisällön - kokeiden ja teorioiden - kehitykselle on "epäsuora, hämärä ja kiistanalainen". Sitä paitsi ympäristön vaikutus on erilainen eri tieteenalueisiin, seikka jonka huomioonottamisen mahdollisuuden tieteitä yhtenä pitävä lähestymistapa sulkee pois jo periaatteessa. (*ibid.*, pp.109, 31-4).

Uudempi kehitys on ollut ei-intellektuaalisten, erityisesti institutionaalisten ja sosioekonomisten tekijöiden roolia kohtaan osoitettu kiinnostus, jonka yllykkeet ovat peräisin lähinnä yleisestä historiasta, saksalaisesta sosiologiasta ja marxilaisuudesta. 'Sisäinen' tai intellektuaalinen historia oli kuitenkin Kuhnin mukaan (1968) vallitseva muoto, ja hän näki tulevan kehityksen suurimmaksi haasteeksi sisäisen ja 'ulkoisen' eli sosiologisen lähestymistavan yhdistämisen. Kuhn uskoi että hänen teoriansa tieteellisestä kehityksestä tarjoaisi kehityksen sisäisen ja ulkoisen historian yhdistämiselle. (*ibid.*, pp.109-110).

Voidaan väittää, että ammattimainen, eriytynyt historian tutkimus muodostaa oman erityisen historiakonseption, jota ei voida yksinkertaisesti samaistaa historiaan sinänsä¹⁹. Lisäksi

¹⁸Kuhn on käsitellyt kyseistä ongelmaa m.m. artikkelissa "Mathematical versus Experimental Traditions in the Development of Physical Science", Kuhn[1977], pp.31-65, sekä ns. Mertonin teesin yhteydessä, Kuhn[1977], pp.115-118).

¹⁹Voidaan viitata m.m. erotteluun, jonka Benedetto Croce liittää termeihin 'filologi' ja 'historioitsija'; vrt. Finocchiaro[1973], pp.201-6; Collinwood[1946], pp.203-4. Esim. David Carr, joka kritisoi (*Time, Narrative and History*) 'epistemologisen' tradition perusoleuksesta jonka mukaan "ainoa

metodologiset kysymykset liittyvät erottamattomasti institutionaalisiin ongelmiin; siten esimerkiksi historian metodologista omalaatuisuutta korostava jako selittäviin ja ymmärttäviin tieteisiin on liitetty historioitsijoiden ammattikunnan syntyyn viime vuosisadalla, ja sen voidaan katsoa ilmentäneen yritystä perustella alan institutionaalista autonomiaa.²⁰ Vastaavia äänenpainoja esiintyy historiografiaa käsittelevissä Thomas Kuhnin kirjoituksissa, mikä lienee ainakin osaksi ymmärrettävä liittyväksi tieteenhistorian etenevään ammatillistumiseen Yhdysvalloissa 1950-luvulta lähtien.²¹

Eräiden kriitikoiden mukaan nykypäivän ammattimaistunut tieteenhistoria,

samalla kun se täyttää erittäin korkeat opilliset vaatimukset, on joutunut lisääntyvässä määrin eristetyksi siitä tulkinnallisesta traditiosta, joka sen on synnyttänyt ja joka on yhä edelleen ainoana kykenevä antamaan sille tieteenalojen rajat ylittävän merkityksen.

Seurauksena ollut "partikularistinen näkemys" historiasta on kirjoittajien mielestä suuresti heikentänyt tieteenhistoriaa. 'Tulkinnallisella traditiolla' viitataan tässä klassisiin yrityksiin kehittää kattava tieteenteoria, mitä 1800-luvulla ilmentävät Auguste Comten, William Whewellin, Ernst Machin ja Pierre Duhemin työt. Kirjoittajien mukaan olisi väärinymmärrys kutsua näiden klassikkojen töitä 'historioiksi' nykypäivän merkityksessä, koska heidän päämääränsä olivat laajempia. Lisäksi, "ollen katolisempia menetelmiltään", he punoivat analyysinsä tieteen logiikasta historiallisiin kertomuksiinsa. Tätä traditiota ovat 1900-luvulla jatkaneet George Sarton, Emile Meyerson, Ludwig Fleck, Hélène Metzger, J.B. Conant, Alexandre Koyré, Gerald Holton, Thomas Kuhn ja I.B. Cohen.²²

Mitä tulee nykyiseen tieteenhistoriaan, kirjoittajat huomauttavat, että teoreettisen sitoutumisen välttäminen tuli historioitsijoiden keskuudessa yleiseksi ja suosituksi juuri hetkellä, jolloin aiempi vallitseva konsensus tieteenfilosofiassa alkoi murtua. Positivismin ja 'whiggismin' tarjoaman tulkinnallisen opastuksen puuttuessa on tullut vaikeaksi erottaa tiede epätieteestä, ja vanha usko tieteen edistykseen on joutunut vakavasti kyseenalaiseksi.

Empirismiä luonnehtineet ahistoriallisuus ja sosiaalisten tekijöiden laiminlyöminen on jälkipositivistisessä tieteenfilosofiassa paljolti korjattu. Tästä huolimatta tieteenhistoria on jättänyt hyödyntämättä uusien mallien tarjoamat teoreettiset mahdollisuudet. Näiden mallien tekemiä väitteitä on tutkittu vain pintapuolisesti, ja yritykset käyttää niitä tulkinnallisina välineinä käytännöllisesti katsoen puuttuvat.²³

yhteytemme menneisyyteen on historiantutkimuksen välittämä", näkee että meillä on yhteys menneisyyteen "ennen [erikoistuneen] historiallis-kognitiivisen intressin olemassaoloa ja siitä riippumatta" (ibid., pp.8, 2-3).

²⁰Vrt. White, *The Content of the Form*, p.60. Sen tosiasian, että historiatiede muodostui konservatiivisten ja reaktionaaristen arvojen ja hallitusten palveluksessa voisi ehkä nähdä, ottaen huomioon 'tieteen' ja 'edistyksen' kytkeytymisen Valistuksen ja liberalismien ajattelussa, osaltaan selittävän tieteenhistorian myöhäistä 'historisoitumista'. 'Edistyksen' kategorian yhteydestä tieteen historiaan, vrt. Blumenberg[1976], p.31.

²¹Vrt. Kuhn[1977], pp.14-5.

²²Laudan et al., "Scientific Change: Philosophical models and historical research", *Synthese* 69, 1986, pp.141-218; pp.150, 149.

²³Ibid., pp.151-2. Yrityksestä hyödyntää historiografisesti uudempia filosofioita vrt. Gabbey[1990], pp.496-99.

1.2. Tieteenhistorian filosofian etappeja

1.2.1. Valistus

Valistusfilosofien, erityisesti Voltairen ja Condorcet'n²⁴, kenties merkittävin panos tieteenhistorian muodostumiseen oli historian organisoiminen 'edistyneen' käsitteen ympärille. He myös loivat kulttuurihistorian lajin, joka pyrki yhdistämään piiriinsä tieteenhistorian.²⁵ Condorcet esittää 1600-luvun alkupuolen kehitykset tieteessä ja sen filosofiassa vaikutuksiltaan kulttuurihistoriallisesti epookkia tekevinä. Kokeellinen menetelmä sekä teologiasta ja metafysiikasta vapautuneen 'positiivisen' tieteen muodostuminen hahmottuu 1600-luvun tieteellisen vallankumouksen sisällöksi.

Alexandre Koyré'n mukaan kahdeksantoista vuosisadan filosofia on merkillinen - ja viime kädessä epäjohdonmukainen ja ristiriitainen - sekoitus kartesiolaista rationalismia sekä sensualistista ja nominalistista empirismää. Sen saamat arvostelut eivät ole olleet hyviä. Sen vikoina nähtiin, erityisesti 1800-luvulla, liiallinen individualismi, pinnallinen intellektualismi, naivi optimismi, syvällisen todellisuuden tuntemuksen puute, ja aivan erityisesti historian tuntemuksen puute ja usko edistykseen. 1700-luvun huono maine selittyy paljolti sillä, että se on voitettu, ja voittajat, tässä tapauksessa romanttinen reaktio, ovat ne jotka kirjoittavat historiaa. Romantismi on paljolti määrännyt paitsi historialliset arvostelmamme, myös itse historian konseptin, ja tämä eroaa perustavasti Valistuksen käsityksestä.²⁶

Voltairelta löytyy, teoksessa *Essai sur les mœurs et l'esprit des nations* (1745-85), kulttuurihistorian käsite, joka sisältää tieteen historian olennaisena elementtinään. Laji kuoli kuitenkin pois, syntyen uudelleen vasta 1900-luvulla, eikä tiedettä silloin enää otettu mukaan.²⁷

Valistukseen kuuluva rationalismi ilmenee Condorcet'illa poliittisessa- ja moraalifilosofiassa.²⁸

²⁴ Condorcet oli viimeinen valistusfilosofeista (*philosophes*), ja ainoa, joka osallistui aktiivisesti Vallankumoukseen. Hän ei tosin muodosta ehdottoman omaperäistä järjestelmää, mutta kokoa kaikkien edeltäjiensä - Voltairen, Rousseau'n, Turgot'n, Helvetiuksen, Condillacin teorit harmoniseksi kokonaisuudeksi. Tämän viimeinen ilmaisu on *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*, eräänlainen 1700-luvun filosofinen yhteenveto. Condorcet'n - joka oli matemaatikko, ekonomisti, filosofi, poliitikko - elämä on yhteenveto lähes kaikista XVIII:n vuosisadan intellektuaalisen kehityksen puolista sekä sen siirtymisestä teoriasta toimintaan. (O.-H. Priorin johdanto *Esquissen* painokseen v.1933; lainaus Koyré[1961], 103).

²⁵ Valistusajan merkittävin tieteenhistorioitsija oli epäilemättä ranskalainen Étienne-Jean Montucla (1725-1799), jonka teos *Histoire des mathématiques* (2 osaa, 1758; 2. laitos, 4 osaa, 1799-1802) oli katsaus matemaattisten tieteiden, 'puhtaiden' ja 'sekoittuneiden', kehitykseen varhaisimmista ajoista tekijän omaan aikaan. (H.F. Cohen[1994], p.23). Kuten alempana todetaan, Montuclan aikalaisen Condorcet'n *Esquisse* pyrki edistämään kulttuuri- ja sosiaalhistorian käsitettä poliittisen historian monopolia vastaan; Cohen näyttää viittaavan siihen, että Montuclan historiankirjoitusta innoitti sama ajatus.

²⁶ Koyré[1961], pp.103-4; vrt. m. s. 1.

²⁷ H.F. Cohen[1994], p.24.

²⁸ Pitkällisten erehdysten jälkeen ... publisistit ovat lopulta tulleet tuntemaan ihmisen todet oikeudet, johtamaan ne tästä yhdestä totuudesta: ihminen on järjellinen olento, kykenevä muodostamaan päätelmiä, ja hankkimaan moraalikäsitteitä. (*Esquisse*, p.227).

Luonnotieteen filosofiassa hän taas edustaa lähinnä empirismiä: Matemaattiset ja fysikaaliset tieteet "... perustuvat kalkyyliin ja observaatioon" ja "... niitä voidaan opettaa riippumatta filosofisia lahkoja jakavista mielipiteistä"; tämä tekee mahdolliseksi niiden erkaantumisen filosofiasta Antiikissa. (*Esquisse*, p.96).

Condorcet'n asenteelle on ominaista tietty käytännöllisyys, joka asettaa filosofiset *totuudet* filosofisten *järjestelmien* edelle (ibid., p.72). Tiedon hyödyllisyyden arviointi voi kuitenkin olla pitkän aikavälin asia: "Merimies, jonka pituusasteen tarkka määrittäminen säästää haaksirikolta, on velkaa elämänsä teorialle, joka [...] palautuu Platonin koulussa tehtyihin keksintöihin...", kuuluu eräs tunnettu kohta (ibid., p.308)

Condorcet'n mukaan metafysiikka ja historia tutkivat eri puolilta samaa kohdetta, ihmisen henkisten kykyjen kehitystä. Ihmishengen historiallinen kehitys on samojen lakien alainen kuin sen yksilöllinen kehitys. (*Esquisse*, p.3). Condorcet ei kuitenkaan osoita mitään pyrkimyksiä korvata historiallista kausaatiota epistemologisilla selityksillä. (vrt. ibid.).

Demokraattinen ohjelma²⁹ ilmenee halussa ylittää rajoittuminen 'suurmieshistoriaan':

Tähän saakka poliittinen historia, kuten filosofian ja tieteen historiakin, on ollut vain muutamien ihmisten historiaa; se mikä todella muodostaa ihmislajin, niiden perheiden paljous, jotka saavat melkein koko toimeentulonsa omasta työstään, on unohdettu (*Esquisse*, pp.304-5).

Edistysaskelten merkitystä on arvioitava sillä perusteella, mikä on niiden vaikutus ihmisten suuren joukon mielipiteisiin ja hyvinvointiin. Historian on yritettävä tavoittaa institutionaalisten muotojen takaa toteutunut käytännön elämä ja ihmisten todelliset asenteet. (*Esquisse*, pp.304, 307-8).

Condorcet'n kehitysoptimismi on perusteltua ja tavallaan kokemuspohjaista. Vastoin sitä, mitä usein pidetään valistusajattelulle ominaisena, hän ei näe, että edistys olisi mitenkään väistämätöntä ja kohtalon määräämää. Mutta historia osoittaa sen todellisuuden. (Koyré[1961], 107).

'Ihmishengen edistysten historiallisen taulukon luonnos' jaksottaa sivilisaation historian yhdeksään 'epookkiin', ihmisten yhdistymisestä kansanheimoiksi Ranskan Tasavallan muodostamiseen. Jaksottelu ei perustu mihinkään kaavioon tai historian teoriaan; periodit voivat olla edistyksen tai rappion leimaamia, ja tapahtumat, jotka signalovat niiden alkamista ja päättymistä, ovat luonteeltaan erilaisia. Esimerkiksi Antiikin sivistys kattaa kaksi epookkia: kreikkalaisen filosofian syntymisestä tieteiden 300-luvulla eKr. tapahtuneeseen jakautumiseen, ja tieteiden jakautumisesta niiden rappioon; viimeainitulta osalta m.m. kiinnitetään huomiota tieteenharjoituksen poliittisiin, filosofisiin ja taloudellisiin ehtoihin Aleksandriassa (*Esquisse*, pp.69, 95, 96-7).³⁰

"Kolme suurta persoonaa", Bacon, Galilei ja Descartes, merkitsevät siirtymistä kahdeksannesta epookista yhdeksänteen. Näistä kolmesta Baconin ansioksi luetaan "luonnontutkimuksen toden menetelmän" paljastaminen. Galilei rikastutti tiedettä keksinnöillä, ja torjui filosofisella ankaruudella kaikki muut menetelmät kuin observaation ja kalkyylin; hänen koulukuntansa oli ensimmäinen jossa tiedettä harjoitettiin ensi kertaa vailla hiventäkään taikauskkoa. Descartesin

²⁹Vrt. Koyré[1961], p.111.

³⁰Tieteiden jakautumisessa matemaattiset ja fysikaaliset tieteet erkanivat filosofiasta: "Koska ne perustuvat kalkyyliin ja observaatioon, koska niitä voidaan opettaa riippumatta filosofisia lahkoja jakavista mielipiteistä, ne eroavat filosofiasta... Ne jäävät tiedemiesten huoleksi..." 'Filosofian' merkitys kapenee, se ilmaisee enää maailman järjestyksen yleisiä periaatteita: metafysiikkaa, dialektiikkaa, sekä moraalia, johon kuuluu osana politiikka. (*Esquisse*, p.96).

vaikutus, siitä huolimatta että "hänen kulkunsa fysikaalisissa tieteissä oli vähemmän varmaa kuin Galilein ja hänen filosofiansa vähemmän viisasta kuin Baconin", osoittautui suuremmaksi kuin näiden kahden, mikä johtui siitä, että hän kykeni innostamaan ja rohkaisemaan ihmisiä "ravistamaan yltänsä auktoriteetin ikeen, ja hyväksymään vain sen minkä heidän järkensä tunnusti". (*Esquisse*, pp.216-19). Yhdeksännellä epookilla fysiikka vapautuu vähitellen Descartesin käyttöönottamista hämäristä selityksistä, kuten se oli vapauttanut itsensä skolastisista järjettömyyksistä. Se on enää taito tutkia luontoa kokein ja yrittää johtaa niistä kalkyylin avulla yleisempiä tosiasioita. (*ibid.*, p.271).

1.2.2. Positivismi

Auguste Comten (1798-1857) oppi ihmishengen kolmesta kehitysvaiheesta oli epistemologis-historiallinen teoria, joka soveltui erityisesti tieteiden kehityksen selittämiseen. Kaikki tieteet käyvät välttämättä läpi kolme vaihetta: 'teologinen' vaihe, jolloin etsitään olemuksia ja perimmäisiä syitä, joiden uskotaan löytyvän yliluonnollisista olennoista ja jumalallisesta vaikutuksesta; metafyyminen vaihe, jolloin jumaluus korvataan abstrakteilla luonnonvoimilla; 'positiivinen' vaihe, jolloin luovutaan etsimästä "absoluuttisia käsitteitä, maailmankaikkeuden alkuperää ja tarkoitusta sekä ilmiöiden syitä, ja keskitytään tutkimaan ilmiöiden lakeja - se on, muuttumattomia suhteita niiden peräkkäisyydessä ja samankaltaisuudessa". Historiallisesti tieteet ovat kehittyneet eri nopeuksilla saavuttaen positiivisen vaiheen eri aikoina.

Astronomiassa positiivinen vaihe saavutettiin hellenistisenä kautena; fysiikka, joka joutuu käsittelemään kompleksimpia ilmiöitä ja jolla myös on taipumus metafyyseen spekulatioon, saavutti tämän kehitysasteen vasta 1600-luvun alussa, kemia ja fysiologia vähän myöhemmin. Tieteellisen kehityksen vaiheet eivät siten noudata aikakausien rajoja. Comte ei kuitenkaan ollut taipuvainen luopumaan tavanomaisesta periodisaatiosta.³¹ Kuten Condorcet, hänkin pitää 1600-lukua käännteentekevänä:

...jos meidän pitäisi nimetä jokin merkittävä epookki, joka toimisi kiinnekohtana ajatuksille, kyseinen ajankohta olisi se kun, noin kaksi vuosisataa sitten, ihmishenki joutui liikkeeseen Baconin ohjeiden, Descartesin käsitysten ja Galilein löytöjen johdosta. Tällöin positiivisen filosofian henki alkoi julistaa itseään ilmeisessä oppositiossa teologian ja metafysiikan henkeä vastaan, ja positiiviset käsitykset erottautuivat selvästi skolastiikan ja taikauskon yhteydestä, joka enemmän tai vähemmän kätki kaikkien aiempien töiden toden luonteen. Tuosta ajankohdasta lähtien positiivisen filosofian edistyminen, ja kahden muun rappio, on ollut äärimmäisen korostunutta.³²

Comte katsoi tämän 'ihmishengen yleisen vallankumouksen' lähes kokonaan suoritetuksi. Positiivista filosofiaa oli vielä laajennettava sisällyttämällä siihen sosiaalisten ilmiöiden tutkimus, ja se oli tiivistettävä homogeeniseksi oppikokonaisuudeksi.

Comten tieteenfilosofia tähtäsi viime kädessä yhteiskuntatieteen perustamiseen ja sitä kautta inhimillisen kärsimyksen lievittämiseen. Luonnontieteestä hänen käsityksensä näyttää olleen ahtaan pragmatistinen ja utilitaristinen ja toisinaan jopa tutkimukselle vihamielinen; hän m.m. tuomitsi tähtien fysikaalista kokoonpanoa koskevat tutkimukset hyödyttömiksi ja ikuisesti hedelmättömiksi. Hän ei näytä uskoneen luonnon läpikotaiseen lainalaisuuteen: luonnonlait, "tutkimuksemme oikea kohde", eivät voi säilyä sopusoinnussa liian yksityiskohtaisen tarkastelun kanssa. Comte näki tällaiset tutkimukset "aktiivisena disorganisaationa", joka muodosti uhan

³¹Lindberg[1990], pp.10-11.

³²*Cours de philosophie positive*; lainattu H.F. Cohen[1994], p.532 n.41.

positiivisen tiedon järjestelmälle, ja antoi ymmärtää, että tuleva "spekulatiivinen hallinto" ryhtyisi poliisitoimiin niitä vastaan.³³

Comte edusti käsitystä, jonka mukaan filosofian tehtävä on tiedon kokonaisuuden organisoiminen. Kokonaistava periaate tiedossa on inhimillinen tai sosiaalinen näkökulma. Fysikaalisen maailman mukaan orientoituva tutkimus tulee aina jäämään alustavaksi ja keskeneräiseksi saavuttamatta koskaan systemaattista astetta; tässä mielessä on ilmeisesti ymmärrettävä tutkimukselle tutkimuksen vuoksi annettu tuomio. Erikoistumisesta johtuva tiedon fragmentaatio oli tendenssi, jota Comte pyrki vastustamaan sekä teoriassa että käytännössä, ja juuri tähän päämäärään tähtäsi positivismin ytimenä ollut kasvatuksen perin pohjainen uudistus.

Ernst Cassirerin mukaan "Comte oli kenties viimeinen ajattelija, joka ymmärsi filosofian ongelman ja yleisen tietoteorian koko niiden laajuudessa". Hänelle 'positiivisen' ja systemaattisen hengen kesken, faktuaalisen ja rationaalisen välillä, ei ole vastakohtaisuutta. Kumpikin toimii toisensa ehtona ja edellyttää toistaan, sillä tosiasiat saavat merkityksensä pääasiassa tulemalla rationaalisen järjestyksen elementeiksi. Comte painottaa, että tosi positivismi vastustaa tiedon erheellistä yhdentämistä siinä kuin pyrkimystä liialliseen yksityiskohtaisuuteenkin.³⁴

Positivistinen metodi väittää tekevänsä enemmän kuin vain osoittavansa tapahtumien muuttumattomat piirteet. On olemassa korkeampi asioiden järjestys, joka on filosofisen tiedon kohde ja jonka muodostavat käsitteemme. Tiedon varmuus ja tarkkuus riippuvat asioiden oikeasta suhteuttamisen tavasta ja järjestelmällisestä koherenssista. Tiedon järjestys määräytyy tavallaan ilmiöistä itsestään, niiden lisääntyvän kompleksisuuden mukaisessa sarjassa edettäessä epäorgaanisesta orgaaniseen ja edelleen sosiaaliseen. Jokainen vaihe antaa yllykkeen sille ominaisten tiedollisten välineiden kehittämiseksi. Systematisoinnin aikaansaamiseksi kaikki nämä tiedon vaiheet ja kaikki erilaiset metodit tulee ymmärtää niiden luonnollisessa järjestyksessä.³⁵

Henry Guerlac katsoo, yllä olevan lainauksen kaltaisten kohtien perusteella, että Comte oli "ensimmäinen, joka hahmotteli ajatuksissaan Tieteellisen Vallankumouksen ja antoi sille nimen". Comten kannattamalla 'tieteiden yleisen historian' käsitteellä on pariisilaisen oppituolin kautta yhteys Paul Tanneryn uranuurtajantyöhön tieteenhistoriassa viime vuosisadan vaihteessa.³⁶

1.2.3. Whewell

Edistyksen ajatus oli myös nykyaikaisen tieteenhistorian "isän, tai isoisan"³⁷ William Whewellin työtä kannattava näkemys. Whewell, joka tahtoi valita kolmannen tien Baconin induktivismiin ja Descartesin deduktivismiin välistä, uskoi että tiede tarvitsee metafysisen perustan, jota kosketus tosiasioihin sitten voi muuntaa. Siten hänen mukaansa 'mekaanisen filosofian' perustajat nojautuivat yhtä paljon metafysiikkaan kuin heidän vastustajiansakin, heidän näkemyksensä vain oli "paremmin metafysisen totuuden mukainen".³⁸ Analoginen hypoteettis-deduktiivinen

³³Meyerson[1930], pp. 20ff, 406.

³⁴Cassirer[1950], pp.8-9.

³⁵ibid., pp.7-8.

³⁶"Some Historical Assumptions of the History of Science" ja "A Backward View"; H.F. Cohen[1994], p.532 n.49.

³⁷H. Floris Cohenin ([1994], p.27) käyttämä ilmaisu.

³⁸*Philosophy of Inductive Science*, II; lainattu H.F. Cohen[194], p.36.

näkemyks soveltui uskonnon apologiaan, jota hän ei enää katsonut mahdolliseksi pelkän luonnontieteen pohjalta ilman uskonnollisen idean riippumattomuutta.³⁹

Edistysajatus, sekä ajatus 'oikeasta metafysiikasta', johtivat historian organisoimiseen tavalla, joka pyrki rikkomaan yksittäisen tiedemiehen ajattelun kokonaisuuden ja irrottamaan sen konkreettisesta yhteydestään⁴⁰. Viimemainitussa suhteessa Whewellin historiografia ei periaatteiltaan eronnut kilpailevasta positivistisesta tulkintalinjasta. Molemmat olivat varsinaisesti filosofisia näkemyksiä tieteen historiasta, ja liikkuivat toisella tasolla kuin se tulkintatehtävä, joka yleisen historian puolella samoihin aikoihin vakiintui historiatiiteen toimintakentäksi.⁴¹ Mainittujen tulkintalinjojen vastakkaisuus lienee nähtävä paljolti ideologisena. Eriävien ideologisten kantojen mahdollisuus riippuu kuitenkin epistemologisesta erimielisyydestä koskien 'metafysiikan' välttämättömyyttä tieteellisen tiedon muodostukselle. Whewell hyökkää Comten kaaviota vastaan väittäen sen olevan "vastoin historiaa tosiasialla ja vastoin pätevää filosofiaa periaatteessa"; metafysiisten diskussioiden huomiotta jättäminen vain tieteen alkukantaisimpiin vaiheisiin kuuluvana johtaisi "selvien tosiasioiden vääristämiseen".⁴²

Whewellin arvostelu Comten tulkintojen yksityiskohdista oli varmasti paikallaan, ja kolmen vaiheen kaavion epäadekvaattisuus on ilmeinen. Siitä huolimatta tulkinnallinen oivallus ei liene kokonaan Whewellin filosofian puolella. Tämän filosofian voi väittää johtavan historian yhdenmukaistamiseen, joka jättää riittämättömästi tilaa yleisen henkisen kulttuurin laajojen muutosten vaikutuksen tunnistamiselle tieteen historiallisissa muodoissa. On oireellista tälle tosiasialle, ettei Whewell johdu käsitteellistämään 1500- ja 1600-lukujen 'induktiivisten epookkien' tihentymää ja samanaikaista tieteenfilosofian vallankumousta yhtenä kokonaisuutena ja luomaan Tieteellisen Vallankumouksen kategorian.⁴³

Whewell ei saanut historiografiassa seuraajia. H. Floris Cohen katsoo tämän johtuneen positivismin vaikutuksesta, joka hallitsi tieteenhistoriaa seuraavat puoli vuosisataa.⁴⁴

1.2.4. Tieteenhistorian kehitys Ranskassa

Tieteenhistoria oli Ranskassa saavuttanut vakiintuneen aseman jo tämän vuosisadan alkukymmeninä.⁴⁵ Koyré edeltäjistä alalla kenties merkittävin ennen Pierre Duhemia oli Paul Tannery.⁴⁶ Tannery, ensimmäinen joka esitteli itsensä tieteiden "historioitsijana" ja "puhtaan historian" harjoittajana, hahmotteli (Collège de France'n Tieteiden yleisen historian Lafitte oppituolia tavoitellessaan) v.1903 "historiallisen synteessin" ohjelman, mikä tarkoitti "tieteen

³⁹ Knight [1986] p.44-6.

⁴⁰ Tästä piirteestä vrt. esim. selonteko kolmen liikelain keksimisestä, *History of Inductive Sciences*, vol.2, ch.2.

⁴¹ H.F. Cohen [1994], pp.38-9; vrt. Laudan *et al.* p.149 ja s.4.

⁴² *Philosophy of Inductive Science*, II; lainattu H.F. Cohen [194], pp.36-7.

⁴³ Vrt. H.F. Cohen [1994], p.34.

⁴⁴ *Ibid.*, p.39.

⁴⁵ Ks. Redondi [1986], pp.ix-x, ja Koyré [1986], pp.33-4.

⁴⁶ Angloamerikkalaiset kirjoittajat eivät aina näytä tekevän riittävän selväksi tieteenhistorian pitkää eurooppalaista perinnettä, jota ilmentävät sellaiset työt kuin Tanneryn *La Géométrie Grecque, comment son histoire nous est parvenue et ce que nous en savons* (1887), lähdekriittinen tutkielma aiheesta.

historiaa", vastakohtana yksittäisten tieteiden historioille.⁴⁷ Ohjelman mukaan historioitsijan tehtävä on palauttaa tutkitulle epookille ominainen ideoiden piiri ja suhteuttaa tiedemiehen ajattelu tähän, sijoittaa kukin tiede vuorovaikutusyhteysteensä muiden tieteiden kanssa ja selvittää älyllisen, taloudellisen ja yhteiskunnallisen ympäristön vaikutusta sen kehitykseen. Tannery halusi pitää etäisyyttä sekä tieteellisen että epistemologisen lähestymistavan suuntaan perustelunaan se, että historioitsijalta vaadittavat pätevyudet ovat olennaisesti erilaisia kuin tiedemiehelle ominaiset ja että historian metodi on toinen kuin filosofian.⁴⁸

Tannery oli myös ensimmäinen, ja Koyréen saakka ainoa, joka alisti Galilein tekstit käsiteanalyysiin niiden suhteessa historialliseen yhteyteensä. Toisin kuin Ernst Mach, joka näki tieteen edistyvän kokeellisena ja kuvailevana, Tannery katsoi, etteivät galileilaisen dynamiikan peruseriaatteet, inertian laki ja nopeuksien yhteenlaskusääntö, olleet perustaltaan kokeellisia. Hän toi esiin kopernikaanisen teorian roolin Galilein fysikaalisen ajattelun kehityksessä keskiaikaisesta mekaniikasta *Discorsi*-teoksen moderniin mekaniikkaan: Inertian laki tai nopeuksien yhteenlaskusääntö eivät olleet Maan pinnalla todennettavissa. Kysymys oli teoreettisista postulaateista, "sotakoneista", jotka oli ajateltu lähtien heliosentrisestä astronomiasta. Inertian laki oli sidoksissa astronomiseen hypoteesiin, mikä yksin antoi sille mielen. Galileilainen mekaniikka otti käyttöön Eukleideen geometriassa esiintyvän kaltaisia postulaatteja. Mutta siinä kun jälkimmäiset olivat tulleet hyväksytyiksi jo tieteen alkuvaiheissa, uuden fysiikan periaatteet ilmestyivät tilanteessa, jossa takana oli kaksi vuosituhatta oppinutta spekulatiota liikkeestä. Sitä paitsi ne näyttivät olevan vastoin lähellä tervettä järkeä olevaa perinnäistä fysiikkaa:

Jos Aristoteleen dynamiikan arvostelemiseksi abstrahoisimme modernista kasvatuksesta johtuvista ennakkoluuloista, jos yritämme asettaa henkiseen tilaan, joka saattoi kuulua riippumattomalle ajattelijalle 1600-luvun alussa, on vaikeaa olla huomaamatta, että tämä järjestelmä oli paljon yhdenmukaisempi tosiseikkojen välittömän havainnon kanssa kuin omamme.⁴⁹

⁴⁷ Redondi [1986], pp. x, xi, xii.

⁴⁸ "...ollakseen hyvä tieteenhistorioitsija, täytyy ennen kaikkea antautua historialle, omata mieltymys siihen, kehittää itsessään historian taju, joka on olennaisesti erilainen kuin tieteellinen aisti: tulee vihdoinkin hankkia joukko historioitsijalle korvaamattomia aputietoja, jotka vain tieteen edistyksestä kiinnostuneelle tiedemiehelle ovat täysin hyödyttömiä. [...] Vaadin tieteiden historioitsijalle kaiken, mikä joko liittyy tieteiden vaikutukseen toisiinsa tai intellektuaalisen, taloudellisen ja sosiaalisen ympäristön tieteelliseen edistykseen tai pysähtyneisyyteen kohdistamaan vaikutukseen. Erityisesti tulee paneutua muodostamaan uudelleen suurten tiedemiesten ympärille se ideoiden piiri, jonka he ovat läpikäyneet ja jonka he ovat onnistuneet murtamaan tai jota he ovat onnistuneet laajentamaan." ("De l'histoire général des sciences" (1904); lainaus Redondi [1986], p. xii) "Mitä tulee filosofiaan, olen hyötynyt kosketuksesta siihen ainakin syvän vakaumuksen, että historian menetelmät ovat perinjuurin erilaiset kuin filosofian ja että tämän johdosta tieteiden historian opetus tulee erottaa siitä, mitä nykyään kutsutaan tieteen filosofiaksi." ("Titres scientifiques" (1930); lainaus Redondi [1986], p. xii).

⁴⁹ "Galilée et les principes de la dynamique" (1901); lain. Koyré [1966], p. 171 n.1). Antiempiristisen tulkinnan galileilaisesta kumouksesta toisti vähän myöhemmin myös Pierre Duhem: "Tämä dynamiikka [aristotelinen] näyttää itse asiassa sopivan niin hyvin tavanomaisiin havaintoihin, ettei se voinut olla tulematta niiden hyväksymäksi, jotka ensimmäisinä pohtivat voimaa ja liikettä... Jotta fyysikot saattoivat hylätä aristotelisen dynamiikan ja rakentaa modernin dynamiikan, heidän täytyi ymmärtää, etteivät tosiseikat, joiden todistajia he joka päivä olivat, olleet yksinkertaisia, alkeellisia, sellaisia, joihin dynamiikan lakien tulee välittömästi soveltaa." (*Le Système du Monde*, I, p. 194-5; lainaus Koyré [1939], p. 15 n.3).

Galilein tehtäväksi tuli siis tämän etäällä kokemuksesta olevan matemaattisen dynamiikan oikeutuksen osoittaminen. Sen väitetty empiirinen perusta oli tosiasiaassa "metodinen justifikaatio", intellektuaalinen strategia, joka omaksuttiin heliosentrisen astronomian puolustamiseksi.⁵⁰

Tanneryn tieteenhistoriallisen konseptin saattoi varjoon Pierre Duhemin monumentaalinen työ. Kun "toinen etsi teorioiden argumentteja, toinen otti kohteekseen tieteiden historian löytääkseen siitä tieteellisen tiedon ikuisen arvon. Toinen tahtoi tulla tunnustetuksi historioitsijana, toinen suurena kemistinä ja fyysikkona, joka hän oli energetiikan erittäin kiistellyllä alueella termodynamiikassa", toteaa Pietro Redondi.⁵¹

Duhemin tulkinnat koskien kristillisen oikeaoppisuuden merkitystä Antiikin kosmologian häviössä ja modernin tieteen synnyssä sekä pariisilaisten terministien roolia Galilein 'edelläkävijöinä'⁵² olivat tieteenhistorian varhaisimmat omaperäiset historialliset teesit. Ne perustuivat loogisen, puhtaasti sisäisen, suoraan lähteisiin tukeutuvan historian menetelmälle. Molemmat Duhemin teesit joutuivat olennaiselta sisällöltään myöhemmin Koyrén kiistämiksi⁵³.

Koyrén analyysi galileilaisesta kumouksesta osoittaa kuitenkin epistemologisessa suhteessa tiettyä velkaa Duhemille:⁵⁴

Tosiseikan havainto ei koskaan kumoa teoriaa; ollakseen voitokas Galileilta puuttui havaittua tosiseikkaa koskeva teoria ja itse observaation teoria (instrumentin teoria).⁵⁵

Duhemin työn seurauksena muodostui 1930-luvun Pariisissa kaksi tieteenhistorian ryhmäkuntaa: Toinen linja, jota edustivat Aldo Mieli ja P. Brunet, vetosi "tieteiden historiaan", ymmärtäen sillä keksintöjen alkuperän ja polveutumisen tutkimista; tarkoituksena oli myös toimia ratkaisijana kansainvälisissä prioriteettikiistoissa. Mieli toteaa että "juuri Duhemin ja Machin gnoseologisten tarkastelujen kautta olen tunkeutunut syvälle tieteiden historian alueelle". Duhemilta hän myös sai tukea niitä vastaan "jotka eivät tahtoneet myöntää, että voisi olla olemassa tieteiden yleinen historia".

Toisen puolueen muodostivat 'filosofisen tieteenhistorian' kannattajat, jotka vetosivat Tanneryyn ja pohtivat kysymystä "Tieteiden historia vai tieteen historia?". Tähän ryhmään, jonka johdossa olivat Abel Rey, Héléne Metzger, Lucien Febvre sekä italialainen matemaatikko Federigo Enriques, Koyré pian liittyi. Positivismin kriitikot Léon Brunschvicg, Emile Meyerson ja Pierre Boutroux olivat heidän filosofisia mestareitaan. Heidän käymänsä debatin ytimenä olivat käsitteiden alkuperä sekä matematiikan ja fysiikan suhde. He jakoivat vakaumuksen, että tuli ylittää puhtaasti looginen tai sisäinen tieteenhistoria: Sen sijaan että keksintöjä olisi tarkasteltu irrallaan ympäristöstään, tuli tutkia tieteellisen ajattelun suuria virtauksia, asettaen

⁵⁰Redondi[1986], pp.xi-xii.

⁵¹Redondi[1986], p.xiii.

⁵²'précurseur'; sinänsä termi joka ilmaisee historiallisten faktojen teleologista organisointia.

⁵³Redondi[1986], p.xiv. Koyrén kritiikki Duhemin teeseistä, ks. "Le vide et l'espace infini au XIV^e siècle", Koyré[1961], pp.37-92, p.37ff; *A l'aube de la science classique*, Koyré[1939], pp.11-79, pp.15-6.

⁵⁴Redondi[1986], p.xv.

⁵⁵Koyré[1986], p.44.

kukin fakta paikalle, joka sille kuuluu, ei nykyisen tieteen järjestelmässä, vaan niiden tiedemiesten ajattelussa, jotka ovat sitä erityisesti tutkineet ja osoittaneet sille tärkeän roolin.⁵⁶

Katsottiin etteivät tieteet ole, eivät ole koskaan olleet pelkkää tekniikkaa. Järjestää kronologisesti kaavoja ja teknisiä edistysaskeleita on yhtä turha kuin naurettavakin tehtävä. Todellinen tieteenhistoria ottaa tukipisteekseen ja keskuskeskseen tieteellisen ajattelun ja tieteellisten ideoiden historian ja pitää päämääränään sijoittaa se ihmiskunnan kehityksen yhteyteen. Tieteiden historia on ennen muuta niiden filosofisen hengen historiaa, sen representaation historiaa, jonka ihmiset kunakin ajankohtana ovat itselleen maailmasta muodostaneet, kun he ovat yrittäneet sitä tarkentaa ja oikeuttaa, vieden todistelunsa ja perusteensa niin pitkälle kuin mahdollista. "Jos nämä representaatiot ovat kollektiivisia, niillä on vielä paljon enemmän painoa kuin niiden älyllisillä yksityiskohdilla yleisen sivilisaation ja ihmiskunnan kehityksen rekonstruktiossa."⁵⁷

Anakronismin vaaran välttämiseksi tuli kehittää "hyvin vahva ja hyvin varma tunne" siitä, miten riittämätön käsitys tosiseikoista ja vastaava teorioiden köyhyys aiheuttivat aukkoja ja vääristymiä kaikenluonteisiin representaatioihin, joita annettu historiallinen kollektiivi on voinut muodostaa itselleen maailmasta:

Ei puutu töitä, ja aivan eturivin töitä, mutta joiden historiallisia perspektiivejä on vääristänyt tekijän liian yksinomaisen huomion tietyihin henkilöihin tai teoksiin, joita on tutkittu itsessään, eristettynä ajastaan, jotka on vedetty pois historiallisesta ilmapiiiristään ja tarkasteltu niitä liian abstraktilta näkökannalta. Onko tarpeen palauttaa tässä mieleen esimerkiksi Pierre Duhemin työ, niin kaunis, niin voimakas, mutta kokonaisuudessaan hieman hämmäntävä ja hieman sattumanvarainen?⁵⁸

1.2.5.Duhem ja Dijksterhuis

H. Floris Cohenin mukaan Duhemin teesi (1904) modernin fysiikan keskiaikaisesta alkuperästä merkitsi käännekohtaa tieteenhistorian menetelmällisen itsenäistymisen kehityksessä: modernin tieteen synnyn ongelma - joka on yksi tieteenhistorian konstitutiivisista probleemoista - sai Duhemin työssä ensi kertaa aidosti historiallisen käsittelyn filosofisten kehysten sisällä annettujen vastausten sijasta. Toisena etappina samassa kehityksessä voidaan mainita Eduard J. Dijksterhuisin työ. Hänen teoksensa *Val en worp* (1924) osoittaa tieteenhistorian ratkaisevaa emansipaatiota filosofiasta; vast'edes filosofiaa, samalla kun se edelleen voi toimia opastuksena historioitsijalle, ei enää käytetä *selittämään* mitään.⁵⁹

⁵⁶Redondi[1986], p.xv; lainaa Pierre Boutroux'n *L'ideal scientifique des matématiciens dans l'Antiquité et dans les temps modernes*: Paris, Alcan, 1920, p.13.

⁵⁷Abel Rey, "Avant Propos", *Thales* 1, 1934; lainaus Redondi[1986], p.xvi.

⁵⁸Lucien Febvre, "Un chapitre de l'histoire l'esprit humain: les sciences naturelles de Linné à Lamarck et à Cuvier", (1927); lainaus Redondi[1986], pp.xvi-xvii.

⁵⁹H.F. Cohen[1994], pp.2, 61. Eduard Dijksterhuis (1892-1965) oli alankomaalainen tieteenhistorioitsija, jonka ensimmäinen julkaistu teos *Val en worp* (olemassa vain hollanniksi) ilmestyi 1924; kirja osoittaa Duhemin syvällistä vaikutusta. Dijksterhuisin päätyönä pidetty *The Mechanization of the World Picture* ilmestyi hollanniksi 1950, saksaksi 1956 ja englanniksi 1961. Dijksterhuis valittiin 1950 Alankomaiden Tiedeakatemian jäseneksi (humanistinen osasto), mutta ensimmäisen tieteenhistorian professuurin hän sai vasta 1953. (Struik[1986], p.viii-ix; H.F. Cohen[1994], p.59).

1.2.6. Marxilaisuus

'Tulkinnan politiikka' joka, kuten edelläkin nähtiin, on tieteenhistoriassa aina näytelty merkittävää osaa, sai uuden käänteen Lontoossa 1931 pidetyn toisen Tieteenhistorian kansainvälisen kongressin yhteydessä. Neuvostoliiton valtuuskunnan edustajat, joiden johtaja Nikolai Buharin asetti vastakkain kapitalistisissa maissa vallitsevan tieteen kriisin ja tieteen edistyksen sosialismissa, esittivät tällöin eräitä marxilaiseen teoriaan perustuvia sosioekonomisia tulkintoja uudenaikaisen tieteen historiasta. Boris Hessenin⁶⁰ kontribuutio "The Social and Economic Roots of Newton's 'Principia'" tahtoi osoittaa, että kaikki *Principian* kolmessa kirjassa käsitellyt ongelmat polveutuivat Newtonia edeltäneen vuosisadan teknologisista kysymyksistä, jotka puolestaan kuvastivat nousevan kapitalismin tarpeita. 'Hessenin teesi' on ymmärretty 1500- ja 1600-lukujen tieteellisen menestyksen selityksenä, ja sen mukaan tuo menestys siis johtuisi, teknologian välityksellä, varhaisen kapitalismin kehityksistä. Hessenin menetelmänä oli identifioida joukko keskeisiä teknologisia ongelmia kuten kaivostyöhön, navigointiin ja laivanrakennukseen liittyvät ja, vertaamalla näitä *Principiassa* käsiteltyihin fysiikan aloihin todeta, että viimeainitut olivat juuri niitä, joita noiden ongelmien ratkaisussa tarvittiin.

Neuvostoliittolaisten esiintymisen vaikutukset olivat kahtalaisia: Sosioekonomisen analyysin ajatus teki vaikutuksen kahteen merkittävään historioitsijaan, D.J. Bernaliin ja Kiinan tieteen historioitsijana myöhemmin tunnetuksi tulleeseen Joseph Needhamiin. Amerikkalaisen sosiologin Robert K. Mertonin *Science, Technology and Society in the Seventeenth-Century England* (1938) käytti hyväkseen Hessenin kategorioita ja tietoja 1600-luvun tieteen ja teknologian suhteen valaisuun. Toisaalta Hessenin esityksen karkea reduktionismi aiheutti torjuntareaktion, joka heikensi kiinnostusta yrityksiin sijoittaa tiede sosioekonomisiin yhteyksiinsä.⁶¹

Kongressissa esitetyt uudet sosioekonomiset tulkinnat aiheuttivat keskustelua myös ranskalaisten tieteenhistorioitsijoiden keskuudessa. Vielä suuremman debatin sai täällä aikaan Franz Borkenaun teesit. Tämän teos *Der Übergang vom feudalen zum bürgerlichen Weltbild* (1933) selitti karteesisen filosofian ja tieteen muodostumisen uuden tuotantomuodon, manufaktuurin, ilmestymisellä. Näiden debattien yhteyteen liittyy tieteen ja tekniikan historian ohjelma, jonka Lucien Febvre ja Marc Bloch käynnistivät *Annales*-julkaisussaan. Ohjelma pyrki kattamaan sekä sosiaalisen historian että käsitteellisten tekijöiden kehityksen, jota sosioekonomisten olosuhteiden ei katsottu voivan mekaanisesti määrätä. Koyré viittaa *Galileilaisten tutkimusten* alussa, käydessään läpi 1600-luvun tieteellisestä vallankumouksesta annettuja erilaisia tulkintoja, myös Borkenaun teokseen, todeten siinä esitetyn tulkinnan olevan 'absurdi'. Tämä onkin *Galileilaisten tutkimusten* ainoa kohta, jossa viitataan varhaisen modernin tieteen kehittymisen sosioekonomisiin ehtoihin.⁶²

⁶⁰Hessen oli Moskovon Fysiikan Instituutin johtaja, jolle suhteellisuusteorian kannattaminen oli jo tuolloin aiheuttanut hankaluuksia viranomaisten taholta. Hän menehtyi Suuren Terrorin kynsissä yhdessä suojelijansa Buharinin kanssa 1938.

⁶¹H.F. Cohen[1994], pp.329-32, 334-5.

⁶²Pietro Redondi, Koyré[1986], p.35; Koyré[1939], p.13 n.2.

II. Epistemologia ja historian konstituutio

Historioitsijan käytännössä voidaan tehdä erottelu tutkimukseen ja kirjoittamiseen.⁶³ Tutkielmassa rajoitutaan näistä jälkimmäiseen. Tästä syystä, ja siksi että tutkielman näkökulma on lukijan, eli William Drayn ilmaisua lainaten historian "kuluttajan" näkökulma, seuraavassa viitataan historiantutkimuksen menetelmäongelmiin vain sikäli, kuin niillä on merkitystä historiallisen esityksen sisällön ja rakenteen ymmärtämisen kannalta. Sen sijaan esittämisen menetelmät: kertomus, selittäminen, tulkinnat ja synteettiset näkemykset, samoin kuin kuvailevat käsitteet ja organisoivat kategoriat, jotka kaikki toimivat 'rajapintana' historioitsijan ja lukijan välillä ovat tarkemman huomion kohteina.

Hayden White erottaa historiallisessa työssä viisi käsitteellistyneen tasoa: (1) kronikka; (2) tarina; (3) juonituksen moodi; (4) formaalin argumentin moodi; (5) ideologisen sisällön moodi.

Formaalin argumentin moodissa voidaan erottaa mekanistiset (esim. Marx), organistiset (esim. Hegel) ja kontekstuaaliset selitystavat; kontekstuaalinen selitystapa on ammattihistorioitsijoille ominainen. Nämä kolme selitystapaa vastaavat metonymian, synekdokeen ja metaforan kielikuvia, jotka ovat niiden pohjalla (metafora kuvaa asioita niiden samankaltaisuuksien ja erojen avulla, metonymia asettaa osan kokonaisuuden tilalle, synekdokee kuvaa kokonaisuuden laatua osan avulla).

White tarkoittaa kronikalla ja tarinalla historiallisen selostuksen primitiivisiä elementtejä, mutta molemmat jo edustavat käsittelemättömän historiallisen datan valikoinnin ja järjestämisen prosesseja. Näiden prosessien tarkoitus on saattaa historialliset merkinnät ymmärrettäviksi tietynlaiselle yleisölle.

Kronikassa historiallisesta kentästä käsiteltäviksi valitut tapahtumat asetetaan ajallisen peräkkäisyyden järjestykseen. Kronikka muunnetaan tarinaksi järjestämällä kronikassa luetellut tapahtumat speaktaakkelin tai prosessin muotoon, jolla on alku, keskikohta ja loppu. Järjestäminen toteutetaan luonnehtimalla kutakin tapahtumaa tarinan avaukseen, siirtymävaiheeseen tai päätökseen liittyvillä motiiveilla. Temporaaalisesti järjestetty ja motiivisesti koodattu tapahtumajoukko on tarina. Tarinassa kronikka on muunnettu loppuunsaatetuksi diakroniseksi prosessiksi, josta sitten voidaan esittää kysymyksiä ikäänkuin käsiteltävänä olisi synkroninen suhteiden rakenne.

Mahdollisuus erottaa selvästi toisistaan kronikan ja tarinan tasot on yksi historiallista esitystä ja fiktiota erottavista piirteistä: siinä missä kirjailijan sepitettävä tarinansa tapahtumat, historioitsija koostaa tarinansa valikoimalla tapahtumia, mukaanottaen toisia ja toisia poissulkien, painottamalla niitä eri tavoin ja osoittamalla alistussuhteita niiden välille. Tarinan tekee tarinaksi se, että sillä on alku, keskikohta ja loppu, mutta mikään ei ole tietystikään tarina ylipäänsä, vaan aina tietynlainen tarina. Äskenmainittujen operaatioiden - poissulkemisen, painotuksen ja alistuksen - kuvio valitaan silmälläpitäen sitä, minkä laatuinen tarina halutaan kertoa, minkä puolestaan ajatellaan merkitsevän tarinan varustamista juonella. Tarinalle aiottu juoni hallitsee siten tapahtumien sijoittamista merkitsevyyden hierarkiaan.

Neljä juonilajia: romanssi, tragedia, komedia ja satiiri, vastaavat neljää perustrooppia: metafora, metonymia, synekdokee ja ironia, joiden mukaisesti aineisto hahmotetaan 'prefiguratiivisessa aktissa'. (*Metahistory*, pp.30, 31, 34, 7). Juonitus sisältää "ontologisia ja epistemologisia valintoja, joilla on selvä ideologinen tai jopa poliittinen sisältö". "Narratiivilla

⁶³Näkemykset historian kertovan puolen sisällöstä ja merkityksestä vaihtelevat. Uudemmassa historianfilosofiassa keskeinen 'narratiivisuuden' käsite näyttää kuitenkin korostaneen historiantutkimuksen itsenäistä asemaa suhteessa tutkimukseen. (Callinicos[1995], ch.2, 1-3).

[...] on sisältö ennen mitään aktualisaatiotaan puheessa tai kirjoituksessa". (*The Content of the Form*, pp.xi, ix).

White erottaa toisistaan kysymykset, joita voidaan tehdä koskien tapahtumia, ja kysymykset, jotka kohdistuvat tarinaan kokonaisuutena. Tapahtumatason kysymyksiä ovat sellaiset kuin "Mitä sattui seuraavaksi?", "Miten tämä tapahtui?", "Miksi kävi niin eikä näin?", "Kuinka siinä lopulta kävi?". Tällaiset kysymykset asioiden välisistä yhteyksistä määräävät narratiivisen taktiikan, jota käyttäen historioitsija rakentaa tarinansa, ja tekevät samalla tapahtumista seurattavissa olevan tarinan elementtejä.

Tarinan merkitystä kokonaisuutena koskevat kysymykset kuten "Mistä tässä kaiken kaikkiaan on kysymys?", "Mikä on kaiken tämän mieli?" vaativat arvostelmaa tarinan suhteista muihin tarinoihin, joita kronikasta voitaisiin hahmottaa esille.⁶⁴ White erottaa kolme tapaa tai "strategiaa" antaa merkitys tarinalle kokonaisuutena (vastaavat edellä mainittuja kolmea ylintä käsitteellistytksen tasoa): (1) selitys juonittamalla (emplotment); (2) argumentin avulla annettu selitys; (3) selitys ideologisen sisällön kautta.

2.1. Epistemologia ja historian menetelmä

Mikä käsitteellinen ja metodologinen suhde vallitsee tieteenhistorian ja tieteenfilosofian välillä? Onko historia autonominen siinä mielessä, että se on riippumaton kaikista filosofisista ennakkoletuksista? Vai onko päinvastoin jonkin filosofisen näkökannan omaksuminen välttämätön edellytys historian kirjoittamiselle?

Molemmilla ääri näkemyksillä on kannattajansa; lisäksi asia näyttää olevan niin, että historioitsijat yleensä pyrkivät puolustamaan edellistä käsitystä, kun taas filosofit, niin kuin on luonnollista, ovat halukkaita korostamaan alansa korvaamattomuutta myös historialle. Annetut vastaukset riippuvat yhtäältä historiantutkimuksen ja historiallisen esityksen luonnetta koskevista käsityksistä ja toisaalta filosofian olemusta koskevista näkemyksistä.

Historioitsijat enimmäkseen kannattavat sitä, mitä voisi kutsua laajasti ottaen hermeneuttiseksi näkemykseksi historiallisen tutkimuksen luonteesta: historian ensisijainen tehtävä on historiallisten tosiasioiden rakentaminen lähteitä tulkittamalla⁶⁵; historia on ateoreettista, ja vaikkakin se muodostaa selityksiä, se on tässä suhteessa riippumaton yleistävistä tieteistä.

Filosofoille toisaalta on tyypillistä pitää historiaa jossain mielessä teoreettisena, filosofian muodostaessa sen teoreettisen kontekstin; filosofian ajatellaan tarjoavan periaatteita, joiden avulla voidaan selittää tieteen historian pääpiirteet, tai analyttisiä kategorioita, jotka ohjaavat historioitsijaa tosiasioiden hahmottamisessa; filosofiset käsitteet tuovat mukanaan eräänlaisen 'todellisen tapahtumisen' tason, joka pyrkii ainakin osittain sivuuttamaan historiallisten toimijoiden omat käsitykset asioista.⁶⁶ Mielenkiinto kohdistuu tieteen yleisiin ja abstrakteihin piirteisiin kuten edistys tai rationaalisuus; tieteenhistoria voidaan pyrkiä näkemään selontekona

⁶⁴Whiten tekemää erottelua kronikan ja narratiivin kesken voidaan arvostella samalla perusteella, jolla Arthur Danto kritisoi Crocen tekemää erottelua 'kronikan' ja 'historian' välillä ja W.H. Walshin erottelua 'yksinkertaiseen' ja 'merkitsevään' narratiiviin: "...jokainen kertomus on tapahtumille annettu rakenne, joka ryhmittelee joitakin niistä yhteen toisten kanssa, ja sulkee joitakin pois epäolennaisina". (Callinicos[1995], p.74-5; Danto[1965], p.132; s.31).

⁶⁵Vrt. Collingwood, *The Idea of History*, p.133; Lucien Febvre historiallista faktasta: "Annettu? Ei, vaan historioitsijan luoma, niin monta kertaa. Keksitty ja tehty oletusten ja arvelujen avulla, kiperällä ja kiehtovalla työllä"; lainaus Callinicos[1995], p.75).

⁶⁶Callinicos[1995], p.99; White, *The Content of the Form*, p.60.

objektiivisen tiedon kasvusta. Viimeksimainitusta näkökulmasta tarjoaa esimerkkejä m.m. William Whewellin historiografia. Imre Lakatos kehitti samaa ajatusta ilmentävän tieteen historiankirjoituksen teorian.⁶⁷

Osa filosofien ja historioitsijoiden näkökantojen erosta palautuu vanhaan erotteluun 'nomoteettisten' ja 'ideografisten'⁶⁸ tieteiden välillä tai sitä lähellä olevaan erotteluun 'selittävien' ja 'ymmärtävien' tieteiden välillä; viimeksimainittu terminologia ei ole kuitenkaan täysin osuva, koska eräät historianfilosofit, erityisesti Collingwood, pitävät historiaa selittävänä, samalla kun se heidän mukaansa on yleistävistä tieteistä riippumaton⁶⁹; tieteenhistorioitsijoista vastaava käsitys näyttäytyy ainakin Kuhnilla⁷⁰.

Merkittävä syy filosofian hyödyllisyyttä historialle koskevaan skeptisismiin näyttää olevan tietty moniselitteisyys itse filosofian käsitteessä. Filosofia voidaan ensinnäkin ymmärtää eräänlaisena käsitteellisenä kehyksenä, jonka puitteissa historioitsija tarkastelisi kohdettaan; Alexandre Koyrén rationalismi on tässä yhteydessä usein mainittu esimerkki historiallista työtä ohjaavasta filosofisesta näkökulmasta.

Yleinen tieteenfilosofinen harrastus on myös erilaisten mallien, jotka usein ovat yksinkertaistettuja ja kaavamaisia, kehittäminen sellaisille asioille kuin teoria, selitys, päättely, jne.⁷¹ Historioitsijat eivät näytä uskovan näiden olevan heille suureksi hyödyksi; on parempi oppia suoraan tuntemaan vastaaviin lajeihin kuuluvat kohteet sellaisina kuin ne esiintyvät lähteissä.⁷²

M.m. historioitsijat Thomas S. Kuhn ja I. Bernard Cohen ovat ilmaisseet käsityksen että filosofiset näkökannat olisivat pelkästään rajoittavia: filosofia on 'pakkopaita', ja tämän luonteeseen kuuluu, ettei sitä vapaasti voi vaihtaa toiseen, ts. filosofisen näkökannan omaksunut historioitsija ei pysty soveltamaan sitä välineellisesti. Cohenin mukaan ajankohtaisen filosofian omaksuminen on syynä monien muuten arvokkaiden historioiden heikkouksiin; tämä pitää jossain määrin paikkansa m.m Machin, Duhemin, Brunschvicgin ja Cassirerin töistä.⁷³

Mutta Kuhn ja Cohen tuovat esiin filosofiasta myös toisen käsityksen, jota voisi kuvata analyttisena huomiokykynä, taitona havaita hienoja käsitteellisiä eroja tulkittavassa aineistossa. Cohen uskoo että tieteenfilosofien filosofiset kirjoitukset ovat ratkaisevan tärkeitä tieteellisten ideoiden historioitsijalle, joka ei voi toivoa voivansa käsitellä tieteellisten käsitteiden syntyä, kasvua, soveltamista ja muuntamista ilman harjaannusta filosofiassa.⁷⁴

Cohen tarkastelee lähemmin loogisen analyysin merkitystä historialliselle ongelmanasettelulle. Cohenin esimerkki on koskee Karl Popperin huomiota, että Newtonin planeettaliiketeoria oli *ristiriidassa* Keplerin lakien kanssa joille se väitetysti *perustui*. Asian näin ollen herää kysymys, mikä oli noiden teorioiden historiallinen suhde. Olettaen että Newton olisi voinut johtaa osan

⁶⁷Lakatos[1978], p.102.

⁶⁸Vrt. Ernan McMullin, *Galileo, Man of Science* (1967), josta on lainaus Suppe[1977], p.654.

⁶⁹*The Idea of History*, pp.214, 223.

⁷⁰Kuhn[1977], p.16.

⁷¹Vrt. Achinstein[1974], pp.353-4, 357-8.

⁷²Suppe[1977], p.369-70.

⁷³Suppe[1977], pp.371, 373, 367.

⁷⁴Suppe[1977], pp.367, 370; I.B. Cohen[1974], p.349.

teoriastaan Keplerin laeista, vaikkapa vain joidenkin muiden oman teoriansa periaatteiden avulla, noiden kahden teorian heuristisen yhteyden mahdollisuus olisi välittömästi ilmeinen. Mutta koska teoriat sotivat loogisesti toisiaan vastaan, tämä ilmeinen historiallisen suhteen malli ei tule kysymykseen. Niinpä historioitsijan tehtäväksi jää yrittää saada selville, mitä osaa Keplerin lait näyttelivät Newtonin taivaanmekaniikkaan johtaneessa keksimisen prosesissa.⁷⁵

Asiaan ei oleellisesti muuta se tosiasia että, kuten Cohen hiukan ristiriitaisesti toteaa, ei tarvitse olla filosofi mainittujen teorioiden ristiriitaisuuden huomaamiseksi. Sillä käsillä oleva kysymys koskee filosofisen analyysin hyödyllisyyttä historialle; keneltä filosofinen kompetenssi on peräisin on vähemmän tärkeää. Teorioiden ja ideoiden loogisten suhteiden valaiseminen on ilmeisen välttämätöntä esimerkiksi sen määrittämiseksi, onko yksi tiedemies saanut saanut vaikutteita jonkun toisen ajattelusta ja missä määrin. Mutta tässä kohtaa filosofin ja historioitsijan tutkimustiet Cohenin mukaan eroavat toisistaan: kun edellinen on kiinnostunut *rekonstruoitujen* teorioiden objektiivisista loogisista suhteista, historioitsija puolestaan kysyy, onko olemassa dokumenttiaineistoa siitä, että Newton olisi johtanut teoriansa Galilein ja Keplerin tuloksista sarjalla loogisia askelia. Tai *uskoiko* Newton, että hänen teoriansa oli johdettavissa Keplerin laeista?⁷⁶

Yorgos Gouderoulis tuo esiin erään toisen tavan, jolla epistemologia voi vaikuttaa historian tutkimuksen suuntautumiseen:

80-luvun alussa eräät filosofit ja historioitsijat kuten Ian Hacking katsoivat tieteen kokeellisen puolen jääneen vaille riittävää huomiota. "Samalla kun filosofit ja historioitsijat puhuvat tieteestä teorian *ja* kokeen termein", väitti Hacking, "puhuessaan tieteellisen tiedon kehityksestä, puhuvat he pelkästään teoriasta". Kiistäen näkemyksen, että systemaattinen ja harkittukaan kokeilu olisi teorian hallitsemaa, Hacking argumentoi sen väittämänsä puolesta, että teoreettinen ja eksperimentaalinen käytäntö ovat suhteellisen riippumattomia toisistaan.

Voidaan väittää että sekä positivistit että antipositivistit jakoivat oletuksen, että kokeen ja teorian kesken on olemassa universaalisesti kiinnitetty hierarkkinen suhde. Positivistien käsityksen mukaan kokeilu tuottaa alati kasvavan ja epäproblemaattisen perustan tiedolle, eivätkä he tästä johtuen suunnanneet ponnistelujaan kokeellisen työn sisäisen erilaistumisen tutkimiseen. Monien antipositivistien käsitys taas oli, ettei koe näyttele ratkaisevaa osaa teorian valinnassa, ja he pyrkivät keskittymään yksinomaan teoriaan. Kokeessa heitä kiinnosti lähinnä sen dialektinen suhde teorian kanssa - kokeen merkitys teorian konfirmoinnissa, kumoamisessa ja synnyssä, sekä teorian merkitys koetulosten hyväksytyiksi tuleminen kannalta.

Niinpä filosofi joka formuloi teesin kokeellisen toiminnan autonomiasta luo käsitteellistä ja historiografista tilaa eksperimentaalisen kulttuurin tutkimiselle teoreettisen ajattelun tutkimisen rinnalla, vaikka tuo teesi vain toisi esiin jotain, mikä on ilmeistä käytännön tiedemiehelle, päättää Gouderoulis.⁷⁷

⁷⁵I.B. Cohen[1974], pp.335-7.

⁷⁶I.B. Cohen[1974], p.344.

⁷⁷Gouderoulis[1994], p.161, n.1 p.165.

2.1.1. Analyttinen ja historiallinen filosofia

Tieteenfilosofian ja -historian välistä suhdetta on pyritty käsitteellistämään erottamalla kaksi tutkimuskontekstia, oikeuttamisen yhteys ja keksimisen yhteys⁷⁸. Tällä erottelulla on kaksi eri puolta: yhtäältä on kysymys apriorisen ja empirisen menetelmän, sekä toisaalta normatiivisen ja deskriptiivisen asenteen välisestä erosta. Kolmas distinktio voidaan tehdä loogisten ja pragmaattisten käsitteiden välillä.

Normatiivinen tieteenfilosofia

On ilmeistä, että sikäli kuin tieteenfilosofia pyrkii olemaan normatiivista, sen mahdollinen merkitys historialle on pulmallinen kysymys. Normatiivisen tieteenfilosofian välttämättömyyttä myös historialle ovat puolustaneet m.m. Imre Lakatos ja Larry Laudan. Lakatos huomauttaa esimerkiksi siitä, että historioitsija tarvitsee 'tieteen' normatiivista määritelmää tutkimuskohteensa rajaamiseksi.⁷⁹ Lakatos esitti myös historiografian teorian, jonka mukaan normatiiviset metodologiat toimivat historiankirjoituksen valinta- ja tulkintaperiaatteina. Metodologian määrittelemä 'sisäinen' historia määrää historioitsijan kysymykset ja on siten ensisijainen 'ulkoiseen', psykologisiin ja sosiologisiin selitystekijöihin vetoavaan historiaan nähden.⁸⁰

Laudan väitti että, paitsi aineiston valikoinnissa, normatiiviset arvostelmat ovat välttämättömiä historiallisissa selityksissä: Niitä tarvitaan ensinnäkin (rationaalisten) *selitysten* viimekätisinä *perusteluina*.⁸¹ Normatiivisilla periaatteilla on selittämisessä myös kaksi muuta funktiota: toimiminen yleisinä lakeina, sekä metodologinen tehtävä selitysten *keksimisessä*.⁸²

Historiallinen tieteenfilosofia

Tieteenfilosofian merkitys historialle riippuu luonnollisesti filosofian muodosta. Tässä yhteydessä ovat periaatteellisesti kiinnostavia anglosaksisessa tieteenfilosofiassa 1960-luvulta lähtien tapahtuneen 'historiallisten' lähestymistapojen kehittämisen yhteydessä esiin tuodut näkökohdat.

⁷⁸Engl. context of justification / appraisal ja context of discovery / invention.

⁷⁹Lakatos[1978], pp.120-1.

Tässä yhteydessä on luonnollisesti erotettava normit ja arvot tutkimuksen kohteessa esiintyvänä 'sosiaalisina tosiasioina' tutkimusta ohjaavista normatiivisista elementeistä. Tiede, kuten taide, uskonto tai filosofia, on itsessään 'kvasinormatiivisesti' määritelty aktiviteetti (Dray[1980], p.45). Laudanin myöhempi kanta näyttää olevan, että epistemologia olisi normatiivista vain teleologisessa mielessä, t.s. se pyrkisi näyttämään, mitkä keinot (normit) ovat omiaan edistämään annettuja kognitiivisia arvoja (Laudan[1984], p.40-1).

⁸⁰Lakatos[1978], p.102. Lakatosin teoriaa on kritisoitu lähinnä kolmesta syystä: että se sekoittaa metodologian oikeuttavan ja sen selittävän roolin; että se sivuuttaa toimijoiden tarkoitukset; ja että historiallisten faktojen konstruointi ennalta omaksutun teorian valossa johtaa niiden vääristymiseen (vrt. Kuhn[1980], p.183 ja Arabatzis[1994], p.181).

⁸¹Laudan[1977], pp.164, 166, 189.

⁸²Laudan[1977], pp.186, 167. Maurice A. Finocchiaro on kritisoinut kaikkia kolmea mainittua selittämistä koskevaa väittämää; ks. Finocchiaro[1985], pp.432-9; Finocchiaro[1973], pp.168-9.

Mitä voidaan ymmärtää 'historiallisella' tieteenfilosofialla? Tarkastellaan kolmea ehdotusta: 1. Historiapohjainen filosofia. 2. Tieteen historian (substantiaalinen) filosofia. 3. Tietehistorian analyttinen filosofia.

Kohtaan 1. voidaan soveltaa Peter Achinsteinin jaottelua tieteellisen käytännön informoimaan filosofiaan, johon kuuluu käytännössä kaikki tieteenfilosofia, sekä historiallisiin tapauksiin pohjaavaan filosofiaan. Viimemainittu voi merkitä joko sitä, että a.) filosofisiin tuloksiin päädytään historiallisia tapauksia tarkastelemalla, tai että b.) filosofisia väitteitä puolustetaan tai ne oikeutetaan historiallisiin tapauksiin vedoten. (Achinstein[1974], p.350). Näyttää siltä, että esimerkiksi Whewellin *tarkoitus* oli johtaa filosofiansa induktiivisesti historiallisten tapausten tarkastelusta. Duhemin 'holismi' väitetysti syntyi yleistyksenä todellisesta samanaikaisesta metodologisesta kysymyksestä (Brenner[1990], p.334); varmaa on, että Duhem *puolustaa* filosofiaansa historiallisiin tapauksiin, tai pikemminkin niistä esittämiinsä tulkintoihin, vetoamalla.

Kategoria 1. on itse asiassa problemaattinen, koska historialliset faktat eivät ole annettuja, vaan ne konstruoidaan tulkitsemalla evidenssiä komplisoidun sääntö- ja oletusjärjestelmän mukaisesti (Collinwood[1946], p.133). Löydetyt faktat riippuvat sitä paitsi historioitsijan asettamista kysymyksistä. Merkitseekö tämä sitä, että historialliset faktat eivät ole neutraaleja? Imre Lakatos teki historiallisen perseption käsitteellisyydestä johtopäätöksen, että kaikki "tietehistoriat ovat esimerkkejä tehtailevia filosofioita".⁸³ Historiankirjoituksen pohjalta vedetyt filosofiset johtopäätökset siten oletettavasti kuvastavat tuon historiografian kysymysten presuppositioita. Jos nuo presuppositiot ovat filosofisia, on ymmärrettävää, että historiankirjoituksen analyysi voi tuottaa filosofisia johtopäätöksiä. Tällainen suhde on väitetysti Kuhnin varhaisella filosofialla Duhemin, Cassirerin, Burtin ja Koyrén edustamaan historiankirjoituksen perinteeseen (Lindberg & Westman[1990], p.xviii).

Kategoriaa 2. eli tieteen historian filosofiaa edustaisivat esim. Popperin ja Kuhnin teoriat (Finocchiaro[1973], p.263). Lajin prototyypinä voinee pitää Whewellin oletusta induktiivisista sykleistä.

Ehdotus, että 'keksimisen logiikalla' tulisi ymmärtää keksinnöille tietehistorioissa annettujen selitysten logiikan analyysia viittaa kolmanteen mahdollisuuteen tulkita 'historiallinen tieteenfilosofia'.⁸⁴

Mielenkiintoisen kehityksen epistemologisesta historiallisen distinktion suuntaan koki empiristinen observaabeli / teorettinen -erottelu. Hempel irroitti 'perussanaston' epistemologisesta merkityksestään korvataksaan 'observaatiosanaston' yleisemmällä 'aiemmin olemassaolevan termistön' käsitteellä. (Hempel[1965], pp.208-9; Hempel[1974], p.245; Kuhn[1981], p.30 n.2). Joseph Sneed kehitti teoriarelatiivisen 'teoreettisuuden' käsitteen, joka ei

⁸³Lakatos[1978], p.192. "History of science without philosophy of science is blind, philosophy of science without history of science is empty", hän muuntaa Kantin lausumaa (ibid.p, p.102). M.m. I.B. Cohen on kuitenkin valmis tietyissä rajoissa puolustamaan 'todellisen' historian käsitettä. Tulkintaerot olisivat inherenttejä laajoissa kysymyksissä, kuten platonismin merkitys Renessanssin tieteessä tai sosioekonomisten tekijöiden merkitys tieteen kasvussa; tulkinnanvaraisia ovat myös yhden ajattelijan toiselta saamat intellektuaaliset vaikutteet tai yksittäisen tiedemiehen luova panos (I.B. Cohen[1974], pp.313-14).

⁸⁴Ks. Finocchiaro[1985], p.431. Finocchiaro esittää, että toiminnan selittäminen sisältää loogisten suhteiden osoittamista toimijan uskomusten kesken ja on siten loogisen analyysin muoto. Historian ja sosiologian riippuvuutta filosofiasta tulisi hänen mielestään etsiä tätä kautta, pikemmin kuin yrittää osoittaa uskomusten selitysten tai tällaisten selitysten oikeutuksen riippuvan normatiivisista periaatteista tai filosofisista yleistyksistä. (ibid., p.451).

edellyttä yleisen observaabeli / teoreettinen -erottelun mahdollisuutta. Epistemologisen rekonstruktion lähtökohdaksi otetaan historiallisten teorioiden olemassaolevat esitykset. (Sneed[1971], pp.33-5). Wolfgang Stegmüller laajensi Sneedin teoriaa postuloimalla teoreettisten termien hierarkian, jossa eri kerrokset otetaan käyttöön vastaavasti kronologisesti toisiaan seuraavien teorioiden piirissä (Kuhn, *ibid.*). Pragmaattisten käsitteiden, kuten 'teorian omistaminen', avulla pyrittiin lähentämään systemaattista filosofiaa historialliseen (Stegmüller[1979], p.29).

Tieteen päämäärä

Erittäin mielenkiintoisia näköaloja 'historiallisen' tieteenfilosofian ja analyyttisen tieteenfilosofian suhteeseen avaa C.G. Hempelin, Thomas Kuhnin ja Wesley Salmonin ensinmainitun filosofiaa käsitelleen symposiumin yhteydessä (1983) käymä keskustelu.

Keskustelun lähtökohta tieteellisen rationaalisuuden käsite. Rationaalisuuden teorat voidaan jakaa m.m. metodologista naturalismia ja metodologista rationalismia edustaviin. C.G. Hempelin mukaan metodologista rationalismia luonnehtii pyrkimys antaa metodista selonteko, joka on paljolti *a priori*, keskittyy täsmällisesti ilmaistaviin - esimerkiksi teorian ja evidenssin keskinäisiin loogisiin - suhteisiin ja on yleisesti soveltuva. Metodologinen naturalismi taas pyrkii todellista tieteellistä käytäntöä heijastavaan luonnehdintaan menetelmästä.⁸⁵

Jos tiede halutaan nähdä rationaalisenä toimintana, on tarpeen määrittää tiettyjä päämääriä, joita siinä ajatellaan tavoiteltavan, muotoilla joukko metodologisia sääntöjä, sekä osoittaa viimeainittujen välineellisyys niiden päämäärien kannalta.⁸⁶

Yleisesti hyväksytyyn käsitykseen mukaan tieteen tavoitteena on muotoilla maailmasta yhä laajempi, järjestelmällinen näkemys joka pystyy antamaan selityksen ilmiölle ja tuottaa ennusteita.⁸⁷

Rationaalisuuden ongelma tulee esiin erityisesti teorian valinnan ja yleisemmin käsitteellisen muutoksen yhteydessä. Teorian valinta voidaan ajatella perustuvaksi tiettyihin käytännöllisiin ja tiedollisiin näkökohtiin kuten teorian laaja soveltuvuus, tarkkuus, yksinkertaisuus, hedelmällisyys, sisäinen ristiriidattomuus ja yhteensopivuus muiden teorioiden kanssa; muita ovat totuus, todenkaltaisuus sekä todennäköisyys.

Teorian valintaa sen evidentialisen tuen, konfirmaation tai korroboraation asteen perusteella voidaan pitää induktion ongelman yhtenä muotona. Filosofit jotka Hempelin ja Salmonin tavoin uskovat⁸⁸, että tieteellisen rationaalisuuden teoria vaatii näiden tekijöiden huomioonottoa, katsovat siis rationaalisuuden eksplikaation riippuvan induktion ongelman ratkaisusta.

Hempel on ehdottanut, että teorian valinnassa silmällä pidettävät *desideratumit* voitaisiin ymmärtää päämäärinä sinänsä eikä muiden päämäärien kuten ongelmanratkaisun välineinä. Hän kutsuu tätä "liki-triviaaliksi" ratkaisuksi rationaalisuuden ongelmaan; ratkaisu on epätydyttävä

⁸⁵"Valuation and Objectivity of Science"; lainattu Salmon[1983], p.556.

⁸⁶Hempel, "Valuation and Objectivity of Science" ja "Scientific Rationality: Analytic vs. Pragmatic Perspectives"; lainattu Salmon[1983], p.556, 557. Laudan nimittää perinnäistä instrumentaalisen rationaalisuuden teoriaa 'hierarkiseksi malliksi'; hänen 'verkkomallinsa' eroaa tästä sikäli, että siinä oletetaan kaksisuuntaisia historiallisia riippuvuuksia teorioiden, metodologisten sääntöjen ja tutkimuksen päämäärien kesken. (Laudan[1984], pp.23, 63).

⁸⁷Hempel, "Turns in the Evolution of the Problem of Induction", *Synthese*, XLVI, 3, 1981; lainattu Kuhn[1983], p.564.

⁸⁸Salmon[1983], p.557; Hempel[1983], p.570.

sikäli, että se jättää induktion ongelman koskemattomaksi. Toinen avoin kohta on se, millä perusteilla tieteelle omistetaan yksi tai toinen päämäärä. (Kuhn[1983], pp.564-5).

Kuhn näyttää haluavan pitää tieteellisen rationaalisuuden teorian erillään induktion ongelmasta ja selittää teorianvalinnan kokonaan pragmaattisten näkökohtien avulla, lähinnä viiden ensimmäisen edellä mainitun kriteerin avulla. (Kuhn[1983], p.569; Hempel[1983], p.571). Sen sijaan hän pyrkii esittämään ratkaisun päämäärä-attribuution ongelmaan. Hänen teoriassaan tieteellisen rationaalisuuden määrittely tapahtuu kognitiivisten arvojen avulla, jotka Hempelin ehdotuksen mukaisesti artikuloivat lähemmin tieteen päämäärän. Kyseisen päämäärän identifiointi perustuu teoriaan, joka määrittelee sen oppialojen järjestelmän rakenteen, johon tiede sijoittuu ja joka tämän lisäksi sisältää taiteet, filosofian, teologian jne. Kuhn hahmottelee tällaisen teorian, jonka rakenne olisi analoginen tieteellisen teorian rakenteen kanssa (niin kuin hän sen esittää). Hän uskoo, ettei se deskriptiivinen premissi, jolle 'liki-triviaali' teoria nojaa, vaadi induktiivista perustelua. (Kuhn[1983], pp.565, 567; vrt. Hempel[1983], pp.571-2; vrt. m. Kuhn[1970b], pp.236-7 tieteenteorian ja historian faktojen suhteesta).

On ilmeistä, että Kuhnin ja Hempelin ongelmanasettelut ovat erilaiset: Kuhn on kiinnostunut empiirisestä tieteenteoriasta tai tieteen historian filosofiasta, kun taas Hempelin ongelma on epistemologinen.

Kuhnin vastaus toiseen Hempelin osoittamista ongelmista on, että päämäärä-attribuutiot ovat osa teoriaa, jolla on perustanaan tietty oppialojen taksonomia ja vastaava 'leksikaalinen rakenne', niin kuin asia Kuhnin muualla käyttämän terminologian mukaisesti voidaan ilmaista (vrt. Kuhn[1981], p.27; Irzik & Grünberg[1995], p.299). Tietyn päämäärän omistaminen tieteelle ei eräässä mielessä ole kontingentti totuus, koska se konstituoii osaltaan systemaattista kontekstia, jonka piirissä empiirinen teoria tieteestä muotoillaan. Taksonomia-sanakirjan 'trassendentiaalisen' statuksen valossa on ymmärrettävää, ettei Kuhn katso sen tarvitsevan induktiivista oikeuttamista.

Kuhn huomauttaa disiplinaarisen rakenteen olevan kullekin aikakaudelle ominainen. Hän esittää, että teoreettisten termien referentiaalisuus edellyttää teorian peruslakien paikkansapitävyyttä (Kuhn[1983], p.567). Sen vuoksi nykyinen eri oppialoja ja niiden välisiä suhteita kuvaava sanasto toimii vain 'maailmoissa', joissa disiplinaarinen rakenne on nykyisen kaltainen. Historioitsijoiden keskeisiin tehtäviin kuuluu löytää ja levittää sanastoa, joka tekee mahdolliseksi kuvata ja ymmärtää muita aikoja ja kulttuureja. (ibid., p.568).

Historian ensisijaisuus

Kuhnin teoriassa tieteellisestä kehityksestä historiankirjoitus on ensisijainen suhteessa sosiologiaan ja filosofiaan siten, että jälkimmäisten alojen perustavat kysymykset riippuvat käytetyistä historiankirjoituksen periaatteista (Hoyningen-Huene[1992], p.487).

Hoyningen-Huenen mukaan "uudesta sisäisestä historiasta" nousseet probleemat käsittävät esimerkiksi normien ja arvojen eron tieteellisen käyttäytymisen selittäjinä, tieteellisen elämän sisäisen periodisaation normaalitieteen vs. revolutioiden termeissä, sekä spesialistiryhmien kommunikaatiota rajoittavien yhteismitattomuuden lajit (merkitysten ja arviointiperusteiden yhteismitattomuus) (Hoyningen-Huene[1992], pp.489-90). Kuhn itse väittää, että hänen tärkeimmät filosofiset konseptionsa polveutuvat historiankirjoituksen kontekstista: käsitteet 'hahmonvaihdos' (gestalt switch) ja 'vallankumous' heijastavat sitä tuskallista kokemusta, minkä vanhempaan ajattelutapaan mukautuminen historioitsijalle merkitsee; 'yhteismitattomuus' kuvaa käännöksen aiheuttamia vaikeuksia; 'paradigmat' ovat niitä konkreettisia esimerkkejä, joihin historioitsija turvautuu silloin, kun käänös ei ole mahdollinen (Kuhn[1984], p.363; 'paradigmasta' ks. m. Kuhn[1962], pp.43-4).

Kuhnin positiosta näyttää seuraavan filosofiaa historian metodologiana pitävän käsityksen kielto, sillä hän näkee vaaralliseksi sen mahdollisuuden, että filosofiset käsitteet heijastuisivat

takaisin historiallisen materiaalin havaitsemiseen. Viitaten yllämainittuihin käsitteisiin ('paradigma' jne.) hän kertoo, että

[t]een parhaani ... ollakseni ajattelematta näissä termeissä kun harjoitan historiaa, ja vältän vastaavaa sanastoa esittäessäni tuloksiani (Kuhn[1978], p.363).

Kuhn kieltää historiantutkimuksen ja luonnontieteen välisen analogian: tieteessä tutkijat jakavat objektien käyttäytymisestä aivan täsmällisiä odotuksia; myöskin kysymys siitä, poikkeavatko ilmiöt odotetusta, voidaan tavallisesti yksiselitteisesti ratkaista. Historiassa asiat ovat toisin: täällä odotukset ovat vähemmän täsmällisiä, ja vallitsee vähäisempi yksimielisyys siitä, sopivatko odotukset yhteen faktojen kanssa ja millainen data olisi relevanttia niiden arvioinnin kannalta (Kuhn[1980], p.182-3). Filosofian torjuminen historiantutkimuksesta näyttää siis Kuhnilla pohjautuvan naturalistiseen käsitykseen sen mahdollisesta roolista.⁸⁹

Metodologia historianteoriana

Tarkastellaan esimerkiksi Karl Popperin ehdotusta tiedon kasvusta sarjana arvauksia ja kumoamisia: Historiallisena perspektiivinä se ohjaisi huomion teorioihin ja kokeisiin, jotka ovat tiettyssä loogisessa suhteessa toisiinsa. Mikä on sen täsmällisempi toimintatapa? Onko kysymyksessä valikoiva näkökulma, selittävä teoria tai historiallinen synteesi?

Popper, kuten muutkin filosofit, jotka haluavat parantaa tieteen käytäntöjä, esittää metodologiansa ehdotuksena siitä, miten tiedettä olisi parasta tehdä. Tällaisen ehdotuksen voi Hempelin mukaan hajoittaa kahteen osaan: yhtäältä arviointiperuste ja toisaalta tosiasiaväite, että ehdotettu menettely on tehokkain keino tuottaa tulos, joka asetetun kriteerin nojalla on paras (kuten päätösteoreetikot ovat osoittaneet, sellaisten kriteerien valinta on kaikkea muuta kuin ongelmaton; ks. Hempel[1965], pp.468-9).

Toinen metodologialle osoitettu funktio on määritelmän antaminen tieteelle ja tieteelliselle rationaalisuudelle; tämä tehtävä kuuluu teoreettisen tieteenfilosofian alaan. Popper pitää tieteen määritelmää epistemologialle perustavana. Tämä merkitsee, että 'tiede' tavallan korvaa 'tiedon' epistemologian peruskäsitteenä ja siitä tulee olennaisesti normatiivinen käsite. Tieteen normatiivinen määritelmä ohjaa historiantutkimuksen kohteen esivalintaa (preselection) siten, että perinteet, jotka eivät osoita vaadittua rationaalisuuden standardia, esimerkiksi astrologia ja magia, suljetaan pois potentiaalisena tieteenhistoriana.

Popperin mukaan metodologialla on konvention asema, ja sen vuoksi sitä tulee arvioida sen soveltamisen seurausten perusteella:

Ainoastaan empiiriselle tieteelle antamani määritelmän, ja tästä määritelmästä riippuvien metodologisten ratkaisujen seurauksista tiedemies voi nähdä, missä määrin se vastaa hänen intuitioitaan hänen yrityksensä tavoitteista.⁹⁰

Vastaten erottelua käytännöllisen ja teoreettisen tieteenfilosofian välillä, voidaan erottaa kaksi eri kontekstia, joissa Popperin ehdottaman kaltainen konventio voi olla merkityksellinen: tiede ja historiografia. Käytännöllisen filosofian periaatteena se tulee merkitseväksi, kun tiedemies tai ryhmä tiedehiehiä päättää toimia sen mukaisesti; ja se tulee merkitseväksi teoreettisena periaatteena, kun historioitsija päättää omaksua sen tulkinnalliseksi näkökulmakseen.

⁸⁹ Mikä selittynee yhteydestä, sillä artikkeli Kuhn[1980] on Lakatosin teorian kritiikki, ja Lakatosin teoria on 'tieteellisten tutkimusohjelmien metodologian' sovellutus historiantutkimukseen.

⁹⁰ Logic of discovery, sec.11, Popper[1959], p.55.

Kummassakin tapauksessa seuraukset ovat käytännöllisiä, mutta niiden lähempi luonne riippuu metodologiaan sisältyvästä tieteellisen käytännön kuvauksesta: jotta metodologian ohjeet olisivat mielekkäitä, niiden täytyy viitata tutkimustoiminnan olennaisiin piirteisiin; että 'pitäminen' edellyttää 'voimisen' on vain heikko välttämätön ehto, normin täytyy olla myös asetettujen tavoitteiden kannalta hyödyllinen. Historiaan soveltamisessa vain metodologian kuvaileva puoli on varsinaisesti merkitsevä. Normatiivinen komponentti voi kylläkin olla merkitsevä pragmaattisessa suhteessa: esimerkiksi selitysten ymmärrettävyys ja riittävyys voivat riippua yleisön hyväksymistä normatiivisista periaatteista. Tutkimuksen päämäärien spesifioiminen on erityinen kuvaileva tehtävä. Rationaalisuuden teorioiden joustavuutta voidaan yrittää lisätä ottamalla huomioon se mahdollisuus, että tieteen tavoitteet ovat muuttuvia ja vuorovaikutuksessa teorioiden ja menetelmällisten resurssien kanssa (vrt. Laudan[1984], ch.3).

Jos Popperin metodologiaa pidetään selektiivisenä näkökulmana, joka ei yllä *historian teoriaksi*, emme voi sanoa, että tieteen historia on arvausten ja kumoamisten historiaa. Metodologia ei sano, mikä on tieteen todellinen luonne, tai kerro "mistä kaikessa on lopulta kysymys", tarjoa synteettistä perspektiiviä.

Miten arvausten ja kumoamisten teoria toimii historiantutkimuksen selektiivisenä perspektiivinä? Se määrittelee historioitsijan tutkimusongelmaksi identifioida lähteistä teoreettisia spekulatioita, joissa kehitellään selityksiä kokeellisesti todettaville ilmiöille. Joseph Agassin mukaan Popperin epistemologia voidaan nähdä teoriana siitä, miten tosiasiat keksitään: faktat huomataan, koska ne ovat teoreettisten odotusten vastaisia; historioitsija voi odottaa löytävänsä jokaisen tieteellisen faktan keksimisen takaa paljastuvaksi teorian, jonka se kumosi. (vrt. Agassi[1962], p.64).

Metodin teoriaa voidaan ilmeisesti käyttää kahtalaisessa *selitystehtävässä*. Sen sisältämää rationaalisuuden kuvausta voidaan ensinnäkin käyttää selittämään tieteellistä käyttäytymistä. Koska metodin teoria osoittaa norminmukaisen käyttäytymisen instrumentaalisuuden spesifioimansa kognitiivisen päämäärän kannalta, sen avulla voidaan myös selittää objektiivisen tiedon kertymistä.

Metodologian mukaisen rationaalisuuden attribuoiminen annettuihin toimijoihin ei välttämättä merkitse sitä, että metodologian spesifioima päämäärä ja normit tai niiden noudattamisen vaatimus olisivat heidän keskuudessaan eksplisiittisiä; yhteisössä ilmaistut säännöt voivat antaa riittämättömän tai virheellisen kuvan siellä vallitsevista käytännöistä. Normit ja arvot ovat tässä katsannossa teoreettisia konstruktioita, joita muiden tosiasioiden ohella sovelletaan kohdeyhteisön piirissä todettavan käyttäytymisen selittämiseen. Teorian mukainen rationaalisuus toimii Popperin ilmaisun mukaan 'nollametodina', ja varsinainen selitystehtävä onkin selittää poikkeamiset sen määrittelemästä ideaalisesta mallista (Popper[1957], p.141; vrt. Laudan[1977], pp.188-9). Myös normin olemassaolo ja sen noudattaminen luonnollisesti vaativat selityksen. Selittävät periaatteet voivat kaikissa tapauksissa olla psykologisia tai sosiologisia; epistemisten tekijöiden mukanaolo implikoi kuitenkin, että empiiriset selitystekijät ovat systemaattisesti erilaiset norminmukaiselle kuin sen vastaiselle toiminnalle. (vrt. Lakatos[1978], pp.190-1;).

2.1.2. Käsitteenmuodostus ja kategoriat

Seuraavaksi kosketeltava metodologinen kysymys on käsitteenmuodostus. Mikä on historian asema tässä suhteessa? Onko olemassa erityisesti historiallisia kategorioita, vai lainaako historia kuvailevat käsitteensä muista tieteistä? Ovatko historiallisissa kuvauksissa käytetyt käsitteet teorioiden implisiittisiä ilmauksia? Tulisiko historialliset kuvaukset mieluiten esittää arkikielen epäteoreettisella sanastolla? Tulisiko historioitsijan käyttää historiallisten toimijoiden omia käsitteitä heidän toimiaan kuvatessaan? Tieteenfilosofian roolia tietenhistoriallisissa

kuvauksissa käytettyjen käsitteiden kehittämisessä koskeva ongelma asettuu näiden yleisten kysymysten kehykseen.

Benedetto Croce'n mukaan filosofia on historian käsitteenmuodostuksen konteksti, historian metodologia.

Historiallisessa arvostelmassa universaalia predikaattia sovelletaan yksittäiseen asiointilaan. Poliittinen historioitsija esimerkiksi käyttäisi kertomuksessaan termejä kuten 'kansakunta', 'rikos', tai 'mahtava'; tämä edellyttää että kirjoittaja ja lukija ymmärtävät sellaiset sanat samalla tavoin, mikä sisältää sen, että he jakavat yhteisen poliittisten ideoiden järjestelmän. Ymmärrämme ihmisten ja heidän tekojensa historiallisen todellisuuden poliittisten ja eettisten ideoiden mediumin välityksellä. Filosofian tehtävänä on huolehtia siitä että historiallisissa arvostelmissa käytetyt predikaatti-käsitteet ovat koherentteja ja loogisesti puolustettavissa olevia. (Collingwood[1946], pp.195-6, 201).

Léon-E. Halkin antaa Lalandea lainaten määritelmän, jonka mukaan kategoriat ovat "laajuudeltaan valtavia käsitteitä, joiden alaisuuteen ideat ja faktat järjestetään".⁹¹

Voidaan erottaa historiassa käytetyt ja varsinaisesti historialliset kategoriat. Jälkimmäisessä mielessä "ei ole olemassa varsinaisia [historiallisia] kategorioita periodologisia kategorioita lukuunottamatta: Esihistoria, Antiikki, Keskiaika, Renessanssi, Uusi Aika, Nykyaika, etc.". Sivilisaatio, kulttuuri, kansa, valtio, kansakunta, läänityslaitos, kaupunki, hallitus, tapahtuma, dokumentti..., kaikki kuuluvat joko filosofiseen, juridiseen, poliittiseen tai, kuten dokumentti ja tapahtuma, ei erityisesti historialliseen kielenkäyttöön. Sitä paitsi periodit voivat olla velkaa m.m. kaunokirjallisuudelle ja aputieteille: Renessanssi tuli muotiin Balzacin ja Michelet'n ansiosta, Keskiaika tulee filologeilta, Barokki esteetikoilta. (Halkin, p.13).

Enemmistö historioitsijoiden käyttämistä kategorioista on peräisin muilta aloilta. Useimmiten kohdattava ongelma on tästä johtuen kvalifioinnin ongelma: kuuluuko se ja se työ tai oppi esimerkiksi sosialismiin, ja kuinka merkittävä se tässä yhteydessä on? (Perelman, p.141)

Mitä tekee historioitsija, joka kehittää historiallisen periodin käsitteen? Hän lähtee erityisestä ilmiöstä, joka sattuu tietynä hetkenä tietyssä paikassa ja, pitämällä sitä luonteenomaisena epookille, hän kvalifioi kokonaisen periodin tämän piirteen avulla. "Renessanssi ei ole enää yksinomaan kirjallisuuden elpymistä, se on uuden ihmisen syntyminen, uusi näkemys maailmasta, uusi tapa olla maailmassa, jossa antiikin kirjallisuuden uudestisyntymä ilmenee vain merkitykseltään rajoitettuna ilmiönä yhteiskunnan kaikkinaisessa muutoksessa."

"Kun tämä periodi on konstituoitu, kehitetään eräänlainen olemus, joka tekee mahdolliseksi kvalifioida realiteetteja, joihin se attribuoidaan."

"On totta että tämä periodisaatio löytää vastustajia [nominalistit] jotka, tarttuen enemmänkin samankaltaisuuksiin kuin eroihin peräkkäisten kausien välillä, painottavat historiallista jatkuvuutta väittäen, että kaikki alajaot ovat vain konventioita, pedagogisesti hyödyllisiä, mutta joita ei tule ottaa liian vakavasti." (ibidem, p.143).

"Historiaa voidaan kuvata ei tiettyjen olemusten avulla, kuten kansakunta tai periodi, vaan relaaation kuten luokkataistelu avulla" (ibidem, p.144).

Mikä on kategorioiden metodologinen rooli historiantutkimuksessa? Perelmanin mukaan "...erilaiset perspektiivit, ja niiden pohjalta kehitellyt historialliset kategoriat, toimivat heuristisina välineinä ohjaten tiedemiestä, joka etsii tutkimansa menneisyyden merkitseviä tosiseikkoja." (ibidem, p.145).

⁹¹"concepts de vaste compréhension sous lesquels on range les idées et les faits" (Halkin, p.11).

Historialliset kategoriat kuten Tieteellinen Vallankumous ovat yksilökäsitteitä, vaikkakin laajoja ja komplekseja sellaisia (H.F. Cohen[1994], p.21). Sen sijaan esimerkiksi Kuhnin *The Structure of Scientific Revolutions* yrittää määrittellä 'revoluution' yleiskäsitteen. Vastaavaa pyrkimystä määrittellä universaali, tässä tapauksessa 'tiede', edustavat ns. demarkaatiokriteerit. Alempana käsiteltävä I.B. Cohenin 'revoluutio' on sen sijaan historiallisesti variaabeli.

Käsitehistoriallinen lähestymistapa 'vallankumoukseen'

Esimerkkinä käsitehistoriallisesta lähestymistavasta erääseen väitetysti keskeiseen tieteenhistorialliseen ilmiöön tarkastellaan seuraavassa I.B. Cohenin teoksessaan *Revolution in Science* soveltaman menetelmän pääpiirteitä. Cohenin menetelmää voinee pitää yhtenä mahdollisena tapana tehdä 'vallankumouksesta' täysin historiallinen käsite.

Cohenin menetelmänä on tutkia tapaa, jolla osalliset huomioitsijat ja samanaikaiset analytytikot ovat kokeneet vallankumoukselliset muutokset; nykyisempien käsitysten tarkastelu tuo lisäksi mukaan vertailevan ulottuvuuden. Tässä lähestymistavassa vallankumous nähdään kompleksina ja historiallisesti muuttavana entiteettinä pikemmin kuin yhtenä yksinkertaisena ideana siitä, kuinka muutos tieteessä tapahtuu. Vallankumouksen käsite on erikoisasemassa siihen liittyvän poliittisen analogian vuoksi, mistä johtuen tieteellisen vallankumouksen käsitteen historiallinen muuttuminen seuraa myös yleistä vallankumousteoriaa ja poliittisia tapahtumia. Seuraavassa on esitetty yhteenveto Cohenin erottamista vallankumouksen vaiheista sekä kumouksen toteamiseen käytettävistä evidentialisista testeistä.

Peruslähtökohtana on tutkia vallankumouksellisten ajatusten syntyä ja kehitystä; toinen askel on tutkia vallankumouksen kulkua uusien ajatusten synnystä niiden julkiseen esittämiseen ja levitykseen; sekä edelleen niiden hyväksytyiksi tulemistä ja vakiintumista tunnustetuksi saavutukseksi.

Vallankumouksen rakenteessa voidaan Cohenin mukaan erottaa neljä peräkkäistä vaihetta: Ensimmäinen vaihe, 'intellektuaalinen kumous', syntyy kun tiedemies tai ryhmä tiedemiehiä keksii radikaalin ratkaisun johonkin tärkeään ongelmaan; tai löytää uuden menetelmän käyttää informaatioita, toisinaan laajentaen informaation aluetta yli siihenastisten rajojen; tai esittää uudenlaisen tiedon kehyksen, johon olemassaoleva informaatio voidaan sovittaa kokonaan uudella tavalla; tai ottaa käyttöön joukon käsitteitä, jotka muuttavat olemassaolevan tiedon luonnetta, tai esittää käänteentekevän uuden teorian. Tämä vaihe muodostuu siis yksilön tai ryhmän luovasta aktista, ja on usein riippumaton vuorovaikutuksesta muiden tiedemiesten yhteisön kanssa, vaikka luonnollisesti nouseekin olemassaolevan tieteen kehyksestä ja merkitsee yleensä vallitsevien ideoiden perustavaa transformaatiota. Toisessa vaiheessa, joka on edelleen yksilöllinen tai ryhmän sisäinen sekä intellektuaalinen kuten ensimmäinenkin, tapahtuu sitoutumien uuteen menetelmään, käsitteeseen tai teoriaan: tulokset kirjataan johonkin yksityiseen dokumenttiin; usein kirjoitetaan myös seuraavan tutkimuksen ohjelma. Kolmas vaihe aloittaa innovaation julkisen tarkastelun: ideat saatetaan tuttavien, kollegojen, ja yhteistyökumppaneiden keskuuteen, seuraava keskustelu ja kritiikki valmistavat muodollisempaa julkipanoa. Neljäs vaihe saavutetaan, kun riittävän moni tiedemies hyväksyy uudistuksen työsä pohjaksi; mikä tähän asti oli pelkästään intellektuaalisen saavutuksen julkaiseminen, muuttuu tieteelliseksi kumoukseksi.⁹²

Koska tarkoituksena on siis oppiminen tunnustetusti tapahtuneista kumouksista eikä vallankumouksen käsitteen abstrakti analyysi, menetelmänä on tutkia tapaa, jolla kumoukset on historiallisesti hahmotettu. Cohen esittää neljä luonteeltaan puhtaasti faktuaalista ja historiallista testiä, joilla kumouksia voidaan identifioida: 1. Aikalaisten - tiedemiesten, filosofien, poliitikkojen, journalistien, koulutettujen maallikkojen - todistus. Tämän kriteerin toteuttavat

⁹²I.B. Cohen[1985], pp.27-9.

m.m. Lavoisier'n ja Darwinin saavutukset, sekä Newtonin ja Leibnizin keksimä infinitesimaalilasku. 2.Sen alan, jolla kumous on väitetysti sattunut, myöhemmän dokumentaarisen historian tutkiminen. Esimerkiksi tähtitieteelliset oppikirjat ja tutkielmat ajalta 1543-1609 eivät osoita Kopernikuksen ajatusten omaksumista, joten tämä kriteeri ei puhu Kopernikaanisen kumouksen etenemisen puolesta. 3.Pätevien historioitsijoiden mielipide. Kopernikaaninen kumous 1500-luvulla näyttää olevan myöhempien historioitsijoiden (Montucla ja Bailly) keksintöä, joten esiintyy ristiriita Kopernikuksen suhteen tämän ja edellisen kriteerin kesken. 4.Kyseisen tieteenalan nykyinen yleinen mielipide, sen 'mytologia'. Esim. 1800-luvulla tapahtuneesta mullistuksesta statistiikan ja todennäköisyyden alalla tämä on lähes ainoa todiste.⁹³

Cohenin historiallisella analyysillä tieteellisistä kumouksista on ainakin seuraavat ominaisuudet: 1.Analyyttisten käsitteiden täsmällinen määrittely ei ole välttämätön historiallisen tarkastelun ennakkoehtona. 2.Tarkasteltava ilmiö, tässä tapauksessa revoluutio, nähdään historiallisesti muuttuvana entiteettinä, ei ennalta kiinnitettynä rakenteena. 3.Kategorian sisällön muutos on osa historiallista prosessia, erityisesti tämän kategorian muodostavien tapahtumien vaikutusta. 4.Tapahtuman identifiointi annettuun kategoriaan kuuluvana suoritetaan historialliseen evidenssiin perustuvalla testillä. 5.Historiallinen evidenssi tarkasteltuun kategoriaan kuuluvan tapahtuman todellisuudesta koostuu aikalaisten ja myöhempien tulkitsijoiden käsityksistä. 6.Kysymyksessä on historiallisten agenttien, joskaan ei välttämättä tapahtumiin osallisten, omiin käsitteisiin nojaava tapahtumien kuvailu.

Tieteellisten vallankumousten historian tutkiminen ei siten edellytä vastaavan kategorian yleistä ja teoreettista määrittelyä kovin täsmällisellä tavalla. On kuitenkin ilmeistä, että historioitsija joutuu tekemään joitakin rajauksia: Vallankumous tunnustetaan tietyn kategorian kuvaavan termin ('revoluutio') esiintymisestä lähteissä, jolloin edellytetään lisäksi, että sitä käytetään nimenomaan merkittävästä tieteellisen käytännön muutoksesta. Samoin on selvää että menetelmä on mielekäs vain, jos termin historiallisten käyttöjen takana on nähtävissä jokin analogioiden verkko tai 'perheyhtäläisyys'. Voidaan päättää, että lähestymistavan edellytyksinä ovat eri aikakausien jakamat yhteiset merkitykset; tämän lisäksi tulee historioitsijan suorittama valikointi, joka perustuu tieteellisten episodien suhteellista merkittävyyttä koskevaan normatiiviseen arvostelmaan.

'Ajattelutyyli'

Ian Hacking on vertaillut filosofin ja historioitsijan tapaa käyttää samaa kategoriaa, tässä tapauksessa Alistair C. Crombien monumentaalisessa työssään *Styles of Scientific Thinking in European Tradition* käyttöönottamaa ja soveltamaa käsitettä 'tieteellinen ajattelutyyli'.⁹⁴ Crombien 'tyyli' koskee metodeja pikemmin kuin sisältöä. Se on epämuodikas sikäli, että se ei liity tieteellisen käytännön yksityiskohtien ja suhteiden taidokkaisuun tulkintoihin, vaan perustuu käsitykseen, joka koskee länsimaista tieteellistä traditiota kokonaisuudessaan.

Termiä 'tyyli' on aiemmin voitu käyttää esimerkiksi puhuttaessa 'galileilaisesta päättelytyylistä' fysiikassa, tarkoittaen "abstraktien mallien tekemistä universon sumista" (Stephen Weinberg ja Noam Chomsky). I.B. Cohenilla esiintyy käsite 'Newtonin tyyli', joka on tapa yhdistää "kaksi ontologian tasoa", matemaattinen ja mitattava.⁹⁵

⁹³ I.B. Cohen[1985], pp.41-4.

⁹⁴ Hacking[1994], pp.31-3.

⁹⁵ Mainitut kirjoittajat viittaavat tässä yhteydessä Husserliin (*Die Krisis...* osa 2., kappale 9; engl. tr. *The Crisis...*, p.31), joka kuitenkin tarkoittaa termillä 'tyyli' "empiirisesti intuoidun maailman" piirrettä.

'Tyyllillä' voidaan ymmärtää joko jotain persoonallista tai impersoonallista; impersoonallisessa merkityksessä se voi viitata eri kokoihin yksiköihin: Ludwig Fleck, jonka määritelmän mukaan 'tyyli' on "kokonainen älyllinen valmius tai halukkuus nähdä ja toimia erityisellä tavalla eikä millään muulla"⁹⁶, liitti sen 'ajattelukollektiiviin', joka on jotain, mikä rajoittuu yhdelle tieteenalalle tai tutkimusalueelle. Tyyli on Fleckin mukaan jotain, mikä mahdollistaa tietyt ajattelutavat ja tekee toiset mahdottomiksi; Fleckin 'tyyli' näyttää olevan yksilötasolla eksklusiivinen - yksilö ei voi soveltaa samanaikaisesti kahta eri tyyliä.⁹⁷

Nimityksestä 'Galileilainen' jne. huolimatta Cohenin ym. luonnehdinnat kyseisistä tyyleistä ovat täysin epäpersoonallisia ja universaaleja, eivätkä rajoitu esimerkiksi mihinkään erityiseen aikakauteen tai sosiaaliseen yksikköön. Michel Foucaultin erottamat 'episteemi' (*épistémè*) ja 'diskursiivinen muodostuma' sen sijaan ovat esimerkkejä tiettyyn kauteen rajoittuvista tyyleistä. Kuten Fleckin *Denkstil* nekin ovat ajattelua konstituivia, eli koskevat sitä, mitä on mahdollista sanoa.

Crombie erottaa kuusi "tieteellisen ajattelun tyyliä tai tieteellisen tutkimuksen ja todistelun menetelmää klassisessa tieteellisessä liikkeessä". Kolme niistä kehitettiin individuaalisten säännömukaisuuksien tutkimuksessa, ja kolme ajassa ja avaruudessa järjestyneissä populaatioissa todettavien säännömukaisuuksien tutkimuksessa. Näitä kuutta tyyliä voidaan luonnehtia seuraavasti: Kreikkalaisten matemaattisissa tieteissä käyttöönottama postuloinnin menetelmä; kokeen käyttö - sekä postuloinnin kontrolloimiseen että puhtaasti empiiriseen tutkimiseen; analogiamalleihin perustuva hypoteettinen konstruktio; aineiston järjestäminen vertailun ja luokittelun avulla; populaatoiden tilastollinen analyysi ja todennäköisyyksien laskeminen; historiallis-geneettisen kehityksen jäljitys. (Hacking[1994], p.34).

Crombien esityksestä ilmenee, että kukin tyyli on keksitty tai tullut yleiseksi tai vallitsevaksi tiettyinä historiallisena epookkina siten, että esitetty luettelo itse asiassa vastaa kronologista järjestystä. Yksilöllisiin säännömukaisuuksiin keskittyvät tyylit ovat siis kaikki varhaisempia kuin taksonominen, tilastollinen ja historiallis-geneettinen tyyli, joista viimeainittu kehittyi vasta 1800-luvulla, ja jonka tärkein hahmo on luonnollisesti Darwin. Crombien työssä varhemmin syntyneen tyylin seuraaminen myös jätetään varhaisempana ajankohtana kuin myöhemmin syntyneen. (Hacking[1994], p.35).

Crombien tarkoittamia tyylejä voi väljästi luonnehtia 'metodeiksi'. Lisäksi ne ovat yleisiä siinä mielessä, ettei mikään niistä rajoitu vain yhteen tieteeseen, eikä juuri mikään tiede käytä vain yhtä tyyliä.

Suhteessa tyylikäsitteeseen Hacking lähinnä jakaa historioitsijan ja filosofian tehtävät: edellisen työtä on selvittää ja kuvata tyylin historiallinen muodostuminen ja tuleminen autonomiseksi mikrososiaalisissa vuorovaikutuksissa ja neuvotteluissa. Filosofi taas on kiinnostunut tyylin konstituutiosta, ei sen alkuperästä. (Hacking[1994], p.40). Kukin tyyli tuo mukanaan joukon uutuuksia: uudentyyppejä objekteja, lauseita, lakeja tai modaaliteetteja, mahdollisuuksia, uusia evidenssin lajeja. Tyylit ovat objektiivisuuden standardeja; kukin niistä tuo mukanaan uusia tapoja olla tosi tai epätosi, Comten ilmaisua käyttäen uudenlaisia 'positiviteetteja'. Tyyli on avoin: kun esimerkiksi uusi objektityyppi on keksitty, sen alaa voidaan rajatta luovasti laajentaa. (ibid., pp.40, 42, 41). Tyylit ovat stabiileja, kestäviä, ja pitkällä tähtäimellä kasaantuvia. Kukin

⁹⁶The entirety of intellectual preparedness or readiness for one particular way of seeing and acting and no other.

⁹⁷Introduction to the Theory of the Thought Style and the Thought Collective, (1935).

tyyli käyttää omia itsensä vakauttamisen tekniikoita, mutta jotkut ovat tässä toisia tehokkampia. (ibid., pp.43, 44, 45).

Paitsi kuvailevaa, historia on vertailevaa; 'intellektuaalinen antropologia' voi esimerkiksi vertailla eurooppalaisia tieteellisiä tyyliä aasialaisiin. Filosofi puolestaan voi tutkia tyylien mahdollisuuden ehtoja, tutkimus, joka Hackingin mukaan johtaa lähinnä filosofiseen antropologiaan. (Hacking[1994], pp.45-6).

Hacking pitää historian ja filosofian suhdetta asymmetrisenä, koska filosofi tarvitsee historioitsijaa osoittamaan, että analyttisillä käsitteillä on sovellutuksia (Hacking[1994], p.46). Hän näyttää ymmärtävän oman tyylianalyysinsä olevan Crombien erottamien historiallisten tyylien tarkennusta epistemologisessa suhteessa ja niiden ankkurointia kosmologiaan (filosofiseen antropologiaan).

2.1.3.Valikointi

Otaen huomioon, että jokainen tutkimus alkaa tutkijan asettamasta kysymyksestä, tutkimuksen tulos riippuu ratkaisevasti siitä, millaisia kysymyksiä historioitsija keksii esittää aineistolle (vrt. Collingwoodin käsitys tieteellisestä historiasta). Tässä kappaleessa käsitellään tapaa, jolla epistemologiset käsitykset voivat näyttäytyä historiallisissa ongelmanasetteluissa ja näkökulman valinnoissa.

Chaim Perelman huomauttaa tapahtumien suhteellisen tärkeyden tai merkityksen arvioinnissa sovellettavien perusteiden konstitutiivisuudesta historiankirjoitukselle:

Jos historia on inhimillisen menneisyyden merkittävien puolien tutkimusta, se on erottamaton arvioinnin ja valikoinnin prosessista, joka on tulosta historioitsijalle ominaisesta näkemyksestä ja joka johtaa väistämättä tämän näkemyksen ehdollistamaan menneisyyden valaisuun.⁹⁸

Kuinka tapahtumien ja tekojen merkitsevyys ja tärkeys havaitaan? Tämä perustuu kahteen eri tekniikkaan, jotka ovat *seuraannon yhteydet* (liaisons de succession), ja *koeksistenssin yhteydet* (liaisons de coexistence). Seuraannon yhteyden tyyppinä on päämäärä-keino suhde. Perelman erottaa kolme konseptiota: 1.Retorinen: kyseessä ovat ihmisten suunnitelmat ja aloitteet, mihin liittyy lisäksi niiden esittäminen todellisten tai kuviteltujen puheiden avulla Thukydideen tapaan. 2.Teologinen, tyyppinä raamatullinen konseptio tai Augustinuksen 'Jumalan kaupunki'. 3.Filosofinen à la Hegel; historialla on immanentti päämäärä. (Perelman, pp.134-5).

Koeksistenssin yhteys perustuu persoonan käsitteelle. Persoonan käsite voidaan laajentaa sosiaalisen ryhmän käsitteeksi, mikä johtaa individuaatiota koskeviin ongelmiin. (Perelman, p.138). Individuaatioon liittyvät ongelmat ovat vielä suurempia, kun kyse on aatteellisesta tai poliittisesta liikkeestä: Mitä tapahtuisi filosofian historialle, jos filosofian malleiksi Platonin ja Aristoteleen sijasta otettaisiin Jeesus, Kierkegaard ja Marx? Henkilöt, ongelmarakenne, yhteydet uskontoon ja politiikkaan muuttuisivat toisiksi. (Perelman, pp.140-1).

Individuaation ongelma ja sen yhteys paradigmaattisiin henkilöihämiin on tietehistoriassa merkittävä. Se tulee esiin m.m. käsiteltäessä 'kahden virtauksen' konseptiota Tieteellisen Vallankumouksen historiografiassa. Kahden virtauksen idea näyttää olevan peräisin Koyréltä.

⁹⁸"Si l'histoire est une étude des aspects significatifs du passé humain, elle est indissociable d'un processus de d'évaluation et de sélection qui résulte d'une vision propre à l'historien et qui mènera inévitablement à un éclairage du passé, conditionné par cette vision." (Perelman, p.134).

Molemmat virtaukset voidaan yksilöidä edustavien hahmojen avulla: Galilein ja Descartesin panmatematismin vastaanavaksi asettuu Gassendi'n, Boylen, Robervalin ja Hooken kokeellinen korpuskularismi. Pierre Gassendi'n 300-vuotismuistojuhlan johdosta julkaisemissaan kirjoituksissa Koyré joutui toteamaan, että Gassendi'n merkitystä pidettiin tämän omana aikana paljon suurempana kuin se, minkä myöhemmät historioitsijat ovat olleet valmiit myöntämään; aikalaisten mielestä Gassendi oli Descartesin vertainen ja kilpailija. Huomattakoon että Shapin ja Shaffer pyrkivät vastaavasti rehabilitoimaan Hobbesin, jota omana aikanaan voitiin pitää kahden mainitun ranskalaisen ohella luonnonfilosofeista merkittävimpänä (vrt. Koyré[1966], p.320ff; Koyré[1964], p.27ff, erit. p.33; Kuhn[1977], 35ff, 41ff; H.F. Cohen[1994], p.84; Shapin & Shaffer[1985], p.7ff). Tieteellisen Vallankumouksen historiankirjoituksessa luonnonfilosofian, matematiikan ja kokeilun balanssi kuvastuu 'kanonisten' persoonallisuuksien valinnassa. Vastaavasti uusien tulkintojen esittäjät joutuvat ainakin osittain kiistämään vakiintuneen henkilökokoelman.

Marc Bloch kirjoittaa:

Yhtäältä dokumentit eivät koskaan järjestä aineistoaan tietoon pyrkivän älyn vaatimusten mukaisesti. Kuten jokainen oppinut, jokainen henki joka lainkaan havaitsee, historioitsija valikoi ja lajittelee. (*Historian's craft*, p.144).

Tässäkin tapauksessa [antropo-geografia] ... meillä ei ole enempää eikä vähempää kuin perspektiivi, joka osoittaa oikeutuksensa hedelmällisyydellään. Sellainen itse asiassa on analyysin tosi tehtävä missä tahansa tutkimuksen kategoriassa. (ibid., p.150).

Bloch argumentoi, että esimerkiksi 'laki' kattaa liian moninaisia realiteetteja, jotta voisi olla olemassa lain historia. Juridinen fakta on kuitenkin jotain hyvin todellista, mikä johtuu siitä, että lain soveltaminen ja paljolti myös sen kehittäminen on ollut erityisen, suhteellisen erikoistuneen ryhmän työtä. Tämä ryhmä on ollut kyllin autonominen luodakseen omat traditionsa ja usein jopa oman järkeilymuodon. Oikeushistoria on kenties olemassa vain lakimiesten disiplinaarisena historiana. (*Historian's craft*, pp.148-9).

Kuhn tuo esiin analogisen näkökohdan tieteenhistorian osalta: Koska tiedemiehet muodostavat erityisen ryhmän, tiedettä ei tarvitse abstrahoida esille yleisestä yhteiskunnallisesta ympäristöstä. (Kuhn[1977], pp.151-2).

Karl Popper huomauttaa, että historian puuttuva mielenkiinto yleisiä lakeja kohtaan asettaa sen vaikeaan asemaan verrattuna teoreettisiin tieteisiin. Lait toimivat teoreettisissa tieteissä kiinnostuksen keskuksina ja merkitsevyyden mittapuina. Mutta historiassa sovelletut lait ovat usein triviaaleja ja tiedostamatta omaksuttuja, ja sellaisina ne eivät voi täyttää selektiivistä tehtäväänsä. Ratkaisu ongelmaan on ennakolta harkitun valikoivan näkökulman omaksuminen. (Popper[1950], p.150).

Selektiivisten näkökulmien funktio historiassa on analoginen teorioiden tehtävälle tieteessä, ja Popperin mukaan ne usein väärin sekoitetaan teorioiden. Niitä erottaa kuitenkin teorioista se, että niihin sisältyvät ideat ovat harvalukuisia ja mahdottomia ilmaista koeteltavien hypoteesien muodossa. (ibid., p.151).

Ei ole aivan selvää millaiseksi Popper ajattelee p.o. näkökulmien kognitiivisen aseman, mutta luonnollinen tulkinta olisi että ne ovat ei-koeteltavia (ja siten falsifikationistisessa mielessä metafyyysisiä) teorioita⁹⁹; ainakin ne voidaan formuloida propositiona. Kaikki näkökulmat ovat sellaisinaan vastaansanomattomia, eikä mikään niistä ole toista todempi: On täysin luvallista

⁹⁹"even if it [a point of view] should amount to a theory, it may not be testable" (ibid. p.152)

kirjoittaa historiaa esimerkiksi luokkataistelun näkökannalta. Se mitä Popper vastustaa on eräänlainen essentialismi, joka väittää esimerkiksi, että historia on luokkataistelun historiaa.

Näkökulma voi kuitenkin erottautua muista hedelmällisyydellään, mutta tosiasia, että se osoittautuu hedelmälliseksi, että monia faktoja voidaan järjestää sen avulla, ei merkitse, että näkökulma tulisi sillä todistetuksi - ilmeisesti, koska se ei täytä kumottavuuden ehtoa. (ibid., p.151). Näkökulman kumoutumattomuus näyttäisi sulkevan sen pois selittävien lakien lähteenä. Siitä huolimatta Popper toteaa (*Logic of Discovery*, ch.2, sec.11), että hänen 'tieteen' määritelmänsä on hedelmällinen, koska "monia kohtia voidaan selventää ja selittää sen avulla".

Valikoinnin vaikutus historiallisen kertomuksen objektiivisuuteen on paljon askarruttanut historianfilosofeja, erityisesti, koska valikointi näyttää aina sisältävän arvoarvostelman. (Dray[1980], p.33). M.m. Popper katsoo, että selektiivisen näkökulman ei itsessään tarvitse merkitä objektiivisuuden puutetta: sikäli kuin kaikkea näkökulman kannalta merkitsevää evidenssiä tarkastellaan puolueettomasti, ei ole tarpeen huolestua loppujen todisteiden unohtamisesta. (Popper[1957], p.150). Dray on yhtä mieltä siitä, ettei pelkkä valikoivuus aiheuta vajuusta objektiivisuudessa (Dray[1980], p.37).

Normatiivisilla perusteilla suoritettu valikointi on kiinnostava tutkielman aiheen kannalta, koska filosofioita usein pidetään normatiivisina, ja toisaalta jotkut, erityisesti Agassi ja Lakatos, esittävät että ne ovat konstitutiivisia vastaaville historiografisille genreille (mitä normatiivisuuteen tulee, toiset filosofit tekevät eron tieteen käytännöllisen filosofian ja teoreettisen tieteenfilosofian välille niin, että edellinen on normatiivista, kun taas jälkimmäinen puhtaasti kuvailevaa). Filosofiset käsitykset joka tapauksessa muistuttavat normatiivisia positioita relatiivisen ja kiistanalaisen luonteensa puolesta.

Larry Laudanin mukaan 'whig' -historia, joka arvostelee menneitä käytäntöjä nykypäivän kriteereillä, on itsessään vastaansanomaton; voimme esimerkiksi arvioida missä määrin tiede on ollut edistyvä nykyisten kognitiivisten päämäärien tai jonkin muun kriteerijoukon avulla mitattuna. (Laudan[1984], p.65). Toinen asia on sitten se, onko jokin sinänsä luvallinen näkökulma hyödyllinen tai edes relevantti historian kannalta; Kuhn esimerkiksi antoi tässä suhteessa negatiivisen arvion osasta silloista tieteenfilosofiaa (Kuhn[1977], p.14). Samalla tavalla Agassi katsoi induktivistisen epistemologian, josta seurasi viimeisen oppikirjan sisällön ottaminen valikointiperusteeksi, olleen syynä useiden tieteenhistorioiden huonoon laatuun. (Agassi[1962], 'Introductory Note' ja pp.2-3).

Onko sitten välttämätöntä nojautua valikoinnissa arvoarvostelmiin? Ensinnäkin, mitä arvovapaita valintaperusteita on olemassa? Yksi mahdollisuus on kausaalinen merkitys: tapahtuma on kausaalisesti merkittävä, jos se liittyy syynä tai vaikutuksena toiseen tapahtumaan, josta olemme kiinnostuneita jollain muulla perusteella. Kausaalinen merkitsevyys tarjoaa vain suhteellisen kriteerin ja on siten yksin riittämätön; joistakin tapahtumista meidän täytyy olla kiinnostuneita muista syistä kuin niiden kausaalisen merkityksen takia.

Toinen mahdollisuus on tutkia ongelmia, jolloin ongelma määrittelee relevanssin kriteerin. Käytännössä useimmat historioitsijat tutkinevat ammatin piirissä yleisesti merkittävänä pidettyjä ongelmia, eikä ongelman valinnan tarvitse edellyttää henkilökohtaista historiallisen merkityksen arviointia.¹⁰⁰ Mutta tämä ei tietenkään poista valikoinnin ongelmaa, ainoastaan siirtää sen institutionaaliselle tasolle. Valikoinnin välttämättömyys nousee sitä paitsi uudelleen esiin tietyn ongelman tutkimisen sisällä, ja eräs asia joka vie historiaa eteenpäin lienee juuri tuoreiden näkökulmien löytäminen vanhojen ongelmien tutkimiseen. Tämänkaltaisista syistä Dray, muiden muassa, päättää että selektio edellyttää kategorista merkittävyyden arviointia, mikä tekee historian suhteelliseksi valinnan ilmentämään arvojen skeemaan. (Dray[1980], p.37).

¹⁰⁰Vrt. 'karriärismi' valikointiperiaatteena, Machamer[1994], p.150.

Mutta sikäli kuin tällainen relatiivisuus on kaiken historian välttämätön piirre, ei voi olla olemassa periaatteellista syytä, mikseivät episteemisen merkittävyyden arviot voisi toimia probleemanvalinnan perusteena tieteenhistoriassa.

Tutkielman ongelmaan sovellettuna kysymykseen tulevat selektiiviset näkökulmat olisivat epistemologisia tai metodologisia oppeja. Voitaneen olettaa näkökulmien hierarkia niin, että eri epistemologiat - kantilainen, empiristinen, jne. - artikuloivat erityisiä kantoja epistemologian yleisen näkökulman sisällä, viimeksimainitun itsensä ollessa yksi lähestymistapa muiden joukossa, joihin sen lisäksi kuuluvat sosiologinen, teknologinen, jne. perspektiivit. Erityisesti erottelu 'ulkoiseen' ja 'sisäiseen' historiaan voidaan nähdä yrityksenä luonnehtia tieteen historiografiassa esiintyviä selektiivisiä näkökulmia (vrt. Kuhn[1977], p.110-20; Finocchiaro[1973], ch.7).

Tässä taksonomiassa epistemologinen tai metodologinen lähestymistapa kuuluisi sisäisen historian alaan, mikä näkemys on kuitenkin tullut yleiseksi verrattain myöhään, sillä vanhempi sisäinen historia sulki pois metodologiset kysymykset. (Agassi[1981], p.61).

2.1.4.Selittäminen ja teoria

Selittämisen käsite oli (anglosaksisessa) historianfilosofiassa keskeinen 1950- ja 60-luvuilla. Historiallisen selittämisen ongelmaa voitiin tarkastella kahdesta hiukan erilaisesta näkökulmasta: joko historiallisen diskursioiden muotoa koskevana kysymyksenä, tai yleistävien tieteiden asemaa historian käytännössä koskevana kysymyksenä.¹⁰¹ Arthur Danton *Analytical Philosophy of History* (1965) sijoittuu eräänlaiselle vedenjakajalle tieteenfilosofien empiristien alulle paneman keskustelun ja myöhemmän, 'narratiivin' käsitteen ympärille keskittyneen keskustelun välillä.

Danton mukaan historialle on luonteenomaista "organisoida tapahtumat temporaalisiksi kokonaisuuksiksi" (Danto[1965], p.248). Narratiivi on menetelmä, jolla tämä tapahtuu. "Narratiiveja voidaan pitää eräänlaisina teorioina, joita voidaan tukea todisteilla ja jotka, ryhmittämällä tapahtumia tietyillä tavoilla, tuovat niihin eräänlaisen järjestyksen ja rakenteen" (ibid., p.137). Danto torjuu erottelut historian ja kronikan (Croce), 'merkitsevän' ja 'yksinkertaisen' kertomuksen (significant vs. plain, Walsh), selittämisen ja kuvaamisen välillä (ibid., p.119). Selittämistä ei voida käyttää erottelemaan *historiallisen* narratiivin tyyppisiä (ibid., p.130): historiallinen narratiivi kuvailee ja selittää samalla kertaa osoittamalla jonkin tapahtuvan olevan aiheena kertomuksen subjektin kokemaan muutokseen (ibid., pp.141, 236). Danto pyrkii osoittamaan, että narratiivi on "eräs selittämisen muoto" (ibid., p.233).

Historiallisen selityksen explanandum on aina *muutos*, ei vain pelkkä tapahtuma, joka sattuu. Explanandum muodoltaan

x on F hetkenä t_1 ja x on G hetkenä t_3

selitys on muotoa

- (1) x on F hetkenä t_1
- (2) H sattuu hetkenä t_2
- (3) x on G hetkenä t_3

¹⁰¹Vrt. William Drayn kritiikit, että "...historiankirjoissa esiintyvät selitykset harvoin mainitsevat lakeja" ja "on olemassa harvoja historiallisia tapahtumia, jotka voimme toivoa selittävämme erityistieteistä lainattujen teorioiden avulla, eikä ole olemassa sellaista asiaa kuin yleinen historian teoria" (Dray[1957], pp.25, 66).

missä (2) on explanans. Selityksellä on siten kertomuksen¹⁰² muoto siinä mielessä, että sillä on alku (1), keskikohta (2) ja loppu (3). (ibid., pp.233, 236). Selittävä keskitermi (2) valitaan jonkin, mahdollisesti lain muodossa ilmaistavissa olevan, yleisen käsitteen valossa (ibid., p.238).

Historiallisten ja kausaalisten selitysten välillä ei ole sisäistä eroa, ja kausaalisilla selityksillä on tarinan muoto (ibid., p.237). Vaatimuksen, että explanandum on muutos, voidaan katsoa olevan seurausta siitä, että selitykseltä odotetaan tapahtuman syytä tai syitä (ibid., p.245). Danto on kiinnostunut nimenomaan kausaalisista selityksistä; hän huomauttaa siitä, etteivät tyypilliset fysikaaliset selitukset viittaa syyn käsitteeseen (ibid., p.237). 'Narratiiviset lauseet' käyttävät termejä kuten 'ennakoida', 'panna alulle' ('Aristarkhos ennakoi 270eKr. Kopernikuksen 1543 esittämän teorian'). Nämä tekevät myöhemmästä tapahtumasta aiemman tapahtuman loogisesti välttämättömän ehdon. Vastaavalla tavalla aiempaa tapahtumaa E1 voidaan *kuvata* myöhemmän tapahtuman E2 *syynä*, jolloin E2:n sattuminen *loogisesti* välttämätön E1:n sattumiselle. (ibid., pp.156-7).

Yleisten lakien roolista Danto yritti kehittää dialektisesti position, joka ottaisi huomioon Hempelin, Drayn, Scrivenin y.m. kantoihin kuhunkin sisältyvän totuuden. Hän huomauttaa tavoitteiden erilaisuudesta näiden välillä: kun Hempel tähtää historian reformaatioon, kaksi viimeainittua pyrkivät omaksumaankuvailevan tai fenomenologisen asenteen historioitsijoiden käytäntöön (Danto[1965], p.216).

Ilmiöt sinänsä eivät ole selityksen kohteina, vaan ilmiö tietyllä tavalla kuvattuna. Danto esittää, että tapahtuma tulee mahdolliseksi 'kattaa' yleisellä lailla antamalla sille yleinen *kuvaus*. Partikulaarisesti kuvattu tapahtuma, joka ei ole selitettävissä, voi tulla mahdolliseksi selittää uudelleen kuvauksen jälkeen. Edellyttääkö selitys yleistä lakia riippuu siten explanandumin luonteesta. (ibid., pp.218, 220-1).

Saman yleisen kuvauksen (explanatum) alaisuuteen kuuluvien tapausten joukko on *avoin* ja *epähomogeeninen*. Yleiset lait tarjoavat siten mahdollisuuden luovaan soveltamiseen. Partikulaariset selitykset eivät loogisesti sisällä (entail) yleisiä lakeja, mutta voivat tehdä niin yhdessä sopivien uudelleen kuvauksen sääntöjen kanssa. (ibid., pp.225-7).¹⁰³

Mikä on epistemologian rooli tietehistorioissa esiintyvissä selityksissä? Joseph Agassi esitti, että tieteenhistoria olisi selitysten puolesta muita historian alueita oleellisesti vaikeammassa asemassa: siinä kun muilla historian aloilla sovellettavat lait ovat usein triviaaleja, tieteenhistoriat joutuvat selityksissään turvautumaan suuresti problemaattisiin epistemologisiin ja metodologisiin lakeihin. (Agassi[1962], pp.75, 77).

Millaisiin historiallisiin kysymyksiin epistemologisia selityksiä tarvitaan? Keskeinen ongelma Agassilla koski tapaa, jolla uudet tieteelliset *tosiasiat* keksitään, erityisesti teorian rooli keksimisessä ja esteenä tiellä keksintöön: Looginen suhde observaation ja teorian kesken voi olla joko se, että havainto on (a) loogisesti riippuva teoriasta tai johdettavissa tai odotettavissa tämän

¹⁰²Danto käyttää vaihtoehtoisesti sanoja 'kertomus' (narrative) ja 'tarina' (story). Hayden Whiten *Metahistoryn* terminologian mukaan tässä on kysymyksessä tarinan rakenne; kertomus edustaa seuraavaksi ylempää käsitteellistykseen tasoa. Tarinan muuntaa kertomukseksi juonitus (emplotment); kertomuksesta tulee romanssi, tragedia, komedia, tai satiiri. (Callinicos[1995], p.50).

¹⁰³Metahistoriallisten debattien relevanssista selittämisen käsitteen valaisussa vrt. H. Floris Cohenin ilmaisema pettymys F.R. Ankersmitin y.m. maanmiestensä töihin perehtymisen pohjalta. Cohen tarvitsi selittämisen käsitteen ekplikaatiota arvioidakseen Tieteellisen Vallankumouksen historiografiassa tapahtumalle annettuja selityksiä. Hän päätyi käyttämään osaksi induktiivista menettelyä, osaksi turvautumaan historioitsijoiden itsensä antamiin metahistoriallisiin selvennyksiin ja osaksi historianfilosofien analyysiin. (H.F. Cohen[1994], pp.239-40).

perusteella; tai sitten se on (b) teoriasta loogisesti riippumaton; tai se on (c) yhteensopimaton teorian kanssa tai vastoin sitä, mitä teorian perusteella odotetaan. (ibid. pp.63-4). Selonteko faktojen keksimisestä tulee riippumaan siitä, minkä näistä suhteista historioitsijan omaksuma filosofia teorian roolille sisältää.

Toinen ongelma koski tieteellisten ideoiden alkuperää: koska historioitsijan ilmeisin tehtävä on selittää, miksi jokin yksittäinen tapahtuma, erityisesti jonkin tietyn idean kehitys tapahtui, hän tarvitsee yleistä teoriaa siitä, miten ideat kehittyvät. Ja tässä tulevat epistemologiset teoriat mukaan kuvaan. Agassin mukaan monet historioitsijat näyttivät turvautuvan selitykseen, että ideat nousevat esiin kokeista ja havainnoista. Tämä johtui siitä, että yhtäältä epistemologiset lait ovat välttämättömiä tieteenhistoriallisissa selityksissä, ja toisaalta baconilainen epistemologia oli ainoa yleisesti tunnettu teoria ideoiden alkuperästä. (ibid. pp.77-8). Baconin teorian omaksuminen oli joskus ilmeisen tiedostamatonta: historioitsijan eksplisiittinen metodologinen kanta saattoi olla se, että tieteenfilosofiolla ei ollut mitään käyttöä historiassa, mutta samalla hän saattoi määritellä historian tehtäväksi tutkia tieteellisten ideoiden syntyä sellaisena kuin se tapahtui "tosiasiassa, niiden kokeiden ja havaintojen yksityiskohdin, joista nämä ideat nousivat esiin". (ibid. p.6).

Keksintöjen selittäminen edellyttää 'tilanteen logiikan', toimijoiden näkökulman omaksumista. Erityisen tärkeää on olemassaolevien teorioiden huomioonottaminen, sillä juuri nämä ovat usein esteenä uusien faktojen ja ideoiden keksimisen tiellä. Baconin teoria, joka lukee erehdykset taikauskon ja ennakkoluulojen syyksi, edistää taipumusta jälkiviisauteen ja ehkäisee havaitsemasta ymmärrettävän erehdyksen merkitystä tiedollisten kehitysten selityksenä. (ibid., pp.50, 53).

Edellä mainittiin (s.18) Larry Laudanin kirjassaan *Progress and its Problems* (1977) esittämästä kannasta, että tieteenhistoriallinen selittäminen käyttää rationaalisuuden normeja ainakin kolmessa tehtävässä: selitysten oikeuttamiseen niiden perusteina (*grounds*), selitysten keksimiseen sekä toimimaan selittävien argumenttien pmissinä.

Normatiivinen arviointi tulee kysymykseen siinä, voidaanko toimijan valinnoille esitetty järkisyy hyväksyä hänen käyttäytymisensä selityksenä. - Miksi Newton hylkäsi Descartesin pyörreteorian? - Koska hän arvioi sen olleen yhteensopimaton planeettojen asemia ja nopeuksia koskevien tietojen kanssa. Koska on rationaalista hylätä oletus kielteisten todisteiden perusteella, emme tunne tarvitsevamme enempää selitystä Newtonin valinnalle; sen sijaan esimerkiksi selitys, että N uskoo vedenpaisumukseen, koska Raamattu kertoo siitä, antaa heti aiheen lisäkysymykseen, miksi N uskoo Raamatun kertomuksiin. Normatiivinen arvio antaa siten selitystehtävän *päättymisen* kriteerin. (Laudan[1977], pp.166-7, 188-9).

Perustelevan funktion voinee lukea selittämisen pragmaattiikkaan kuuluvaksi: jotta selitys voisi olla *ymmärrettävä* tai *riittävä*, selittäjän ja selityksen vastaanottajan on jaettava joitakin yhteisiä rationaalisuuden periaatteita. Esimerkiksi John Passmore on painottanut historiallisen selittämisen olennaisesti pragmaattista luonnetta (ks. Passmore[1962], erit. p.119).

Pragmaattinen näkökohta on sopusoinnussa Laudanin kannan kanssa, koska tämä korostaa rationaalisuuden periaatteiden olevan historiallisesti muuttuvia (vrt. Laudan[1977], p.187).

Laudan näkee selittävän lähestymistavan omaksumisen olevan keino uudistaa ideoiden historiaa, joka perinteisesti on keskittynyt lähinnä tekstien tulkintaan (Laudan[1977], pp.178-9). Eräs mahdollinen uskomusten ja niiden muutosten *selitystapa ideoiden historiassa olisi rationaalinen selittäminen*. Laudan omaksuu esimerkin vuoksi Hempelin uudelleenmuotoilun Drayn esittämälle rationaalisen selityksen käsitteelle. Miksi A teki X:n? Drayn mukaan rationaalinen selitys on muotoa 'A oli tilanteessa C, ja tilanteessa C oikea ratkaisu on tehdä X.' Hempel huomauttaa, että tämä kertoo vain sen, mitä A:n olisi ollut rationaalista tehdä: sen selittämiseksi, että A teki X:n, on rationaalisuuden periaatteen (Drayn *principle of action*) 'X on tilanteessa C oikea ratkaisu' lisäksi oletettava, että A on rationaalinen agentti. (ks.

Hempel[1965], pp.470-1). Rationaalisuuden periaatteet ilmaisevat, mitä kunkin tyyppisessä tilanteessa on rationaalista tehdä. Mahdollisten tilanteiden tyyppien kuvaukset tulevat selittämisen kannalta olemaan ratkaisevia. Laudan katsoo, että intellektuaalinen historia kaipaa kipeästi rationaalisen uskomisen teoriaa, joka korvaisi perinteiset induktiiviset ja deduktiiviset mallit; tässä tulevat kuvaan teoriat kuten Lakatosin 'tieteellisten tutkimusohjelmien metodologia' tai Laudanin oma ongelmanratkaisun malli. (Laudan[1977], pp.184-7).

Maurice A. Finocchiaro arvostelee teoreettisten rationaalisuuden periaatteiden käyttämistä sillä perusteella, että ne edellyttävät explanandumin uudelleenkuvausta ja -tulkintaa kyseisen teorian termeissä, esimerkiksi 'anomalia', 'tutkimusohjelma' tai 'edistyvyys'. Finocchiaro huomauttaa, että joskin historialliset selitykset *voivat* sisältää teoreettisia periaatteita, niiden ei *tarvitse* sellaisia sisältää; historiallinen yleistys, koskien esimerkiksi sitä, mitä pidettiin järkevänä tarkasteltuna aikana, riittää kattavaksi laiksi. Sitä paitsi rationaaliset (s.o. toimijan järkisyihin vetoavat) selitykset ovat muodoltaan singulaarisia kausaalisia selityksiä, jollaisten voidaan osoittaa olevan metodologisesti riippumattomia kattavia lakeja käyttävistä selityksistä. (ks. Finocchiaro[1985], pp.437-9). Finocchiaron peruste näyttää olevan, etteivät teoreettiset selitykset pysty tavoittamaan toimijoiden järkisyitä, koska ne on muotoiltu heille vieraalla käsitteistöllä (Doppelt[1985], p.458). Finocchiaron argumentit liittyvät hänen yrityksiinsä osoittaa tieteenhistorian olevan riippumaton tieteenfilosofioista; sen sijaan tieteenfilosofiat, esimerkiksi Popperin tai Kuhnin, riippuvat historiasta, sillä historialliset selitykset toimivat niiden *lähteenä* ja *perusteluna*. (vrt. Finocchiaro[1973], pp.12-3, 167ff).

Tieteenfilosofit ovat usein pyrkineet näkemään historian tutkimuksen menetelmän analogisena luonnontieteen menetelmien kanssa. Tämä pitää paikkansa erityisesti loogisten empiristien ja kriittisten rationalistien suhteen, joiden kenties tunnetuin panos kriittiseen historianfilosofiaan on ollut kattavan lain mallin (kuten William Dray sitä nimitti) soveltaminen historialliseen selittämiseen. (ks. Hempel[1965], pp.231-43; Popper[1957], pp.144-5; Dray[1957], p.1).

T.S. Kuhn torjuu kattavan lain mallin historiallisessa selittämisessä (Kuhn[1977], p.5), ja pitää filosofisen position omaksumista yleisesti tuhoisana historiografian kannalta. (Kuhn[1980], p.182). Tästä huolimatta esimerkiksi hänen tapansa käsitellä *tieteen päämäärän* määrittelyä ja tieteen *edistystä* koskevia kysymyksiä vetoaa historian ja luonnontieteen väliseen analogiaan (ks. Kuhn[1983] ja s.21). Kuhn piti historiaa ensisijaisena filosofiaan ja sosiologiaan nähden. Hän ei ollut halukas soveltamaan filosofisia ideoitaan historiankirjoitukseen. (s.21). Tämä näyttäisi viittaavan 'induktivistiseen' *historiankirjoituksen* teoriaan (vrt. Lakatos[1978], p.120 n.3). Teoreettisen työn jyrkän erottamisen varsinaisesta historiasta voi ilmeisesti yhdistää sekä perinteiseen 'hermeneuttiseen' historiankäsitteeseen että comtelaiseen faktuaalisen ja filosofisen historian erotteluun (jälkimmäisestä ks. Collingwood[1946], p.128).

Naturalismia, pyrkimystä nähdä historia menetelmällisesti analogisena luonnontieteen kanssa, ilmentää myös eräs uudempi yritys asettaa historia ja filosofia systemaattiseen yhteyteen keskenään, nimittäin Larry Laudanin ja hänen työtoveriansa heidän v.1986 ilmestyneessä artikkelissaan omaksuma lähestymistapa. Tarkoituksenaan lähentää historiaa ja tieteen teorioita, he tarkastelivat näiden suhdetta teoreettisen ja kokeellisen tutkimuksen erottelun ja hypoteettis-deduktiivisen metodologian kehityksessä (ks. Laudan *et al.*[1986], pp.148, 150, sekä Thomas Nicklesin kommentaari Nickles[1986], pp.253, 257-8).

2.2. Tieteenhistorian konseptioita

2.2.1. Vanha ja uusi sisäinen historia

Induktivistinen historiankirjoitus

Joseph Agassi'n pioneerityö tieteen historiografian kritiikin alalta, *Towards an Historiography of Science*, erotti kaksi teoriaa, jotka ovat toimineet tieteen historiankirjoituksen epistemologisena taustana: induktivismiin ja konventionalismiin (jälkimmäisestä ks. s.77 eteenp.). Induktivismi, mikä merkitsee tavallisesti Francis Baconin nimeen yhdistettyä empirismin lajia, näkee tieteen olemuksena olevan tosien yleistysten formuloimisen luonnosta. Agassin mukaan melkein jokainen klassinen tai nykyaikainen tieteenhistoria kantaa Baconin tieteenfilosofian leimaa. Baconin filosofia jakaa ajattelijat kahteen kategoriaan, joista voidaan vaihtelevasti käyttää luonnehdintoja oikea tai väärä, tieteellinen tai taikauskoinen, ennakkoluuloton tai dogmaattinen, tosiseikkojen havainnoitsija tai spekulantti. Historiankirjoitukseen sovellettuna tämä kaksiarvoinen logiikka tuottaa mustavalkoisen valinta- ja arvosteluperusteen: tieteellistä ideaa tai oppia arvostellaan sen perusteella, onko se sopusoinnussa fysiikan nykyisen oppikirjan edustaman kannan kanssa. (Agassi[1962], "Introductory Note" ja pp.1-2).

Baconilainen teoria johtaa historioitsijan yritykseen kirjata puolueettomasti kaikki tosiasiat sellaisina kuin ne ovat. Induktivistiselle historialle on ominaista historian hahmottaminen erillisten keksintöjen sarjana (vrt. Whewellin tilastollinen perustelu epookeilleen). Induktivistinen kaava on: Vuonna x tiedemies y teki keksinnön z. Induktivistisen historioitsijan kysymykset noudattavat vastaavasti lähinnä kolmea paradigmaa: kronologiset ongelmat - milloin tietty keksintö tehtiin; prioriteettiongelmat - kuka teki sen ensimmäisenä; auktorikysymykset - mikä oli kenenkin osuus keksintöön (ibidem, pp.7-8).

Kuhn esittää hypoteesin, että kuvatunkaltainen induktivistinen historia palvelisi tiettyä tieteen sisäistä funktiota. Eräs fysiikan oppikirjojen harvoista historiallisista elementeistä on nimittäin yksittäisten luonnonilmiöiden keksimisen lukeminen tiettyjen henkilöiden ansioksi. Tätä tarkastelutapaa voidaan pitää osana sosialisatioprosessia, joka muovaa tulevan tiedemiehen käsityksen hänen tehtävästään. Sosialisatiion seurauksena keksinnöstä tulee yksilölle tärkeä päämäärä. Idea "yksikkökeksinnöstä" pyrkii ilmaisemaan myös ansion mittaa tieteen palkkiorakenteessa, mikä selittää tarmon, jota historioitsijat käyttävät ylempänä mainittujen kysymysten selvittämiseen - kysymysten, jotka tieteessä tapahtuva käsitteellinen muutos tekee lähes mahdottomiksi ratkaista. (Kuhn[1977], pp.165-6).

Agassin kenties tärkein analyttinen huomio koski induktivistisen historian riippuvuutta sosio-ekonomisista tekijöistä tieteen historian 'laajojen yleispiirteiden' selittämisessä. Jos tiede lähtee havainnoista ja faktoista, mikä selittää tutkimuksen keskittymisen juuri tietyille alueille? Induktivistit ei voi selittää faktojen valintaa ja intressin keskittymistä määrätulle kokemuksen alueelle teoreettisen spekulatiion suunnasta johtuvaksi. Induktivistin on selitettävä intressin keskittyminen aineellisilla tai sosiaalisilla syillä - erityisesti, koska hän pitää ulkoisia *älyllisiä* vaikutteita yleensä tieteelle haitallisina. Marxilainen teoria, joka selittää tieteellisten intressien olevan juurtuneita sosiaaliin, taloudellisiin ja teknologisiin olosuhteisiin, oli induktivistien tavallisin vastaus laajojen piirteiden selittämisen ongelmaan. (Agassi[1962], pp.23, 26).

Induktivisimin esimerkki osoittaa, että epistemologian ja historiografisen menetelmän välillä voi olla olennainen yhteys. Vastaavanlainen yhteys voidaan katsoa olevan sellaisen historiankirjoituksen, joka pyrkii rekonstruoimaan tieteelliset ajatusjärjestelmät omaehtoisina kokonaisuuksina, sekä ajattelun tai älyllisten perinteiden kokonaisvaltaisuutta, kerroksellisuutta

ja epäjatkuvuuksia korostavan epistemologian välillä. Erityisesti Kuhnin kirjan *The Structure of Scientific Revolutions* voidaan katsoa ilmaisseen Koyrén ja tämän edeltäjien luoman historiankirjoituksen tyyppin olettamuksia (vrt. s.19).

Agassi kehitti myös kriittisen rationalismin historiografiset implikaatiot (Lakatos[1978b], p.203). Hänen yleinen ajatuksensa oli se, että metodologiset ja epistemologiset periaatteet toimivat kattavan lain mallin mukaisten selittävien argumenttien premisseinä; *explananda*, joihin metodologista teoriaa sovelletaan, voi käsittää esimerkiksi tavan, jolla faktat keksitään, sekä teoreettisten innovaatioiden rationaalisen kaavion (vrt. s.32).

Tieteen historian laajat yleispiirteet - älylliset ilmastot ja trendit, tutkimuksen keskittyminen tietyille ongelma-alueille kuten tähtitieteeseen 1600-luvulla, kilpailevien tieteellisten koulukuntien esiintyminen - nämä kaikki induktivismi joutuu selittämään tieteen ulkoisilla tekijöillä, koska se olettaa tieteen lähtevän havainnoista eikä ongelmista. Kriittinen rationalismi taas hahmottaa tieteen historian sen keskeisten ongelmien historiana ja niiden koulukuntien historiana, jotka ovat yrittäneet vastata näihin ongelmiin. Koulukuntien esiintyminen, mikä sekä induktivismiin että konventionalismin kannalta on epärationaalinen piirre tieteen historiassa, tulee ymmärrettäväksi sen perusteella, että tutkimus lähtee teorioista ja että teoriat ovat alttiita niiden todenperäisyyden kohdistuvalle arvostelulle. (vrt. Agassi[1962], p.23-7).

Uusi sisäinen historia

Varhaisemmat tieteenhistoriat olivat enimmäkseen tiedemiesten ja filosofien työtä. Tiedemiesten laatimien historioiden tarkoitukset olivat pääasiassa ammatillisia ja pedagogisia: nykyisten käsitteiden ja menetelmien valaiseminen esittämällä niiden kehitys, kiinnostuksen herättäminen opiskelijoissa, tradition perustaminen. Lähtökohtana oli tieteen nykyinen sisältö, ja historioitsijan pyrkimys oli selittää, miten se oli kehittynyt nykyiseen tilaansa. Lait, teoriat ja havainnot, joita nykyinen tiede piti erheellisinä sivuutettiin, paitsi jos niillä oli arvoa varoittavina metodologisina esimerkkeinä tai jos ne selittivät jonkin hedelmättömän periodin esiintymisen. (Kuhn[1977], pp.105-7).

Uusi sisäinen tieteenhistoria eroaa vanhemmasta lajista disiplinaarisen kontekstinsa, päämääriensä, selektioprinssiippinsa ja kuvailevien kategorioidensa puolesta, samoin näkemyksessään tieteellisen edistyksen luonteesta:

Ammattimaisten historioitsijoiden harjoittamana uusi sisäinen historia pyrkii ulottamaan humanistisen pätevyuden lähteiden tulkinnessa tieteen sisällön tutkimukseen. Tämä merkitsee lähteiden hermeneuttista lukemista, lukutapaa, joka yrittää johtaa merkitykset lähteistä itsestään sen sijaan, että heijastaisi niihin nykytieteen käsitteet, ongelmat ja standardit. Pyrkimyksenä on välttää presentistinen tai 'etnosentrinen' kallistus, ja tavoittaa mennyt tiede sen eheydessään. Uusi lähestymistapa hylkää vanhemman induktivistisen historian valintaperiaatteenaan soveltaman oppikirjakriteerin, samoin kuin sen taipumuksen kuvata muinaisen tieteen sisältöä nykytieteen käsittein. (Hoyningen-Huene[1992], pp.488-9).

Uusi ja vanhempi sisäinen historia eroavat siis sekä epistemologisten oletustensa että institutionaalisen kehyksensä puolesta. Institutionaalisen taustan merkitys on olennainen jos, kuten Kuhn väittää, induktivistinen historia on funktionaalinen tieteen itsensä kannalta: on ilmeistä, että se näin ollen voitaisiin korvata vain jollakin funktionaalisesti ekvivalentilla historian lajilla (vrt. s.55 sekä Whewell lukijoiden odotuksista, s.48).

Koyré ja Duhem

Duhemin ja Koyrén (esimerkiksi) historiografioiden ero johtuu sekä lähestymistavoista että epistemologisten kantojen eroavaisuudesta. Duhemin lähestymistapana on paljolti 'sisäinen'

historia fysikaalisten probleemien välittömän ja itsenäisen käsitteellistämisen merkityksessä¹⁰⁴; Koyré tarkastelee tiedettä ajattelun historian osana. Tieteenfilosofiassa heille on yhteistä ainakin *teoreettisen* komponentin painottaminen, joskin eri pohjalta. Epistemologisten kantojen eroa voidaan suureksi osaksi, mutta ei täysin, tarkastella positivismin sekä fenomenologian, ranskalaisen filosofian (Henri Bergson, Emile Boutroux) ja uskantilaisuuden (Emile Meyerson) vastakohtaan valossa.

Duhemin tieteenfilosofia, joka korostaa fysiikan teoreettista puolta, ja hänen historiografiansa, joka on olennaisesti intellektuaalista historiaa, ovat tietyllä tavalla korrelatiivisia. Hänen näkemyksessään teoreettisten ideoiden kehityksen pitkät linjat liittyvät tieteellisen tiedon olennaisesti historialliseen yhteyteensä. Duhem tunnustaa periaatteessa sellaisen pragmatismen oikeuden, joka pyrkii kokoamaan empiiriset lait epäkoherentin ideoiden joukon avulla. Hän on itse kuitenkin rationalisti, jonka ihanteena teoreettisen tieteen piirissä on deduktiivisesti järjestetty yhtenäisteoria (vrt. Toulmin[1972], pp.248-9). Duhemin käsitys tieteestä on rationalistinen teoreettisten ideoiden korostuksessaan: Nämä ovat pitkän kehityksen tulosta ja etäällä kokemuksesta. Fysiikan teorian yhteyttä empiriaan ei ole mahdollista demonstroida kokeellisesti pedagogisessa yhteydessä, fysiikan historia on välttämätön fysiikan ymmärtämiselle. (Duhem[1914], pp.337, 402, 410). Duhemin tieteenfilosofiaa luonnehtivat toisistaan riippuvat rationalismi ja 'historismi'.

Positivismin virhe on Koyré'n kannalta siinä, että se jättää huomiotta 'metafyysisten' oletusten roolin tieteellisessä ajattelussa, ja siten itse asiassa kieltää ajattelun ykseyden, erityisesti uskonnollisen ja tieteellisen ajattelun väliset yhteydet, jotka ovat Koyré'n historiankirjoituksen *Leitmotiv* (Jorland[1981], p.89). Koyré myös huomauttaa tieteen ja uskonnon myöhemmän erillisyyden johtuvan juuri metafysiikan kuihtumisesta; metafysiikka toimi aiemmin tässä suhteessa välittäjän roolissa. Koyré'n tieteenhistorian konseptio selittyy oletuksesta että 'metafyysiset hypoteesit' tai 'intellektuaalinen kehys' liittyvät, tai ainakin liittyvät, tieteen kulttuuriin. Duhemin väitetty (vrt. Agassi[1981], p.295) yritys neutraloida tiede, tehdä se uskonnolliselta kannalta merkityksettömäksi ja samalla taata sen riippumattomuus, perustuu samalle premissille: teorian ekonomiakonseptio katkaisee suoran yhteyden kosmologiaan, metafysiikkaan ja teologiaan. Fysiikan autonomian oletus - tai ongelma - ei Duhemilla ole puhtaasti historiallinen kysymys, sillä representaation tehokkuuden asettaminen teorian päämääräksi sivuuttaa muut ja laajemmat kognitiiviset tavoitteet, joita historiallisilla toimijoilla on voinut olla. Normatiivinen epistemologinen periaate toimii täten tieteen ja sen sisäisen intellektuaalisen historian olennaisena määrittelevänä tekijänä.

2.2.2.Sisäinen ja ulkoinen historia

Ylempänä huomautettiin, että 'sisäinen' ja 'ulkoinen' lähestymistapa voidaan nähdä selektiivisinä perspektiiveinä tieteenhistoriaan. Kysymys siitä, miten tieteenfilosofiat voivat toimia mainitun distinktion tekemisessä on tämän kappaleen aiheena.

Annetun tieteen sisäinen historia voidaan määritellä tätä tiedettä käsittelevänä historiana, kun taas ulkoinen historia käsittelee tapoja, joilla tuo tiede vuorovaikuttaa muiden tieteiden ja yleisen kulttuuriympäristönsä kanssa (Agassi[1981], p.55).

¹⁰⁴Mainitussa mielessä ymmärretty sisäinen historia on melko avara käsite. On vaikea lukea Duhemin *Les Origines de la Statique* ja *Études sur Léonard de Vinci* näkemättä niitä suurisuuntaisena yrityksenä löytää riippumaton alkuperä fysiikalle luonnonilmiöihin ja teknisiin välineisiin liittyneiden ongelmien suorassa käsitteellistämisessä. Tällainen kertomus ei sulje pois esim. tekniikan ulottuvuutta.

Kun asia ilmaistaan näin, herää luonnollisesti kysymys siitä, miten kukin tiede voidaan erottaa toisista tieteistä ja yleisestä ympäristöstään. Esimerkiksi fysiikasta puhuen historioitsijat pitävät erityisen tärkeinä sen suhdetta matematiikkaan, teknologiaan ja luonnofilosofiaan.

Kuten m.m. tutkielman pääosasta käy ilmi, *filosofisen* ajattelun voidaan nähdä vaikuttaneen sekä tieteen sisältöön että menetelmiin: Teorian 'ontologisen syvärakenteen' analyysi oli keskeinen Koyrén tulkinnaalle 1600-luvun fysiikasta. Vastaavasti jotkin myöhemmät filosofiat katsovat ontologian tai metafysiikan muodostavan fysiikan kognitiivisen rakenteen olennaisen osan (Kuhn[1970], p.184; Lakatos[1978], p.47).

Metodologista ajattelua ovat perinteisesti pitäneet tieteen kehitykselle ratkaisevana monet niistäkin kirjoittajista, jotka ovat olleet taipuvaisia pitämään ulkoisia intellektuaalisia vaikutuksia tieteelle pelkästään haitallisina (m.m. Laplace; ks. Agassi[1962], pp.12-4). Metodologian merkitys korostuu myös sellaisissa empiristisissä tulkinnoissa kuin Crombie[1953]. Hiukan erilaista linjaa edustavat William Wallacen yritykset yhdistää Galilei samanaikaiseen aristotelismin uudistukseen (vrt. Wallace[1990], pp.241-2 ja H.F. Cohen[1994], pp.283-5).

Käsitykset Baconin merkityksestä toimivat hyvänä esimerkkinä tieteenhistorian ja tieteen filosofian historian (episteemiset käytännöt / epistemologia) välisestä rajanvedosta. Ongelman historiassa voidaan erottaa kolme vaihetta: 1. Varhaiset historioitsijat, joiden mukaan Baconin metodologia oli mitä keskeisin (vrt. H.F. Cohen[1994], p.152); esimerkiksi Whewellin mukaan Bacon, vaikka ei ollutkaan aristotelismin kritiikin ja uuden tietokäsitteen alkuunpanija, "käänsi kapinan vallankumoukseksi"¹⁰⁵. 2. Myöhemmät, erityisesti matemaattisia tieteitä korostaneet historioitsijat kuten Koyré (ja jo varhemmin Duhem), joiden mukaan Bacon oli merkityksetön; 3. Kuhnin tekemä erottelu matemaattisten ja kokeellisten traditioiden välillä näki baconilaisen liikkeen vaikutuksen uusien empiiristen tutkimusalojen (magnetismi, sähkö, kemia y.m.) muodostumisessa.¹⁰⁶

Modernin fysiikan historiassa matematiikalla on erityisasema. Nämä alat ovat olleet läheisessä yhteydessä toisiinsa, ja molempien formatiivisena kautena 1600-luvulla kummankin voidaan katsoa auttaneen toisensa tekemisessä ymmärrettäväksi (Mahoney[1990], p.462). Newtonilaisen mekaniikan pitkä historia oli paljolti omistettu mekaniikan ongelmien ratkaisussa tarvittavien hienostuneiden matemaattisten tekniikoiden kehittämiselle. Matematiikan ja fysiikan välisen rajan vetämistä vaikeuttaa se tosiasia, että tieteenalarakenne voi olla erityinen kullekin epookille, ja riippuu m.m. sellaisista tekijöistä kuin sovellettujen matemaattisten tekniikkojen uutuus tai vastaavan empiirisen alueen kehitysaste (Kuhn[1977], pp.37, 61-2).

Kenties suurin ero internalistisen ja eksternalistisen perspektiivin välillä koskee teknologian roolia tieteen kehityksessä. Vaikutuksen muodot, joita teknologiasta voidaan katsoa virtaavan tieteeseen, käsittävät ennen muuta ylykkeitä tutkia tiettyjä ongelmia, mutta tieteet väitetysti ovat teknologialle velkaa myös käsitteitä, periaatteita ja esitystekniikkoja. Esimerkiksi tykistön, ajanmittauksen ja veden pumppauksen ongelmat tekivät mekaniikan ja pneumatiikan tutkimuksen tärkeäksi ja palkitsevaksi noiden tieteiden nousun kaudella 1600-luvulla. Väitetään

¹⁰⁵ *History of the Inductive Sciences*, vol.2, pp.40-1. Jo Kant esitti näkemyksen, että uuden tieteen konstitutiivinen piirre oli aktiivisen kokeilun käyttö vastakohtana aiemman tieteen rajoittumiselle passiiviseen havainnointiin (*Kritik der reinen Vernunft*, esipuhe 2. painokseen).

¹⁰⁶ "Theoretical versus Experimental Traditions", Kuhn[1977]; Koyré, "A l'aube de la science classique".

myös, että 'taidot ja ammatit' tarjosivat tieteille kokeellisia taitoja ja välineitä.¹⁰⁷ Alistair Crombien mukaan se mikä teki Myöhäiskeskiajan kristilliset filosofit kykeneviksi muuntamaan kreikkalaisten geometrisen menetelmän moderniksi kokeelliseksi menetelmäksi oli taitojen ja ammattien käytännöllisen empirismin yhdistäminen rationaalisen selityksen etsintään. (Crombie[1953], pp.1-2; Koyré[1966], p.62).

Tiedemiehet voivat lainata teknologiasta myös käsitteitä. Niinpä väitetään että Galilei lainasi ratkaisevan kiihtyvyyden käsitteen ammattimiehiltä; samoin eräiden termodynamiikan käsitteiden ja diagrammojen voidaan nähdä heijastavan alkuperäänsä höyrykoneiden ja vesiputousten hyödyntämisessä. Eräässä ääripäässä, jonka marxilainen historiankirjoitus joskus saavuttaa, fysikaaliset tieteet voidaan katsoa teknologian erikoistumiksi (vrt. 'Hessenin teesi', H.F. Cohen[1994], pp.328-31). Toiset historioitsijat katsovat, että teknologinen teesi kaipaa melkoisia varauksia. Näin esimerkiksi Koyré, joka kysyy, eikö puhtaan ja sovelletun tieteen väitetty läheinen suhde, samoin kuin tieteen merkitys sosiaalisena tekijänä, ole nykyisempien olojen heijastamista menneisyyteen (Koyré[1966], p.395). Kuhn huomauttaa tiedeperäisen teknologian olevan aivan nuorta, ja sen todella päässeen alkuun vasta 1800-luvun jälkipuoliskolla, kemiallisten väriaineiden valmistuksen ja sähköteollisuuden kehittymisen myötä (Kuhn[1977], p.145).

Erottelu sisäiseen ja ulkoiseen historiaan voidaan tehdä monin tavoin. Agassin ylempänä mainitulla erottelulla on se ansio, että se käsittelee kohteena olevaa tiedettä kokonaisuutena sen sijaan, että ottaisi siitä erilleen vain joitakin puolia, rajoittaen sisäisen historian näissä tapahtuviin muutoksiin. Selektiivisenä perspektiivinä se voi kuitenkin olla liian monipuolinen, kuten joidenkin uudempien kirjoittajien esittämä jako kokeelliseen ja teoreettiseen fysiikkaan, ja siihen liittyvä kokeellisen puolen autonomian korostus osoittavat (vrt. s.17); vastaavanlaisen erottelun teki käytännössä Koyré, joka *modernin* fysiikan osalta kuitenkin painotti teoreettisen puolen ensisijaisuutta.

Vahvasti asymmetrisen distinktion tuottavat ne käsitykset, jotka samaistavat sisäisen historian 'sisäiseen logikkaan'. Tässä tapauksessa historioitsija pitää annettuna, että jokainen vakiintunut tiede asettaa tutkijalleen tiettyjä keskeisiä kysymyksiä, joihin tutkijan oletetaan esittävän vastauksia ja tutkivan näiden pätevyyttä. Sisäinen logiikka, joka voidaan samaistaa rationaalisuuteen, johtuu tämän tilanteen asettamista vaatimuksista. Rationaalisuuden teoria, erityisesti metodologia, pyrkisi siis eksplikoimaan toiminnan implisiittisiä normeja.¹⁰⁸ (Agassi[1981], pp.61, 63).

Mary Hessen mukaan sisäinen historia pyrkii

tarkastelemaan tieteenhistoriaa luontoon kohdistuvan rationaalisen ajattelun historiana, joka kehittyy oman sisäisen logiikkansa mukaisesti, ja jonka ymmärtäminen vaatii historioitsijaa vain 'ajattelemaan uudelleen tiedemiehen ajatukset',

Ulkoinen historia taas on

näkemyksistä pelkistymättömän sosiaalisena ja kulttuurisena ilmiönä, joka on rationaalisten ja irratiionaalisten vaikutusten alainen, magian siinä kuin matematiikan, uskonnollisen lahkolaisuuden siinä kuin logiikan, politiikan ja talouden siinä kuin filosofian, ja joka itse on suuri kausatiivinen vaikuttaja yleiseen historian näytelmään ja tästä erottamaton.¹⁰⁹

¹⁰⁷Kuhn[1977], p.118; vrt. Koyré'n käsitys "Du monde de l'à-peu-près à l'univers de la précision", Koyré[1961], pp.341-62, erit. p.352.

¹⁰⁸"Internal logic is criteria [of rationality] in action".

¹⁰⁹"Hermeticism and Historiography"; lainaus Suppe[1974], p.653.

Toinen usein tehty erottelu on intellektuaaliseen ja sosiaaliseen historiaan. Intellektuaalinen historia, josta Koyré'n työtä pidetään eksemplarisena, ei ole sisäistä kummassakaan juuri mainitussa merkityksistä, koska se korostaa ulkoisten intellektuaalisten vaikutteiden, erityisesti filosofiasta tulevien, merkitystä tieteellisen ajattelun ymmärtämisessä. Toisaalta Koyré pyrki vähättelemään ei-älyllisten vaikutteiden merkitystä tieteen kehityksissä; tämän vastapainona hänellä tosin esiintyy tiettyjä viitteitä yrityksestä yhdentää tekniikka intellektuaaliseen historiaan (Finocchiaro[1973], p.127; Kuhn[1977], p.109; Koyré[1961], p.345).

Suuri osa perinteistä tieteenhistoriaa, jota usein kirjoittivat tiedemiehet ja jonka Agassi[1962] nimitti 'induktivistiseksi', oli paljolti intellektuaalista ja - lukuunottamatta satunnaista tunnustusta Baconille - sisäistä, keskittyen kuvatus tieteentieteen tekniseen kehitykseen.

Tämä tuo kolmanteen distinktion, joka liittyy läheisesti kahteen edelliseen: Historiallinen kertomus voi kokea kattaa samanaikaisesti kaikki luonnontieteen alat, tai se voi käsitellä niitä yhtä kerrallaan. Puheenaolevien distinktioiden välillä on tiettyjä korrelaatioita: ne, jotka kirjoittavat erillisten erityisalojen historioita, pyrkivät keskittymään tuon alan tekniseen sisältöön, teoreettiseen tai kokeelliseen. Vastaavasti tiedettä yhtenä pitävät historioitsijat keskittyvät sen älylliseen, institutionaaliseen ja ideologiseen kehukseen; katetun alueen laajuus ja koherenssin puute tekevät mahdottomaksi teknisen sisällön yksityiskohtaisen käsittelyn. Yhden tieteenalan tutkijat ovat useimmiten internalisteja, kun taas eksternalistit yleensä pyrkivät käsittelemään tieteitä yhtenä. Tässä erottelussa Koyré muodostaisi eräänlaisen poikkeuksen, kuuluu lähinnä yhden tieteenalan tai läheisesti toisiinsa liittyvien tieteenalojen tutkijoihin samalla, kun hän panee painoa ulkoisille intellektuaalisille vaikutteille. (Kuhn[1977], pp.32-3).

Kuhn tekee sisäinen/ulkoinen -erottelun olennaisesti intellektuaalinen/sosiaalinen -rajaa myöten. Hän erottaa kolme olemassaolevaa ulkoisen historian lajia: Ensiksikin voidaan tutkia instituutioita, koulutusta sekä tieteellisten ammattien muodostumista. Toiseksi tutkimus voidaan rajoittaa koskemaan tiettyä maantieteellistä aluetta, joka on liian pieni, jotta keskittyminen johonkin erityisalaan olisi mahdollinen, mutta tarpeeksi homogeeninen tuodakseen tuodakseen esiin tieteen sosiaalisen roolin ja kehyyksen; tämä tyyppi itse asiassa yhdistää intellektuaalisen ja sosiaalisen näkökulman. Kolmanneksi on olemassa Mertonin klassisen (ks. Merton[1938]) tutkimuksen ilmentämä historiallisen sosiologian laji. Nykyisten ammattihistorioitsijoiden keskuudessa nämä lähestymistavat ovat velkaa yleisestä historiasta, saksalaisesta sosiologiasta ja marxilaisesta historiankirjoituksista peräisin oleville vaikutteille. (Kuhn[1977], pp.109-14).

2.3.Periodisaation ongelma

Tiede on ollut tekniikan ohella kenties tärkein edistyksen paradigma.¹¹⁰ 'Edistyksen' käsite tuli keskeiseksi näkökulmaksi uudenaikaisen tieteen historian tarkastelussa jo 1600-luvulla.

Tieteen antaman esimerkin voidaan katsoa toimineen sekä vaikuttavana että formaalina syynä edistyksen käsitteen historiallisessa muotoutumisessa: tieteessä tapahtunut edistys kiinnitti huomion yleisemmän edistyksen mahdollisuuteen, ja tieteellisen edistyksen mekanismista esitetyt tulkinnat tarjosivat mallin edistyksen yleiselle käsitteelle. Edistyksen oleellisena tekijöinä voidaan nähdä muuttunut asenne luonnon tutkimukseen sekä uusi tietokäsitys, jotka voittivat alaa Myöhäiskeskialta lähtien.

2.3.1.Tieteenhistorian periodisaation historiaa

David C. Lindbergin mukaan tieteenhistorian periodisaation suurista linjoista on Uudella ajalla vallinnut sangen laaja yksimielisyys: Tieteiden edistymistä on yleisesti hahmotettu Renessanssin

¹¹⁰Alexandre Koyré, *Etudes galiléennes*, p.11.

humanistien kehittämän kulttuurihistorian kolmijaon - Antiikki, Keskiaika ja Moderni kausi - puitteissa. Tämän mukaan Antiikin loiston kautta seurasi Rooman häviöstä lähtien keskiajan tuhatvuotinen pimeys, joka vihdoinkin voittettiin humanistien valloittaessa takaisin muinaisen oppineisuuden.

Humanismi merkitsi monessa suhteessa paluuta Antiikkiin. Tavoitteina olivat klassisismi taiteessa ja kirjallisuudessa, koulutuksen uudistaminen sekä uskonnon puhdistaminen palaamalla alkulähteille; viimeksimainittua näkökohtaa korostivat erityisesti protestanttisen humanismin edustajat. 1400-luvun loppuun mennessä uudestisyntymisen käsite laajennettiin koskemaan myös Platonin filosofiaa vaihtoehtona skolastiselle aristotelismille; 1500-luvun loppuun mennessä teknologiset edistysaskeleet alettiin nähdä osana samaa ilmiötä.

Ymmärrys, että filosofinen uudistuminen oli käynnissä, tuli tavalliseksi 1500-luvulla. Tätä tietoisuutta ilmensivät Aristoteleen kritisointi ja vetoomukset Platonin arvostuksen palauttamiseksi. Syntyi käsitys, että samanaikaiset keksinnöt ja saavutukset oppineisuuden alalla vähintäänkin vetivät vertoja Antiikin aikaisille; alettiin myös kiistää teoria, joka näki historiassa jatkuvaa rappeutumista. Jean Bodin (1530-1596), joka hyökkäsi rappioteoriaa vastaan, arveli että "siinä kun valtakunnat vanhenevat, historia pysyy ikuisesti nuorena"; hänen mukaansa "Kukaan joka katsoo asiaa tarkasti, ei voi epäillä, ettei oman aikamme keksintöjä tulisi pitää vanhempina aikoina tehtyjen vertaisina; monet niistä tulisi asettaa näiden edelle." (Lindberg[1990], pp.2-3, 10).

Historioitsijien keskuudessa näyttää vallitsevan jonkin verran erimielisyyttä siitä, millaiseksi 1600-luvun ajattelijat hahmottivat oman aikansa tieteen ja oppineisuuden suhteen niiden antiikkisiin ja keskiaikaisiin edeltäjiin.

1930-luvulla J.B. Bury ja R.F. Jones puolustivat teesiä, jonka mukaan 1600-luku osoitti tietä uudelle asenteelle menneisyyttä kohtaan. Kun humanistit näkivät itsensä muinaisen filosofian henkiinpalauttajina, 1600-luvun ajattelijat, joita elähdytti ajatus rajattomasta edistyksestä, päätyivät käsitykseen, että se mitä vaadittiin oli Antiikin torjuminen sekä tieteellisen ja filosofisen toiminnan radikaali uudelleensuuntaus. "Uuden filosofian" luojat olisivat nähneet siinä vanhan käsityksen palauttamisen sijasta täysin uuden konseptin todellisuudesta ja filosofian tehtävästä, konseptin joka oli vailla historiallisia ennakkotapauksia. (Lindberg[1990], p.3).

Lindberg katsoo, että p.o. teesin perustelu nojaa lähteiden valikoivaan siteeraamiseen. Kokonaisuutena ottaen 1600-luvun asenne Antiikkia kohtaan on kompleksimpi, hienosyisempi ja myönteisempi. Tämä pätee jopa Baconiin joka, samalla kun piti skolastiikkaa ehdottoman hyödyttömänä, antoi arvoa Antiikin saavutuksille ja joskus jopa Platonille ja Aristoteleelle. (ibidem, p.4).

2.3.2.Edistys ja modernisuus

Hans Blumenbergin teoksessaan *Die Legitimität der Neuzeit* esittämä analyysi, joka osoittaa, miten tiedollisen asenteen muutos Myöhäiskeskialjalta lähtien on ollut vaikuttamassa 'edistyksen' ja 'modernisuuden' käsitteiden muodostumiseen, liittyy osaltaan tieteenhistoriaa yleiseen historiaan ja -historianfilosofiaan.

Die Legitimität der Neuzeit käsittelee epokaalista muutosta Keski-ajasta Uuteen Aikaan. Blumenbergin esitys liittyy läheisesti (luonnon)tieteen historiaan, sillä se jäljittää uudenaikaisen tietokäsityksen muodostumista myös astronomien, fyysikkojen ja kosmologien eikä vain filosofien ajattelussa. Hän näkee tieteen ja tiedonfilosofian aloilla tapahtuneet muutokset olennaisiksi tekijöiksi modernisuuden ja sen käsitteen synnyssä: 1300-luvulta lähtien eurooppalaisen sivistyksen piirissä muodostui uudenlainen teoreettinen asennoituminen, joka ilmensi ihmisen eksistentiaalisen ja spirituaalisen aseman tietynlaisesta hahmotuksesta nousevaa

inhimillistä 'itsetehostusta'. Tieto kontemplaationa sekä teleologinen, antroposentrinen varmuus maailman ymmärrettävyydestä korvautuivat hypoteesiin nojaavan metodisen tutkimuksen konseptiolla. Teoreettisen tiedon käsitteestä irtosi kontemplaatioon liittynyt esteettinen konnotaatio, ja sen ytimeksi tuli astronomian traditionaalinen määritelmä 'taitona'. Tämä tapahtui väitetysti reaktionä voluntaristisen teologian hahmottamaan tilanteeseen, jossa ihmisellä ei nähty olevan tiedollista pääsyä luomisen suunnitelmaan. Kontemplaatio, totuuden omistamisen nautinto, kävi mahdottomaksi myös tiedon määrän kasvamisen johdosta; tutkimuksesta tuli olennaisesti ylipersonallinen yritys, mistä seurasi, että yksilö ei enää voinut olla tieteellisen tiedon varsinainen subjekti.

J.B. Bury'n mukaan edistyksen käsitteen ensimmäiset selkeät muotoilut ovat peräisin 1600-luvun lopulta, jolloin Fontenelle, Perrault ja muut puolustivat tunnetussa kiistassa (*querelle des anciens et des modernes*) väitettä, että tieteellinen ja tekninen edistys sitten Renessanssin merkitsi paitsi Keskiajan myös klassisen Antiikin ylittävää saavutusta. (Callinicos[1995], p.147; kirjoittajan mukaan tuolloin alkoi hamottua myös käsitys että modernisuus muodostaa huomattavimman esimerkin edistyksestä.).

Reinhart Koselleck on osoittanut, että modernisuuden käsite puolestaan muotoutui 1700-luvun lopussa: sen mahdollisuus edellytti, että hylättiin se Keskiajalta ja Renessanssista periytyvä historiakäsitys, jonka mukaan mitään laadullisesti uutta ei voi tapahtua (vrt. lainaus Bodinilta ylempänä), ja tunnustettiin, ettei tulevaisuutta koskevia odotuksia ole mahdollista johtaa aiemmasta kokemuksesta. Koselleckin mukaan "'edistys' on ensimmäinen aidosti historiallinen käsite, joka redusoi kokemuksen ja odotuksen ajallisen etäisyyden yhteen käsitteeseen". (Callinicos[1995], p.148).

Karl Löwithin tunnetun teesin mukaan edistyksen käsite ei ole millään tavoin alkuperäinen, vaan kysymyksessä on sekularisoitu versio kristillisestä eskatologiasta; modernit historianfilosofit ovat vain ajaneet yhteen kaksi kertomusta, jotka P. Augustinus piti erillään: maallinen historia, joka kertoo ihmisen synnillisestä rikkauden ja vallan tavoittelusta, sekä pyhä historia luomisesta ja lankeemuksesta, lihaksitulosta ja lunastuksesta.¹¹¹

Sekularisaatioteesiä on Hans Blumenberg kritisoinut teoksessaan *Die Legitimität der Neuzeit*. Hän m.m. huomauttaa siitä "ilmeisestä erosta", että

eskatologia puhuu tapahtumasta, joka tunkeutuu historiaan, tapahtumasta, joka ylittää historian ja on heterogeeninen sen kanssa, kun taas edistyksen ajatus ekstrapoloi kaikkina ajankohtina läsnä olevasta rakenteesta tulevaisuuteen, joka on historian sisäinen.

Blumenberg katsoo, että edistyksen idea syntyi korkeimman tason empiirisenä yleistyksenä pitkän aikavälin käsittävistä kokemuksista. Eräs tällainen kokemus koski metodisesti säänneltyä teoriaa, joka kehittyi yhtenäisenä ja koherenttina yksikkönä monien yksilöiden ja useiden sukupolvien toimesta. (Blumenberg[1976], pp.30-1).

Vastoin tulkintoja, että Descartesin *cogito* merkitsi teologisen esikuvan mukaista absoluuttista perustamisaktia, jossa eskatologia muuttuu utopiaksi ja historian suunnittelu tulee yhtä tärkeäksi kuin luonnon hallinta, Blumenberg väittää, että ajateltu tulevaisuuden hallintaanotto lähtee metodin ideasta. Tämä ei merkitse suunnittelua eikä pelastussuunnitelman muunnosta, vaan pikemmin subjektin dispositiota osallistua prosessiin, joka tuottaa tietoa transsubjektiivisellä tavalla. (ibid. p.32-3).

¹¹¹Callinicos[1995], p.147; Blumenberg[1976], p.27ff. Ernst Cassirer yhdistää Condorcet'n *Esquissen* ilmentämän historiakäsityksen sekulaarisessa muodossa säilyneeseen teologiseen konseptioon (Cassirer[1950], p.275).

Toinen Uuden ajan alkuun liittyvä formatiivinen kokemus koski taiteen ja kirjallisuuden aseman hahmotusta suhteessa niiden antiikkisiin edeltäjiin. Ylempänä mainittua kiistaa, *querelle des anciens et des modernes*, voi pitää esteettisenä analogiana teorian vapautumiselle aristotelismin auktoriteetista. Kuten metodisen ja transsubjektiivisen tieteen ideaan sisältyvä edistys, myöskin se edistys, joka nähdään tapahtuvaksi kirjallisuuden ja taiteen alalla, on luonteeltaan osittaista: se merkitsee lähinnä vastalauseita Antiikin taiteen asemalle esteettisenä ideaalina. Sekularisaatioteesia vastaan puhuu tässä yhteydessä se tosiasia, että *querellen* molemmat osapuolet kannattivat syklistä historiankäsitystä: kiertotie pakanallisen teorian kautta olisi vaikea selittää, jos edistysajatukselle perustuva historiankäsitys olisi kehittynyt kristillisestä maailmannäkemyksestä.

Taiteen esikuvalla yleisenä edistyksen mallina on haittapuolena esteettisten normien relatiivisuus. Toisaalta estettinen sfääri on kiistattomasti ihmisten luoma; tästä johtuen se toimii hyvin pohjana yleistykselle, että edistys on riippuvainen ihmisen työstä.

Blumenbergin tukinnan mukaan lausuma, että ihminen tekee historiansa, ei vielä sisällä sitä, että edistys olisi taattua; se merkitsee ainoastaan ihmisen 'itsetehostuksen' ilmaisua sitä epävarmuutta vastaan, jonka heterogeeninen teologinen periaate asettaa tiedolle, sekä postulaattia, että teologinen näkemys on irrelevantti ihmisen näkemykselle omista teoistaan ja omasta historiastaan. Mainitun näkemyksen lisäksi tuleva periaate, että historiallinen tieto on rationaalisen toiminnan ja siten edistyksen aikaansaamisen ennakkoehto niin, että edistyksen idea on regulatiivinen tekojen integroimiselle, "voitiin epäilemättä johtaa vain uudessa tieteessä esiintyvistä teoreettisen toiminnan integroinnin mallista". (ibid., pp.33-4).¹¹²

Myöskään edistykseen liitettyä päättämättömyyden ajatusta ei voi pitää jumalalliseen viittaavana atribuuttina; kysymyksessä on pikemminkin resignaation ilmaus. Vielä Descartes vakavissaan uskoi metodinsa käytännöllisten ja teoreettisten tavoitteiden - fysiikan, lääketieteen ja etiikan täydellistäminen - saavuttamiseen omana elinaikanaan. Näiden varhaisten odotusten pikaisen pettymisen seurauksena edistyksen idea koki laajennuksen loputtoman edistyksen ideaksi. (Blumenberg[1976], p.35).

Edistyksen idean muotoutuminen ja sen joutuminen sekularisaatioteoreetikkojen merkille panemaan asemaan - edustamaan historian totaliteettia - ovat kaksi eri tapahtumaa. Jälkimmäinen tapahtuma on itse asiassa esimerkki yleisestä ilmiöstä, joka esiintyy ajattelun historian epokaalisten muutosten yhteydessä. Blumenberg näyttää ajattelevan, että kysymykset voivat olla pitkäikäisempiä kuin niihin annetut vastaukset: Jokainen aika perii edeltäjältään kysymyksiä, joihin tuolloin annetut vastaukset eivät enää ole mahdollisia. Jäljellä voi olla kuitenkin tietty 'problemapaine', ja eräänlainen 'tarve' tai 'velvoitus' vastata noihin kysymyksiin. Siten esimerkiksi historian kokonaisuuden idea edustaa kristinuskon introdusoimaa 'positiota' Uuden ajan perimässä kysymysten järjestelmässä. Moderni kysymys ei enää ole kristillinen kysymys, ja siihen annettu vastaus, samoin kuin ongelman taustalla oleva motivaatiokin, on toinen kuin Keskiaikana. Mutta, myöntää Blumenberg, ideat joiden selitykseksi on tarjottu kristillisten käsitysten sekularisaatiota, voidaan todella jäljittää historiallisessa prosessissa esiintyvään identiteettiin. Kysymyksessä ei kuitenkaan ole sisältöjen, vaan funktioiden samuus: on mahdollista, että [maailmantulkintojen] erityisissä positioissa täysin heterogeeniset sisällöt toimivat samoissa tehtävissä. Sitä, mitä pääasiallisesti tapahtui sekularisaatioksi tulkitussa prosessissa tulisi kuvailla,

ei aidosti teologisten sisältöjen *transpositiona*... vaan vastauspositioiden, jotka olivat jääneet tyhjiksi ja joita vastaavia kysymyksiä ei voitu eliminoida, *uudelleentäyttämisenä*.

¹¹²Myös Koyré huomauttaa edistysajatuksen kokemusperäisyydestä ja siitä, ettei edistykseen nähty liittyväksi mitään sisäistä välttämättömyyttä ("Condorcet", Koyré[1961], p.107; vrt. Condorcet'a käsittelevä kappale).

(ibid., pp.49, 64-5, 70, 72, 73).¹¹³

Sekularisaatioteesiä on pidettävä anakronismina uudella ajalla (vrt. luvun I.6 otsikko), koska intellektuaalisen omistuksen käsite, jolle se nojaa, on kristillinen. Varhainen kristillisyyss ei ainoastaan esittänyt vaadetta totuuksiensa laillisesta omistamisesta - ilmoituksen kautta - vaan myös kiisti Antiikin maailman laillisen omistusoikeuden ideoihin, jotka sillä olivat yhteisiä kristinuskon kanssa tai jotka kristillisyyss oli lainannut siltä. Yhteys totuuden ja omistusoikeuden käsitteiden kesken periytyy täältä; sen sijaan, että se olisi vakiintunut Uudella ajalla porvarillisten asenteiden johdosta, se nousee formaalin jatkuvuuden ja materiaalisen epäjatkuvuuden (vrt. äsken mainittu erottelu 'positioiden' ja 'sisältöjen' välillä) yhteisvaikutuksesta epokaalisessa muutoksessa. Eräs niistä kehitystapahtumista, jotka muodostivat modernin epookin, tuotti aksiooman, että ideoiden oikeutettu omistus voi perustua vain niiden autenttiseen tuottamiseen. Opetuksen kautta saadusta tiedosta tulee pelkästään johdannainen totuuden omistamisen muoto suhteessa jokaisen rationaalisen subjektin kykyyn hankkia tieto oman työnsä avulla. 'Metodin' idean vetovoima lepää juuri oletuksella, että se tuo tiedon hankkimisen välineet kaikkien saataville¹¹⁴.

Blumenberg päättää, että muutoksella spirituaalisen omistuksen idean presuppositioissa on tuhoisa vaikutus mahdollisuuteen konstruoida sellainen intellektuaalisen anastuksen prosessi, jota sekularisaation käsite edustaa. Väite, että kyseisen skeeman käyttö lisää historiallista ymmärrystä, sisältää premissin, joka on vieras modernin ajan itseymmärrykselle ja joka on tullut 'sekularisoiduksi' omalla oikeudellaan. Historiallinen ymmärrys, joka käyttää sekularisaation kategorialla, astuu uskonnon itseymmärryksen piiriin, joka katsoo omistavansa etuoikeutetun pääsyn totuuteen. Se toistaa uskoon ilmoituksen omistamisesta välttämättä liittyvän oletuksen alusta, joka ei ole historiallisesti selitettävissä ja joka aloittaa, ei vain uuden, vaan lopullisen historian muodon. Historiallinen tietoisuus, joka uskoo uuden alun mahdollisuuteen, kuten moderni tietoisuus tieteeseen perustuvasta ja sen vuoksi viimeisestä epookista, ei voinut olla joutumatta ristiriitaan kristillisen historiantulkinnan esittämän uutuuden ja lopullisuuden vaateen kanssa. (ibid., pp.70, 72, 73, 74).

¹¹³ Epookin vaihdokseen liittyvien käsitteellisten muutosten luonteesta vrt. m. pp.464-6 sekä kääntäjän johdanto pp.xxv-xxvi. Esimerkkinä 'uudelleentäyttämistä' voi mainita (kreikkalaisesta kosmologiasta periytyneen) 'universumin keskuksen' (ks. saman tekijän *Die Genesis der koperkanischen Welt*).

¹¹⁴ Voisi huomauttaa tietystä ristiriidasta viimeisen virkkeen sisältämän ajatuksen ja Blumenbergin korostaman metodisen tutkimuksen ylipersonallisen luonteen välillä (vrt. edellä). Hän näyttää ajattelevan, että yksilön kannalta metodilla on luonnon tutkimisessa samankaltainen merkitys kuin lukutaidolla on tavanomaisessa protestanttisessa käsityksessä henkilökohtaisen auktoriteetteihin perehtymisen välineenä.

III. William Whewell ja Induktiivisten Tieteiden historia

William Whewell (1794-1866) kehitti tieteen sisäisen kehityksen jaksotuksen pohjaksi sopivan epistemologisen teorian, jota hän myös sovelsi suurisuuntaisesti historiankirjoitukseen kolmiosaisessa teoksessaan *History of the Inductive Sciences*. Teoksen ensimmäinen laitos ilmestyi 1837; kolmas laitos, johon seuraavassa viitataan, ilmestyi 1857.

Teoksen innovaatio on tekijän mukaan siinä käyttöön otettu historiallisen aineiston järjestämisen tapa:

Olen lainannut paljolti toisilta kirjoittajilta, sekä erityistieteiden että filosofian yleensä. Olen tehnyt tämän ilman arveluja, sillä työni uutuus on, ei sen ylivertauus tosiseikkojen kokoelmana, vaan näkökulma, johon tosiseikat on pantu...¹¹⁵

Whewellin historiografiaa kannattaa filosofinen motiivi. Adekvaatti tietoteoria voidaan perustaa vain todellisten ja merkittävien keksintöjen tarkastelulle. Jokapäiväisen tietämyksen tai matematiikan peristä otetut esimerkit eivät riitä tietoteorian perustaksi; tieteen historian tutkiminen on epistemologian välttämätön lähtökohta. 'Induktiivisten' tieteiden filosofiana Whewellin tietoteoriasta tulee ennen muuta tiedon hankkimisen teoriaa, diakroninen dimensio tulee tieteellisen tiedon analyysissä hallitsevaksi.¹¹⁶

Whewell joka, paitsi tieteenfilosofi ja -historioitsija, oli asiantuntija niin mineralogiassa, vuorovesiteoriassa, goottilaisessa arkkitehtuurissa kuin moraalifilosofiassakin, kuului varhaisen viktoriaanisen ajan Englannin tieteen huomattaviin henkilöihin. Hänen uransa eteni luonnontieteistä humanistisiin- tai ihmistieteisiin. Ympäristössään eräs ensimmäisiä seuraamaan Humen ja Kantin johtopäätöstä luonnontieteeseen nojaavan apologian mahdottomuudesta, hän otti lähtökohdakseen sen vastakkaisen ajatuksen, että uskova toi tieteisiin mukanaan tietyn käsityksen Jumalan olemassaolosta ja ominaisuuksista, jonka käsityksen kosketus tosiasioiden kanssa saattoi tarkentaa ja panna koetteelle. Whewellin tieteenfilosofiset ja -historialliset ajatukset voi nähdä tämän näkökannan yleistykseenä tai sovellutuksena. Saksalaisen filosofian vaikutus sai hänet oivaltamaan vastoin vallitsevaa baconilaisuutta, että yksittäistapauksista ei ole mahdollista päästä lakeihin ja teorioihin, vaan lähtökohtana on oltava tieteen perustaa koskeva sovelias idea, jota sitten voidaan tarkentaa kokeellisin testein. Toisin kuin nykyään on tavallista, Whewell uskoi tutkimusta ohjaavien ja tosiseikkojen järjestämisen mahdollistavien tieteellisten ideoiden voivan jäädä pysyviksi saavutuksiksi.¹¹⁷

Whewelliä voinee pitää historiallisen tieteenfilosofian perustajana. Hänen historiallisen työnsä tarkoitus oli, ei vain olla kertomus tosiseikoista, vaan toimia pohjana tieteenfilosofialle periaatteena se, että totuuden keksimistapojen tutkimuksen tulisi pohjautua löydettyjen totuuksien tarkastelulle:

¹¹⁵History, vol.1, p.x.

¹¹⁶Whewell liittyy perinteeseen, jonka alkuna Uudella Ajalla olivat Baconin *Novum Organum* ja Descartesin julkaisemattomat *Règles pour la direction de l'esprit*.

¹¹⁷Knight[1986], pp.44-5, 81-2. Mitä tulee aikaisempien periaatteiden säilymiseen käsitteellisessä muutoksessa, tämä tapahtuu luonnollisesti niiden uudelleentulkinnan kautta (vrt. *History of the Inductive Sciences*, vol.1, p.8).

Tämä periaate, näin lausuttuna, vaikuttaa riittävän ilmeiseltä: kuitenkin tähän saakka sen mukaisesti on harvoin toimittu. Ne, jotka puhuvat Totuuden luonteesta ja sen keksimisen tavoista, yleensä yhä tekevät itselleen totuuksista esimerkkejä, jotka enimmäkseen ovat äärimmäisen tyhjänäikaisia ja epäoleellisia (kuten useimmissa loogisissa tutkielmissa), tai sitten he kaivelevat kerran toisensa jälkeen matemaattisen totuuden kapeaa erityisalaa, joka varmuudella ei itsessään voi olla esimerkkinä siitä yleisestä tavasta, jolla varman totuuden nykyinen valtava kokonaisuus on saavutettu.¹¹⁸

3.1. Induktiiviset syklit

Whewellin mukaan tieteen kehitystä luonnehtii 'induktiivisten epookkien', niitä valmistelevien 'preludien', sekä induktiivisten epookkien jatkonäytösten (*sequel*) vuorottelu, jonka aika ajoin katkaisevat pitemmät 'stationaariset periodit'. Hänen tieteenfilosofiassaan alkuperältään kantilainen idea empiirisen ja rationaalisen tekijän erottamattomuudesta toteutuu faktojen ja käsitteiden dialektisena vuorovaikutuksena historiallisessa prosessissa, joka johtaa tieteellisen tiedon kasvuun.¹¹⁹

Whewellin käsitys deduktion ja empirismin suhteesta tieteellisessä tiedossa oli, että

[o]n *Paradoksi* että kokemus johtaisi meidät totuuksiin jotka ovat tunnustetusti universaaleja ja näköjään välttämättömiä, kuten Liikkeen Lait ovat. Tämän paradoksin *Ratkaisu* on se että nämä lait ovat kausaation aksiomien tulkintoja. Aksiomat ovat universaalisti ja välttämättä tosia, mutta niiden sisältämien termien oikea tulkinta opitaan kokemuksesta.

Toisin kuin Kant, joka oletti, että paitsi geometria, myös 'foronomia' (kinematiikka) sekä osa mekaniikkaa olivat *a priori*, Whewell väitti, että "ilman kokemuksen opetusta liikkeen lakeja ei olisi koskaan voitu tulla selkeästi tuntemaan".¹²⁰

Imre Lakatosin mukaan Whewell oivalsi Kantin tavoin, että kaikki tieteelliset propositiot, olivatpa ne *a priori* tai *a posteriori*, olivat yhtä lailla *teoreettisia* - teoreettisia siinä mielessä, etteivät ne ole aistimusten painamia mielen *tabula rasaan* tai sellaisista pääteltyjä, ja että faktuaaliset propositiot ovat vain teoreettisen proposition erikoistapauksia. Molemmat ajattelivat kuitenkin, että tieteelliset propositiot voidaan *todistaa*.¹²¹ Whewellin käsityksessä todistus oli edelleen tieteellisyyden kriteeri, vaikka hän korostikin (aikaisempien teorioiden perusteella) epätodennäköisten tapahtumien onnistuneen ennustamisen merkitystä teorian arvon mittana - kanta jota induktivistit J. Stuart Mill kritisoi. Lakatos tulkitsee tämän niin, että Whewell yhä sekoitti yhteen ennustuskyvyn ja todistetun totuuden.¹²²

Larry Laudan, joka korostaa käsitteellisten ongelmien ja niiden ratkaisun tärkeyttä tieteessä, huomauttaa Whewellin havainneen sen tosiasian, että teorian käsitteellisen selkeyden paraneminen merkitysten valaisun ja spesifioimisen kautta, josta Whewell käytti nimitystä 'explication of conceptions', on yksi tärkeimmistä tavoista joilla tiede edistyy. Laudanin mukaan

¹¹⁸ *History*, vol.1, p.viii.

¹¹⁹ Vrt. *History*, vol.1, pp.7, 10.

¹²⁰ *Philosophy of the Inductive Sciences*; tiedot peräisin teoksesta Meyerson[1930], p.401.

¹²¹ Lakatos[1978], p.16 n.5.

¹²² *Ibid.* pp.38-9.

Whewell osoitti, kuinka useat teoriat ovat ajallisessa kehityksessään tulleet yhä tarkemmiksi - paljolti kriitikoiden ansiosta, jotka ovat korostaneet niiden epäselvyyksiä.¹²³

Whewell oli halukas näkemään metafysiikassa tieteellisen ajattelun potentiaalisen rationaalisen komponentin:

Fysikaaliset keksijät ovat eronneet hedelmättömistä spekulattoreista, ei siinä, ettei heillä ole ollut päässään lainkaan metafysiikkaa, vaan siinä, että heidän metafysiikkansa oli hyvää, kun taas heidän vastustajillaan se oli huonoa, ja sitomalla metafysiikkansa fysiikkaan eikä pitämällä näitä kahta erillään.¹²⁴

Tieteen eteneminen tapahtuu vähittäisen yleistyksen kautta yksinkertaisista faktoista yleisiin lakeihin. Aikaisempia totuuksia ei hylätä, vaan niitä muunnetaan ja laajennetaan, ja ne tulevat näin sisällytetyiksi tiedon pysyvään rakennelmaan. Edistys, joka voi vaikuttaa tapahtuvan peräkkäisten kumousten kautta, on todellisuudessa sarja kehitysaskelia.¹²⁵

Teoriat kehitellään yrityksen ja erehdyksen menetelmällä induktiivisten epookkien preludien aikana; faktat ja ideat selkiytyvät vähitellen ja saatetaan yhteyteen keskenään. Induktiivisen epookin vaiheessa parhaat teoriat sitten 'todistetaan' - pääasiassa *a priori*-tarkastelujen avulla, joista Whewell käyttää nimitystä 'progressiivinen intuitio'. Induktiivisen epookin jatkonäytös, jonka aikana keksinnön seuraukset realisoidaan, merkitsee aputeorioiden kumulatiivista kehittelyä. Stationaarisia periodeja taas luonnehtii täsmällisten faktojen ja selkeiden ideoiden sekä niiden sopivan 'kolligaation' puuttuminen.¹²⁶

Whewell on täysin selvillä siitä tosiasiasta, että fysikaalisen kokeen tulkinta sisältää normaalisti useita lakeja. Esimerkiksi inertian lakia ei ollut mahdollista suoraan kokeellisesti demonstroida, koska se puhuu tilanteesta - että kappaleeseen ei vaikuta mikään voima - jollainen ei koskaan toteudu. Lain oikeaksi osoittaminen tapahtui saattamalla kaikki todelliset, hidastuvat liikkeet vastustavan voiman käsitteen alle. Tästä huolimatta Whewell ajatteli, että liikkeen lait on mahdollista osoittaa oikeiksi yksitellen:

Abstrakti Sääntö poimittiin konkreettisesta Kokeesta; vaikka tämä Sääntö oli, jokaisessa tapauksessa, sekoittuneena muihin Sääntöihin, ja kukin Sääntö voitiin saada Kokeesta vain olettamalla muut tunnetuiksi.

Lakien eristäminen on mahdollista nojautumalla periaatteeseen, että ne ovat täydellisen yksinkertaisia.¹²⁷

Ottaen huomioon kuinka vähäisen osan tieteellisen edistyksen kaudet peittävät inhimillisen spekulatiivisen historiassa, on Whewellin mukaan mielenkiintoa yrittää selittää stationaaristen

¹²³Laudan[1977], p.50.

¹²⁴"Physical discoverers have differed from barren speculators, not by having no metaphysics in their heads, but by having good metaphysics while their adversaries had bad, and by binding their metaphysics to their physics, instead of keeping the two asunder." *History*, vol.1, p.viii.

¹²⁵The earlier truths are not expelled but absorbed, not contradicted but extended; and the history of each science, which may thus appear like a succession of revolutions, is, in reality, a series of developments. (*History of the Inductive Sciences*, vol.1, p.8).

¹²⁶Lakatos[1978], p.21; Lindberg[1990], p.12.

¹²⁷*History of the Inductive Sciences*, vol.2, p.21.

periodien luonnetta ja syitä. Näinä kausina todellisen tieteen muodostumiselle olennainen prosessi - selkeiden ideoiden ja täsmällisten faktojen yhdistäminen - siis keskeytyy. Tällaisissa tapauksissa aletaan käsitellä yksinomaan ideoita ja niiden deduktiivista järjestystä, millä toiminnalla on vähän arvoa, kun ensimmäisiä periaatteita ei ole saatu induktiivisesti faktoista.¹²⁸

Epookkien jakauman oikeellisuus voidaan periaatteessa tarkistaa tilastollisesti. Tämä tapahtuu taulukoimalla kunkin tieteen löytämät faktat ja suorittamat yleistykset 'Induktiivisen Taulukon' muotoon.

Muodostamalla... Induktiivisia Taulukoita tärkeimmistä tieteistä... ja säännöstelemällä näkemyksiäni tieteiden historiasta, katson turvanneeni historiani asiavirheiltä...

Hän ilmoittaa konstruoineensa sellaisia taulukoita historiaansa varten; hänen tarkoituksensa on esittää ne osana tieteen filosofiaansa, "sillä tänne ne sopivammin kuuluvat, ollen osa Induktion Logiikkaa".¹²⁹

Retoristen analyysitapojen 'yleisön' metahistoriallisena kategoriana esiinnostaman tärkeyden huomioonottaen on lopuksi mielenkiintoista todeta Whewellin kommentit tästä kysymyksestä: Yleisön tieteenfilosofinen valistumattomuus vaikeuttaa todenmukaisen historian hyväksytyksi tuleamista, valittaa hän. Tavallisten lukijoiden sympatiat menevät helpoiten ja luonnollisimmin sellaisen asioiden kulun puolelle, joka johtaa "väärrään tieteseen ja epäonnistumiseen", mitä edustaa taipumus tehdä laajoja yleistyksiä joidenkin harvojen havaintojen perusteella, ja rakentaa sitten järjestelmä näille periaatteille. Mutta

[t]ämä on sen menetelmän vastakohta, jolla tieteitä on todellisesti ja historiallisesti johdettu; nimittäin asteittainen ja varovainen kohoaminen havainnoista rajoitetusti yleisiin periaatteisiin, ja näistä toisiin yleisempiin. Jälkimmäinen, tosi Tieteellinen Menetelmä, on Induktio, ja se on johtanut Induktiivisiin Tieteisiin. [...]

Työläs havainnointi, kapeat ja vaatimattomat johtopäätökset, varovaisuus, hidas ja asteittainen eteneminen, rajoitettu tieto, ovat kaikki epätervetulleita ponnistuksia ja rajoituksia ihmismielelle, kun sen spekulatiivinen henki on nostatettu: kuitenkin nämä ovat Induktiivisissa Tieteissä kaiken edistymisen välttämättömiä ehtoja.¹³⁰

Whewellin lukijakunnan koostumuksesta ei ole tietoa. Olivatko lukijat tiedemiehiä? On kiinnostavaa, että Whewell metafysiikan välttämättömyyden tunnustamisestaan huolimatta tahtoi tässä yhteydessä korostaa tieteen induktiivista luonnetta (vrt. Kuhn induktivismin funktionaalisuudesta).

3.2. Tieteenalarakenne ja periodisaatio

3.2.1. Tieteiden jaottelu ja demarkaatio

Temporaalisen jäsennyksen lisäksi disiplinaarinen jako on keskeinen tieteenhistoriallisen esityksen organisaatioperiaate.¹³¹ Whewellin tarkoitus oli käsitellä kutakin tiedettä itsenäisenä

¹²⁸ *History*, vol.1, p.12.

¹²⁹ *Ibid.*, vol.1, p.11.

¹³⁰ *History*, vol.1, p.339.

¹³¹ Vrt. esim. Kuhn[1977], pp.31-5.

kokonaisuutena, jonka kehitys jäsennetään epookkikaavion mukaisesti.¹³² Hän erottaa toisistaan induktiiviset ja deduktiiviset tieteet, joita jälkimmäisiä ovat geometria, aritmetiikka, algebra ja vastaavat. Induktiivisiin tieteisiin sisältyvät luonnontieteiden lisäksi m.m. etnologian, kansantaloustieteen, psykologian ja kielitieteen (Glossologia).¹³³ Tämän pääjaon lisäksi epistemologista kriteeriä käytetään m.m. matemaattisen ja fysikaalisen tähtitieteen erottamisen toisistaan: edellinen on epäkausaalista, "formaalia", rajoittuen ajan ja paikan käsitteisiin; fysikaalinen tähtitiede taas etsii ilmiöiden syitä, operoiden 'voiman' käsitteellä.¹³⁴ Tieteen demarkaatio on myös tärkeä ongelma. Whewellin soveltaman selektioperiaatteen mukaan faktat ja matalan asteen yleistyksiset kuuluvat tieteenhistoriallisen esityksen aihepiiriin vain sikäli, kuin ne sisältyvät käsiteltyjen tieteiden konstituoiiviin periaatteisiin.¹³⁵

Rajanveto metafysiikkaan tulee esiin stationaaristen periodien selittämisen yhteydessä. Näille kausille on ominaista se, että todellisen tieteen muodostukselle olennainen prosessi, selkeiden ideoiden yhdistyminen täsmällisiin faktoihin, pysähtyy, ja rajoitutaan ideoiden deduktiiviseen systematisointiin.¹³⁶

Matematiikkaa, joka on deduktiivinen tiede, *History* ei käsittele, vaikka Whewell uskookin, että matemaattisilla ideoilla voi olla tärkeä merkitys induktiivisissa tieteissä.¹³⁷ Käsitteisiin, joiden eksplikaatio on toinen puoli tieteen edistystä (toisen ollessa faktojen kolligaatio), kuuluu ajan, avaruuden ja luvun lisäksi kvalitatiivisempia ja vähemmän täsmällisiä kategorioita kuten 'samankaltaisuus' ja 'luonnollinen luokittelu' joista ovat syntyneet 'affiniteetin', 'polariteetin' ja 'suvun' kaltaiset merkittävät käsitteet. Tämän vuoksi Whewell hylkää tieteen määritelmän, jonka mukaan sen olennaisin tekijä olisi matemaattinen päättely.¹³⁸

Induktiivisten tieteiden filosofiaan kuuluvat myös "diskussiot Aineen, Voiman, Atomien, Mediumien, Lajien, Organisaation luonteesta ja välttämättömistä attribuuteista". Whewell uskoo, että näillä diskussioilla on ollut merkittävä vaikutus Tieteellisen Totuuden edistymiseen, ja että niillä on sen vuoksi tärkeä paikka Luonnontieteen historiassa sen laajimmassa merkityksessä. Tieteen filosofian historialla on taas luonnollinen paikka tieteen filosofiassa, koska tieteen filosofian täytyy sisältää tulos ja yhteenveto kaikesta totuudesta, joka on erotettu erheestä ja sekaannuksesta eri aikoina käydyissä filosofisissa diskussioissa.¹³⁹

Tässä yhteydessä on mielenkiintoista todeta Whewellin käsitys filosofien - Bacon ja Descartes - osuudesta 1600-luvun vallankumoukseen. Yhtyen Librin teoksessaan *Histoire des Sciences Mathématiques en Italie* ilmaisemaan kantaan hän toteaa, että aristotelisten oppien ylittäminen oli alkanut 'käytännön keksijöiden' toimesta jo ennen Baconin ja Descartesin aikaa. Gilbert,

¹³² *History*, vol.1, p.x.

¹³³ *Ibid.*, vol.1, p.15.

¹³⁴ *Ibid.*, vol.1, p.281.

¹³⁵ *Ibid.*, vol.1, pp.254-5.

¹³⁶ *Ibid.*, vol.1, p.14.

¹³⁷ *Ibid.*

¹³⁸ H.F. Cohen[1994], p.33. P.o. kohta on Whewellin *Induktiivisten Tieteiden Filosofista* (vol.1, pp.162-3).

¹³⁹ *History*, vol.1, pp.viii-ix.

Kepler, Benedetti ja Galileo antoivat voimakkaan sysäyksen todellisen tiedon asialle ennen kuin mainittujen filosofien opeilla oli ollut yleisempää vaikutusta. Mitä tulee Baconiin, jota Whewell ihaili, hänen ansionaan oli julistaa Uutta Metodia, ei vain oikaisua erityisiin ajankohtaisiin erheisiin, muuntaen näin "Kapinan Vallankumoukseksi" ja perustaen uuden "filosofisen Dynastian". Descartes taas esitti fysikaalisen filosofiansa täydellisenä ja demonstratiivisena, joten se sisälsi muinaisen dogmatismien paheet.¹⁴⁰

Whewellin tapaan hahmottaa tieteenhistorian suuret periodologiset kysymykset palataan alempana (s.51), kun on ensin kosketeltu erottamiseen tekniikasta ja käytännöllisestä ajattelusta liittyvien epistemologisten näkökohtien käsittelyä.

Tieteen ja tekniikan toisistaan erottamisen välttämättömyys tulee esiin sen kysymyksen yhteydessä, onko Keskiajan luonnehtiminen tieteellisesti hedelmättömäksi oikeutettua. Ottaen huomioon Keskiajan teknisen edistyksen, jota kuvaavat keksinnöt kuten paperi, kirjapaino, kaiverrus, lasin- ja teräksenvalmistuksen parantaminen, ruuti, kellot, kaukoputki, kompassi, kalenteri uudistus, algebra, desimaalimerkintä, trigonometria, kemia sekä kontrapunkti, "joka vastaa musiikin uutta luomista", puhumatta arkkitehtuurista, kuinka Keskiaika saattoi olla tieteellisesti pysähtynyt kausi? Whewell vastaa tähän määrittelemällä tieteen yleisenä Induktiivisena Systemaattisena Totuutena, joka on spekulatiivista ja perustuu tunnetun mietiskelylle, kun taidot (*Arts*) ovat käytännöllisiä ja ilmenevät tekemisessä:

[L]uetellut Keskiajan keksinnöt, joskin ne nykyään ovat tieteidemme osia, eivät todista, että silloin oli olemassa tiedettä, ainoastaan, että toiminnassa olivat ne käytännöllisen havainnoinnin ja käytännöllisen taidon voimat, jotka valmistavat tietä teoreettisille näkemyksille ja tieteellisille löydöille.

Rakentajan taito kuvastuu rakennuksessa, mutta abstraktit lausumat, joista rakennelman tasapaino ja lujuus riippuvat, voivat olla hänelle tuntemattomia. Historiallisesti taidot edeltävät vastaavia tieteitä; periaatteiden käytännöllinen toteutus muodostaa osan niin teoreettisen keksinnön preludia kuin jatkonytöstäkin. Vastaavasti täytyy luopua liiallisista väitteistä koskien modernin tieteen teknistä merkitystä.¹⁴¹

Induktio ja deduktio ovat kaikkialla soveltuvia menetelmiä. Tieteen erottaa jokapäiväisestä ja käytännöllisestä tietämyksestä se, että sen ideat ovat tarkkoja ja vakaita, kun taas jokapäiväiset käsitteet ovat epämääräisiä ja vaihtelevia; edellisistä meillä on selkeä näkemys, ja niitä käytetään tiukasti rajatussa merkityksessä, joka on aina sama. Päättelytarkoituksia varten tieteelliset ideat voidaan usein esittää määritelmien ja aksiomien avulla. Tieteellisten ideoiden ja käytännön käsitteiden välinen ero tulee erityisesti ilmi niiden suhteessa *spekulaatioon*: kun tämä kohdistetaan tavallisiin käytännön käsitteisiin, tuloksena on "hedelmättömiä abstraktioita ja loputtomasti toistuvia subtiiliuden kehiä".¹⁴² Samalla kun piti tavallisen käytännön käsitteinä epäadekvaatteina, Whewell korosti pragmaattista näkökohtaa tieteessä:

Mutta henki kykenee hankkimaan tieteellisiä Ideoita, jotka ovat sopivampia pohdiskelun kohteiksi. Kun spekulatioitamme asianmukaisesti ravitaan Havainnoinnin lähteistä, ja ne usein vedetään Sovelletun Tieteen alueelle, johdonmukaisen ja edistyvän tiedon elävä virta voi olla olemassa.¹⁴³

¹⁴⁰Ibid., vol.2, pp.40-1.

¹⁴¹Ibid., vol.1, pp.252-5.

¹⁴²Ibid., vol.1, p.12-3.

¹⁴³Ibid., vol.1, p.14.

3.2.2. Vallankumous ja vallankumoukset

History of the Inductive Sciences kattaa laajalti luonnontutkimuksen eri osa-alueita optiikan, magnetismin, sähkön ja kemian historiasta geologiaan, iktyologiaan ja fysiologiaan. Whewell sovelsi kolmijakoista kaavaansa historiallisen materiaalin organisoimiseen lähinnä fysiikan, astronomian ja kemian alueilla. Matemaattisessa astronomiassa hän m.m. identifioi Hipparkhoksen aikaan sijoittuneen induktiivisen epookin, jolloin tapahtui nopeaa ja aitoa edistymistä; toiseen induktiiviseen epookkiin tähtitiede siirtyi Kopernikuksen työssä.¹⁴⁴

Galilein keksinnöt merkitsivät induktiivista epookkia mekaniikan piirissä. Yhdenmukaisesti teoriansa kanssa, jonka mukaan induktiivista epookkia tulee edeltää 'preludi', Whewell kiinnitti huomiota myös Galilein 1500-lukulaisiin edeltäjiin. Mutta Galilein ansiona oli tajuta (*conceive*) selvästi m.m. inertian laki ja havaita (*perceive*) faktojen alisteisuus sille. Mekaniikka hahmoutui seuranneen jatkonäytöksen aikana, kun liikkeen lakien seuraukset tulivat vähitellen kehitellyiksi. Kemian kehityksessä Lavoisier'n saavutukset ja Daltonin atomiteoria merkitsevät kumpikin induktiivista epookkia.¹⁴⁵

Newton puolestaan teki fysikaaliselle astronomialle sen minkä Kopernikus aiemmin matemaattiselle. *History* omistaa "Newtonin epookin jatkonäytökselle" pitkän luvun, joka Lakatosin luonnehdinnan mukaan ei ole muuta kuin kertomus newtonilaisten kamppailusta anomalioita vastaan. Whewell oli täysin selvillä teorioiden falsifikaation vaikeudesta, ja m.m. arvosteli John Stuart Millia joka uskoi Newtonin kumonneen Descartesin pyörreteorian; Whewellin mukaan teorioiden joustavuus kumoamisyrityksiä vastaan "ei ole tuttu niille jotka ovat vain vähän perehtyneet tieteen historiaan".¹⁴⁶

David C. Lindberg katsoo että huolimatta ponnistuksestaan tutkia tieteitä yksitellen odotuksenaan löytää niissä erilaisia edistymisen tahteja, Whewell kuitenkin omaksui periodisaatiossaan tavanomaiset kokonaispuitteet: Kreikkalaisten panosta, joka oli merkittävä matemaattisissa tieteissä ja vähäinen muualla, seurasi pimeä keskiaika, jonka jälkeen tapahtui 1500-luvulta lähtien sopivaan metodologiaan ja suotuisaan henkiseen asennoitumiseen perustuva elpyminen.¹⁴⁷

History käsitteli siis kutakin tiedettä erikseen ja kronologisessa järjestyksessä. Yksittäisen tieteen sisäinen kronologia jäsenyi, missä mahdollista, kolmijakoisen kaavion mukaisesti voimakasta edistystä merkitseviin induktiivisiin epookkeihin, niitä valmisteleviin preludeihin, sekä niiden seuraukset realisoiviin jatkonäytöksiin. Jatkuvuuden ja epäjatkuvuuden tasapaino toteutui siten että induktiivisten epookkien seuraanto tuotti tuloksenaan kasautuvaa edistystä kun aikaisemmat saavutukset sisällytettiin uusiin käsitteisiin ja periaatteisiin. Tieteen hahmottaminen korkeammalla tasolla induktiivisena prosessina teki Whewellille mahdolliseksi Valistuksesta periytyvän edistysajattelun omaksumisen. Valistuksen tieteenfilosofian elementteihin lukeutui myös ajatus kumouksista tieteessä, samoin kuin käsitys Kopernikuksesta Newtoniin ulottuvan aikakauden ainutlaatuisuudesta. Mutta viimeainittu aikakausi on myös se jolloin tieteen kehitys alkaa haarautua moniin erityisaloihin. Whewellin soveltamasta disiplinaarisesta jäsennyksestä johtuen tästä periodista ei muodostu yhtenäistä kuvaa, eikä Whewell koskaan käytä termiä 'Tieteellinen Vallankumous' tällöin toteutuvasta induktiivisten epookkien

¹⁴⁴ *History*, vol.1, p.132ff ja p.281ff.

¹⁴⁵ *Ibid.*, vol.2, pp.6-18, 19, 21.

¹⁴⁶ Lakatos[1978], pp. 214, 218.

¹⁴⁷ Lindberg[1990], p.13.

tihentymästä. Onnistuttuaan antamaan yleiskatsauksellisen selostuksen Antiikin ja Keskiajan kehityksestä, *Historyn* esitys hajoaa varhaisen modernin tieteen vaiheessa. 1500- ja 1600-lukujen vaihteen vallankumouksen koko sisältö on aristotelismin häviössä ja uuden tieteenfilosofian luomisessa Baconin toimesta. Kattavaa ja yhtenäistä konseptiota erityisestä periodista ei muodostu. Jälkimmäinen piirre on ominainen niille nykypäivänkin historioille jotka käsittelevät astronomian ja fysiikan lisäksi myös esimerkiksi kemiaa ja biotieteitä. Whewellin käyttämän disiplinaaris-kronologisen kaavion voi nähdä olevan esteenä laajemman periodologisen kategorian muodostamiselle. Ajatus vallankumouksista tieteessä syrjäyttää Tieteellisen Vallankumouksen idean.¹⁴⁸

¹⁴⁸H.F. Cohen[1994], pp.32-4. 'Vallankumousten' ja disiplinaarisen rakenteen yhteydestä, vrt. m. Kuhn[1991], p.19.

IV. Pierre Duhemin historiallinen työ

Pierre Duhemin, fyysikon, tieteenfilosofin ja -historioitsijan, kehittämä tieteenhistorian konseptio on sekä motiiveiltaan¹⁴⁹ että sisällöltään läheisessä yhteydessä tekijänsä filosofisiin positioihin. Duhemin filosofista katsomusta voi kuvata katolisen fideismin ja positiivisen tietokäsityksen yhdistelmänä.¹⁵⁰ Tieteenfilosofian osalta se liittyy traditioon, joka polveutuu Katolisen Kirkon filosofien yrityksestä assimiloida Uuden Ajan alussa voimakkaasti kehittymässä ollut astronomis-fysikaalinen tutkimus vaarantamatta uskonnollisten auktoriteettien asemaa.¹⁵¹ Tiedekäsitys, jota Katolisen Kirkon taholta tuolloin esitettiin, oli hellenististen astronomien aikoinaan luoma instrumentalismi.¹⁵² Tämä määritteli astronomisen teorian tehtäväksi tähtitaivaan liikkeiden kuvaamiseen sellaisina kuin nämä Maasta katsoen projisoituvat taivaanpallolle. Astronomin probleemana oli keksiä määrättyt ehdot täyttävä tasaisten ympyräliikkeiden yhdelmä, joka tuottaisi projektionaan luminaarien havaitut asemat. Mainitusta ongelmanasettelusta, joka on peräisin itseltään Platonilta, käytettiin nimitystä 'ilmiöiden pelastaminen', SOZEIN TA FAINOMENA; samannimisessä esseessään Duhem on jäljittänyt ilmiöiden pelastamisen ohjelman historiaa Platonista Galileihin.¹⁵³ Tähän metodologiseen traditioon Duhem katsoi liittyväksi myös fyysikkona kannattamansa teoreettisen suuntauksen, energetiikan.¹⁵⁴

¹⁴⁹ "...Whewellin, Machin ja Duhemin kirjoituksissa filosofiset tarkoitukset tulivat luovan tieteenhistoriallisen toiminnan ensisijaisiksi vaikuttimiksi..." (Kuhn[1977], p.106).

¹⁵⁰Vrt. "Physique de croyant", Duhem[1914], pp.413-72.

¹⁵¹Agassi[1981], p.295.

¹⁵²Vrt. Koyré[1966], p.81.

¹⁵³Platonilaisen heuristiikan sääntöjä ei tähtitieteessä kuitenkaan kirjaimellisesti noudatettu. Esimerkiksi Ptolemaios otti käyttöön niin sanotun ekvantin, mikä merkitsi että deferentillä liikkuvan episyklin keskipisteen kulmanopeus oli vakio tietyn apsidiviivalla sijaitsevan, deferentin keskipisteestä erillisen pisteen, *punctum aequans*, suhteen. Kopernikus, joka rakensi mallinsa ekvanttia käyttämättä, piti elämänsä lopulla tätä paluuta Platonin sääntöihin järjestelmänsä suurimpana ansiona. Dijksterhuis huomauttaa, että jos halutaan ymmärtää Kopernikuksen ajattelua, mainittua mielipidettä käy ohittaminen yhtä vähän kuin Goethen tutkija voi sivuuttaa sitä tosiasiata, että tämä näytti vanhalla iälläään pitäneen väriteoriaansa kirjallisia saavutuksiaan tärkeämpänä. (Dijksterhuis[1950], I.73, IV.2).

¹⁵⁴Duhem[1917], p.189. Energetiikka merkitsi fenomenologisen (s.o. ei-atomistisen, ei-statistisen) termodynamiikan yleistystä (Paul Brouzengin johdanto Duhem[1914], pp.ix-x). Duhemia voidaan pitää yhtenä fysikaalisen kemian perustajista (Stanley Jakin esipuhe Duhem[1969], p.viii; vrt. m. Balzer, Moulines & Sneed, *An Architecture for Science*, p.237). *Traité d'Energétique ou Thermodynamique générale* (1911), jota Duhem itse piti tärkeimpänä panoksenaan fysiikkaan, oli luonteeltaan synteettinen ja jonkin verran konservatiivinen. Se ei sisältänyt ainoatakaan viittausta atomeihin. (Jaki, *ibid.*, p.xiv; Brouzeng, *ibid.*). Jos ilmiöiden pelastamisen metodologia liittyi platonilais-ptolemaiolaisen representaation historiaan, Duhemin tieteenfilosofia ei liene vähemmän nimenomaisesti fenomenologisen termodynamiikan 'paradigman' eksplikaatiota.

Duhemille kuuluu ainutlaatuinen ansio omistaa nimeään kantava 'teesi' sekä tieteenfilosofiassa että -historiassa. Hänen tieteenfilosofinen teesinsä on eräs muotoilu sille tosiasialle että, Willard O.V. Quinen ilmaisun lainaten, "tietomme kohtaa kokemuksen tribunaalin kokonaisuutena". Fysiikassa esiintyneen ajankohtaisen ongelman yhteydessä Duhem, Henri Poincaréhen liittyen, esitti 'holismin' idean ensimmäistä kertaa 1890-luvun alkuvuosina. Valon polarisaatiota koskeneiden kilpailevien teorioiden välillä ratkaisevaksi mielletyn kokeen metodologinen analyysi antoi aiheen johtopäätökseen, jonka mukaan

on kokeellisen menetelmän yleinen ominaispiirre, ettei ole mahdollista asettaa kohteelle erillistä hypoteesia, ainoastaan ryhmä sellaisia hypoteeseja.¹⁵⁵

Teoksessaan *La Théorie physique* (1906) Duhem kehitteli idean seuraukset kokonaiseksi holistiseksi metodologiaksi.¹⁵⁶

Duhemin tietnehistoriallinen teesi oli seurausta hänen pioneerityöstään Keskiajan Pariisissa vaikuttaneiden luonnonfilosofien tieteellisten kirjoitusten löytäjänä. Tutkimustensa edistyessä hän saattoi, vastoin vallitsevaa käsitystä, joka yhdisti modernin fysiikan alkuperän suoraan Antiikkiin, muotoilla yleisenä johtopäätöksenä, että

[m]ekaaninen ja fysikaalinen tiede, josta nykypäivä on oikeutetusti ylpeä polveutuu, keskeytymättömällä sarjalla lähes huomaamattomia täydennyksiä, keskiaikaisten koulujen piirissä esitetyistä opeista; väitetyt älylliset vallankumoukset ovat useimmiten olleet vain hitaita ja kauan valmisteltuja kehityksiä; niin sanotut renessanssit usein vain epäoikeutettuja ja hedelmättömiä reaktioita; perinteen kunnioitus on tieteellisen edistykseen olennainen ehto.¹⁵⁷

Roger Ariew ja Peter Barker huomauttavat uudelleen heränneestä mielenkiinnosta Duhemin töitä kohtaan, mikä ilmennyt hänen teostensa uusintapainosten julkaisemisena, uusien käännösten aikaansaamisena, sekä Duhemia käsittelevien kirjojen ja artikkeleiden ilmestymisenä.¹⁵⁸ Kiinnostuksen nousun voi nähdä johtuvaksi tietnehistoriassa ja -filosofiassa tapahtuneesta ilmapiirin muutoksesta. Loogis-analyttisen metodin korvautuminen historiallisilla lähestymistavoilla on tehnyt uudelleen ajankohtaisiksi monet Duhemin käsittelemät kysymykset: tieteenfilosofian ja -historian välinen suhde, käsitteellisen muutoksen luonne tieteessä, tieteellisen tiedon historiallinen rakenne, tieteen ja uskonnon suhde.

¹⁵⁵"Quelques réflexions au sujet de la physique expérimentale", (1894).

¹⁵⁶McMullin[1997], p.607; Brenner[1990], pp.326-9.

¹⁵⁷*Les Origines de la Statique*, t.1, p.iv.

¹⁵⁸Vuonna 1989 USA:ssa (Virginia Polytechnic Institute and State University) pidetyn Duhem-konferenssin julkaisujen johdannossa (*Synthese* 83 1990, no.2, pp.179-82). Uudempi Duhem-kirjallisuus käsittää m.m. teokset Stanley Jaki, *Uneasy genius: the Life and Work of Pierre Duhem* (1984); Roberto Maiocchi, *Chimica e filosofia: Scienza, epistemologia, storia e religione nell'opera de Pierre Duhem* (1985); Paul Brouzeng, *Duhem, 1861-1916: science et providence* (1987); Anastasios Brenner, *Duhem: science, réalité et apparence* (1990); R.N.D. Martin, *Pierre Duhem: Philosophy and History in the Work of a Believing Physicist* (1991). Ariew ja Barker ovat kääntäneet ja toimittaneet englanniksi valikoiman Duhemin kirjoituksia otsikolla *Essays in the History and Philosophy of Science* (Indianapolis, Hackett, 1996; ks. Ernan McMullinin katsaus *Br. J. Phi. Sci.*, 48, December, 1997). Duhemin tietnehistoria on ollut viime vuosikymmeninä vilkkaan huomion kohteena. Erityisesti ns. Duhemin (t. Duhem-Quine) teesiä kommentoivien kirjoitusten lukumäärä on valtava (ks. esim. *Philosopher's Index*).

Kirjoittajien mukaan Duhemin historiallisia töitä ei ole sisällytetty jatkuvaan keskusteluun.¹⁵⁹ Syinä tähän asiointilaan ovat ensinnäkin se, että Duhemin historiallisten, toisin kuin hänen filosofisten töidensä, aikalaisilta, erityisesti George Sartonilta, saama vastaanotto ei ollut suosiollinen. Toiseksi häntä seurannut historioitsijoiden sukupolvi, joka esitti modernin tieteen epäjatkuvana keskiaikaisen tieteen kanssa, torjui hänen oletetut tärkeimmät johtopäätöksensä. Edelleen, historiallisesti orientoituneen tieteenfilosofian nousu 1960-luvulla painotti epäjatkuvuuden aspektia tieteen historiassa. Jatkuvuutta korostavan duhemilaisen näkökulman torjuminen tapahtui näin ennen, kuin suurin osa hänen historiografisista töistään oli tullut julkaistuksi ja käännettyksi. Vastaavasti nytemmin, katsovat kirjoittajat, kun Duhemin historialliset työt on kokonaisuudessaan käytettävissä ja huomattava osa myös englanninkielisinä käännöksinä, kun filosofit osoittavat aitoa kiinnostusta historialliseen työhön, kun sekä historioitsijat ja filosofit alkavat hylätä revolutionaarisen käsityksen tieteen kehityksestä erityisesti Kopernikaanisen kumouksen osalta, kun uskonnon ja tieteen suhde on oppineiden aktiivisen kiinnostuksen kohteena, Duhem voidaan nähdä potentiaalisena osallistujana ajankohtaisiin väittelyihin.

Duhemin historiallinen työ edustaa tieteen itsensä piiristä tullutta sen oman historian hahmotusta. Itseymmärryksen näkökohtaa korostaa vahvasti se tosiasia, että tämän historiankirjoituksen taustalla oleva tietoteoria kuvastaa useissa suhteissa 1800-luvun jälkipuoliskon fysiikassa ajankohtaisiin metodologisiin kysymyksiin löydettyjä ratkaisuja.¹⁶⁰

On kiinnostavaa havaita Duhemin historiallista työtä vastaavien ponnistusten myöhempi lähes täydellinen puuttuminen. Ainoa vertauskohta, joka laajuudeltaan ja intentiona suuruusuntaisuuden puolesta jollakin tapaa vastaa Duhemin työtä, näyttää olevan brittiläisen fyysikon J. Desmond Bernalin (1901-1971) tuotanto. Bernal muistuttaa Duhemia myös siinä suhteessa, että hänenkin historiografiansa taustalla on vaikuttamassa voimakas ideologinen näkemys, nimittäin tietyntyyppinen marxismi. Ja kuten Duhem, yhdisti Bernalin yleisen filosofiansa vahvaan internalismiin tieteen käsitteellisen sisällön kehityksen suhteen.¹⁶¹

Nykypäivän ammattimaistuneen tieteenhistorian piirissä on, erityisesti Kuhniiin vedoten, kehitetty käsitys, jonka mukaan tieteen itseymmärrys on eräissä suhteissa systemaattisesti vääristynyttä. Tämä käsitys näyttää jossain määrin toimivan myös disiplinaarisena ideologiana, jonka tarkoitus on oikeuttaa professionaalisten historioitsijoiden, joilta usein puuttuu tieteellisen käytännön perinpohjainen tuntemus, esittämien selontekojen toisinaan radikaali poikkeaminen tieteen sisäisen historiankirjoituksen painotuksista.¹⁶² Erityisesti Duhemin historiallisen työn yhteydessä esiin tuleva tähän liittyvä keskeinen näkökohta on kysymys intellektuaalisen muutoksen jatkuvuuden ja epäjatkuvuuden suhteesta. Mainitun 'kuhnilaisen' teorian mukaan 'vallankumousten' esiintymisen salaaminen ja 'poikkeustieteeseen' kuuluvan kriittisyyden tukahduttaminen ovat välttämättömiä tiedollisen yhdenmukaisuuden varmistamiseksi

¹⁵⁹Arvio edustanee lähinnä anglosaksista näkökulmaa.

¹⁶⁰Cassirer[1950], ch.5; Brenner[1990], pp.326-8; McMullin[1997], p.606.

¹⁶¹Bernalin historiografian osalta lähteenä H.F. Cohen[1994], pp.216-223 ja *passim*.

¹⁶²Vrt. esim. www-dokumentti "Beginner's Guide to Research in the History of Science" (<http://www.kaiwan.com/~lucknow/horus/guide/cm106.html>), jonka laatija on historian professori Ronald C. Tobey Kalifornian Yliopistosta. 'Positivismi' näyttää toimittavan tieteenhistorioitsijoiden koulutuksessa samaa tehtävää kuin 'etnosentrismi' antropologien initiaatiassa (vrt. H.F. Cohen[1994], pp.39-40; Kuhn[1978], p.364; Gellner[1962], p.28).

'normaalitieteen' piirissä, riittävä yksimielisyys kun on normaalitieteen tehokkuuden edellytys. Myös Duhem piti 'metafyysisen' problematiikan torjumista yksimielisyyden ja jatkuvan edistuksen ehtona (s.70). Kuinka suuri vastakkaisuus 'vallankumouksellisen' ja duhemilaisen kannan kesken nähdään vallitsevan, tulee siten riippumaan paljolti siitä, miten raja fyysikaalisen teorian ja metafysiikan välillä vedetään, ja kuinka suuri heuristinen merkitys metafyysisille taustaoletuksille ollaan valmiita myöntämään. Voinee liioittelematta sanoa, että Duhemin oma kanta molemmissa kysymyksissä oli lähellä erästä äärimmäisyyttä.

Duhemin historiografiaa arvioitaessa huomioonotettava tosiasia on sen tienraivaajaluonne, mikä merkitsi valtavien dokumenttiaineistojen läpikäymistä yleiskatsauksen saamiseksi. Alexandre Koyré, Duhemin tulkintojen vastaisen opposition silloinen johtava edustaja, totesi *Système du monden* myöhempien osien julkaisun johdosta (1956), että kysymyksessä oli "pysyvää arvoa omaava työ, jonka dokumentaation rikkaus on niin suuren työn hedelmä, että se hämmentää mieltä; huolimatta neljästäkymmenestä vuodesta tutkimusta, se säilyy tiedon lähteenä ja tutkimuksen välineenä, jota ei ole onnistuttu syrjäyttämään, ja joka on siten korvaamaton".¹⁶³ Ajankohta ja tehtävän laatu huomioonottaen Duhemin työ siis epäilemättä täyttää aidon historiankirjoituksen kriteerit. Tämän tutkielman aiheen kannalta sen mielenkiintoisuus on kuitenkin toisaalla. Kuten Roger Ariew toteaa, siinä voidaan nähdä "voimallisen ajattelijan syntetisoivan historiallisia tietoja käyttääkseen niitä tukemaan filosofista näkökantaa, joka on yhä tieteenfilosofian eturintamassa".¹⁶⁴ Duhemin positivistinen historiografia toimii siten vastapainona historiografiselle positivismille¹⁶⁵. Mitä tulee alkuperäisen positivismiin vaikutukseen Duhemin historiankirjoitukseen, voidaan todeta Auguste Comten suosion inspiroima kiinnostus historiaan viime vuosisadan lopun Ranskassa.¹⁶⁶

Huolimatta toistuvasti painotetusta jatkuvuuden tärkeydestä ja ilmiöiden pelastamisen tradition pitkästä historiasta, ei vähempää kuin metafyysis-teologinen vallankumous löytyy modernin tieteen juurilta:

modernin fysiikan asettaminen Aristoteleen fysiikan tilalle [...] oli seurausta itsepintaisesta taistelusta, jota Pariisin Yliopisto, tuolloin katolisen oikeaoppisuuden todellinen vartija, kävi peripateettista ja uusplatonistista pakanuutta vastaan.¹⁶⁷

Kristinuskon Jumalan kaikkivaltaisuuden oikeaoppinen korostus johti kreikkalaisen nessesitarianismin kumoamiseen ja skolastisen nominalismin syntymiseen. Pariisilaisten

¹⁶³Jaki[1985], p.xvii; Ariew[1985], p.xix. Ariew toteaa että neljännesvuosisata myöhemmin Koyré'n väite on yhä pätevä, ja sitä voidaan laajentaakin: toista täydellistä kosmologisten oppien synteisiä kreikkalaisista Uuteen Aikaan, eikä keskiaikaisten kosmologisten oppien toista synteisiä ole yritetty.

¹⁶⁴Ariew[1985], pp.xix-xx.

¹⁶⁵'Historiografinen positivismi', vrt. Collingwood[1946], p.132; Lakatos[1978], p.135.

¹⁶⁶Collège Stanislas, jota Duhem kävi, oli katolisen sekundaarisen koulutuksen linnake, mutta sen ihailtu historian opettaja Louis Cons oli agnostinen maallikko ja comtelainen. Stanley Jakin mukaan comtelainen vaikutus on "riittämätön" selitys Duhemin kääntymiselle historiaan. (Jaki[1985], p.xv).

¹⁶⁷"Cette substitution de la Physique moderne à la Physique d'Aristote a résulté d'un effort de longue durée et d'extra-ordinaire puissance. "Cet effort [...] a résulté de la lutte opiniâtre que l'Université de Paris, véritable gardienne, en ce temps-là, de l'orthodoxie catholique, mena contre le paganisme péripatéticien et néoplatonicien." *Etudes sur Léonard de Vinci*, t.3, pp.xiii-xiv.

logiikka ja fysiikka puolestaan tarjosivat aseet modernin tieteen italialaisille alkuunpanijoille näiden taistelussa Filosofin ja Kommentaattorin (Aristoteles ja Averroes) vanhentuneita opetuksia vastaan.¹⁶⁸

Yhdeltä puoleltaan Duhemin kertoma kosmologisten oppien historia on oikean positivistisen tieteenfilosofian historiaa ja kertomusta sen suhteesta metafysiikkaan.¹⁶⁹ Mutta jos Duhemin mukaan Renessanssin astronomia kehittyi teologis-metafyysisen imperialismin ilmapiirissä, ja sen alkuunpanema metafyyminen tendenssi voitettiin lopullisesti vasta 1800-luvulla, niin tämä tulkinta, samalla kun se on comtelaisen käsityksen variantti, on myös eräänlainen edeltäjä myöhemmille teeseille 'modernin tieteen metafyyisestä perustasta'.

4.1. Tieteenfilosofia

Kappaleessa kosketellaan aluksi Duhemin epistemologian perusajatusten kehittymistä 1800-luvun jälkipuoliskon fysiikan yhteydessä, jonka jälkeen kuvataan Duhemin oman ajattelun pääaiheita.

4.1.1. Tieteenfilosofian kehityksiä 1800-luvun jälkipuoliskolla

Mainitun aikakauden fysiikkaa luonnehtii metodologinen uudelleensuuntautuminen, jolle oli ominaista epäluottamus teorian ontologista tulkintaa kohtaan. (Cassirer[1950], p.84).

Antirealismi, mikä merkitsi ennen muuta antimekanismia ja korollaarina antiatomismia, pakotti muotoilemaan uudelleen ongelman siitä, mikä oli teorian olemus ja tehtävä. Tähän probleemaan vastauksena ollut abstraktin symbolisen ja holistisen teoriakonseption muodostuminen on Duhemin tieteenfilosofian historiallisena taustana. Kysymykseen teorian olemuksesta ja tehtävästä annettu vastaus muodostaa myös Duhemin historiankirjoituksen kenties huomatuimman ja kiistellyimmän selektiivisen ja tulkinnallisen näkökulman (s.89 eteenp.).

Teorian ja kokemuksen välistä suhdetta pyrittiin käsitteellistämään ennen muuta *ajattelun ekonomian* (*Denkökonomie*) idean avulla. Ekonomiakäsitteen suuri edustaja oli Ernst Mach, joka päätyi ajatukseensa fysiikan opetustyössään 1861. Duhem omaksui käsityksen ekonomiasta teorian olennaisena tehtävänä, lisäten tähän lakien luokittelun aikaansaamisen, mikä käänne mahdollisti 'luonnollisen luokittelun' idean introdusoimisen sekä tietyn uskonvaraisen realismin suhteessa teorian määrittelemiin relaatioihin. (vrt. Duhem[1914], pp.27, 54, 35; Duhemin realismiin palataan alempana s.65).

Antirealismiin liittyvä aihe oli myös kieltäytyminen kvalitatiivisen maailman palauttamisesta hypoteettiseen ontologiaan, mitä omalla tavallaan ilmentävät Mayerin 'aritmeettinen' näkemys lämpöopin teoriasta sekä Machin 'fenomenologinen' fysiikka (ss.59, 60).

1600- ja 1700-luvuilla hyväksytyyn käsitykseen mukaan olemisella oli järjestys, jota tiedon järjestyksen tuli kuvastaa. Tässä järjestyksessä mekaniikka oli perustava tiede; astronomia, optiikka, hydrostaatiikka - koko empiirinen fysiikka - ajateltiin pätevyytensä puolesta

¹⁶⁸C'est à la Logique, à la Physique des Parisiens qu'en Italie, les initiateurs de la Science moderne empruntent des armes pour combattre les enseignements surannés du Philosophe et du Commentateur; ceux qui s'efforcent de secouer le joug de la tyrannique routine ont les yeux fixé sur Paris, dont la Scholastique nominaliste est, depuis des siècles, en possession de la liberté intellectuelle. *Etudes sur Léonard de Vinci*, t.3, p.227.

¹⁶⁹Vrt. Goddu[1990], p.313.

mekaniikasta riippuvaksi; näin esimerkiksi d'Alembert esipuheessaan *Encyclopédie*hin. (Cassirer[1950], pp.89-90).

Ontologisista vaateista luopumisella oli yhtenä seurauksenaan tieteiden ajattelun hierarkian kyseenalaistus. Oliko fysiikka perustava tiede, jolle muut kokemusperäiset tieteet rakentuvat? Fenomenologisen konseptionsa pohjalta Mach kielsi tämän perinteisen edellytyksen: hänen mukaansa "fysiikka, huolimatta merkittävistä kehityksistä, on kuitenkin vain osa suurempaa tiedon summaa, eikä voi tyhjentää tätä aineistoa [nim. aistimusten analyysia]."¹⁷⁰

Mekanismi ja energetismi

Mekanismin murenemisen ehkä tärkeimpänä sisäisenä syynä olivat eetterin kanssa koetut vaikeudet. Mutta yksin ne eivät saaneet horjumaan mekanistista teoriaa, vaan tarvittiin muita motiiveja, jotka tulivat mekaniikan tieteellistä luonnetta koskevista metodologisista tarkasteluista. Gustav Kirchhoff luopui (1877) vaatimuksesta, että mekanistinen teoria voisi selittää ilmiöt; sen tehtävänä oli vain liikkeiden kuvaus mahdollisimman yksinkertaisella tavalla. Hänen määritelmänsä esitti tärkeää osaa luonnontieteen käsitettä ja tehtävää koskeneissa keskusteluissa. (Cassirer[1950], p.89)

Puheenaoleva metodologinen muutos oli yhteydessä energian nousuun fysiikan keskeiseksi käsitteeksi (tämä kehitys mielenkiintoinen myös siksi, että se valaisee erästä nykyisempää aihetta, nimittäin metodologian riippuvuutta teoriasta¹⁷¹, vieläpä enemmän tai vähemmän yhden ja saman tieteenalan puitteissa¹⁷²).

Energia näytti tarjoavan luonnontutkimuksen eri osa-alueita yhdistävän tekijän, joka mahdollistaisi erillisesti kehittyneiden tutkimusalojen - sähkö, magnetismi, lämpö, valo, mekaniikka, kemia - sisällyttämisen samojen periaatteiden alaisuuteen. 1800-luvun jälkipuoliskon fysikaalisia tieteitä luonnehtiikin energian ja sen muodonmuutosten lakeihin perustunut voimakas teorian yhtenäistymiskehitys (Knight[1986], p.159).

Energian säilymisen periaatteen esitti 1840-luvulla toisistaan riippumatta ainakin kolme tutkijaa - Robert Mayer, James Joule ja L.A. Colding. Sen eräs erikoistapaus, lämmön ja mekaanisen työn vaihdettavuuden periaate, esiintyy Sadi Carnot'n kirjoituksissa ennen vuotta 1832. Käsitys että kaikki ilmiöt ilmentävät yhtä ja samaa 'voimaa' tavataan 1830- ja 1840-luvuilla useilla tutkijoilla, m.m. Michael Faradaylla ja Justus Liebigillä. Kaikkiaan ainakin tusinan verran nimiä voidaan yhdistää energiaperiaatteen keksimiseen.¹⁷³

Kuhn erottaa kolme tekijää, jotka selittävät energian säilymislain samanaikaista keksimistä: konversioprosessien tuntemus, kiinnostus [voima]koneisiin, sekä (mahdollisesti) luonnonfilosofiset ideat. (Kuhn[1977], pp.72-3).

Tapa, jolla energiaperiaate Kuhnin selityksen mukaan liittyy konversioprosessien tutkimukseen (Kuhnin mukaan oli olemassa 'homomorfismi' konversioprosessien verkoston ja vastaavien energiamuunnosten välillä) valaisee kiinnostavasti Duhemin y.m. käsitystä, että teoria toimii kokeellisten lakien esittämisen ja luokittelun välineenä: Noin vuodesta 1800 ja Voltan parin

¹⁷⁰ *Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Psychischen zum Physischen*; lainaus Lübbe, p.100. Vrt. m. s.60 alempana.

¹⁷¹ Ks. esim. Nickles[1974], pp.579-82.

¹⁷² 'Fysiikka' tieteenalana muodostui 1800-luvulla (Kuhn[1977], pp.60-5; Knight[1986], pp.160-1).

¹⁷³ Thomas Kuhn, "Energy Conservation as an Example of Simultaneous Discovery", Kuhn[1977], pp.66-104; pp.66-9.

keksimisestä alkaen alkoi kerääntyä esimerkkejä ilmiöiden konversiosta toisikseen. Galvanismin kemiallisen selityksen mukaan Voltan parissa kemiallinen reaktio synnytti sähkövirran; sähkövirta saattoi synnyttää lämpöä ja valoa. Elektrolyysissä sähkövirta sai aikaan kemiallisen hajoamisen, sulkien muunnosten ympyrän. Sähkövirran magneettisen vaikutuksen havaitseminen toi esiin toisen syklin, sillä magneettinen voima saattoi tuottaa liikettä, ja tämä taas hankauksen välityksellä sähköä. Lämpösähköinen ilmiö ja sen käänteisilmiö, sähkömagneettinen induktio, valokuvaus, valon ja lämpösäteilyn samaistaminen olivat muita muunnosprosesseja jotka 1820- ja 1830-luvuilla liittyivät perinteisesti tunnetun lämmön ja liikkeen keskinäisen konversion seuraan. (ibidem, pp.73-4).

Hermann Helmholtz otti käyttöön (1847) energian säilymisen periaatteen yleisen mekanistisen luonnonselityksen kehityksessä (Cassirer[1950], pp.85-6). Toisenlaista linjaa edusti m.m. Robert Mayer. Tahtomatta tulkita lämmön ja mekaanisen työn ekvivalenssia identtisyytenä hän pidättyi mielipiteestä koskien lämmön luonnetta, pitäen varmana vain sitä tosiasiaa, että lämpö, liike ja kineettinen energia voidaan muuntaa toisikseen kiinteissä numeerisissa suhteissa. (ibidem, pp.95-6).

Mayerin edustama 'arimetisoinnin' linja voidaan erottaa Machin 'fenomenologisesta fysiikasta' toisena tapana välttää selitykset, jotka merkitsivät pyrkimystä poistaa ilmiöiden väliset kvalitatiiviset eroavaisuudet. (ibidem, pp.98-9).

Cassirer uskoo, että mekanismin ja energetismin vastakkainasettelun selittämiseksi on tarpeen mennä tietoteorian juurille. Voidaan erottaa kaksi motiivia, nimittäin avaruuden ja luvun käsitteet, jotka molemmat ovat välttämättömiä, mutta joiden suhteellisen painotuksen osalta on tilaa keskusteluille. Galilein ja Descartesin päivistä avaruudellinen oli ollut fysikaalisen tiedon ideaali ja ymmärrettävyyden mittapuu. Tämän seurauksena geometria ja mekaniikka julistettiin fysiikan ainoaksi perustaksi. Avaruuden valta-asema säilyi 1800-luvun puoliväliin saakka, jolloin nousi intellektuaalinen liike jota voidaan verrata samanaikaiseen matematiikan arimetisointiin. Teoreettisen tieteellisen tiedon painopiste alkoi siirtyä, luvun ottaessa aiemmin avaruudelle kuuluneen aseman, mikä saattoi mekanististen skeemojen arvon kyseenalaiseksi. Heräsi kysymys, olisiko mahdollista määrätä luonnonilmiöt matemaattisesti noita skeemoja käyttämättä. (ibidem, pp.97-8).

Skotlantilainen fyysikko J. Macquorn Rankine, joka ensimmäisenä puhui energetiikan tieteestä, jakoi (*Outlines of the Science of Energetics*, 1855) fysiikan metodin kahteen vaiheeseen, joista ensimmäinen muodostui empiiristen suhteiden havainnoimisesta ja niiden ilmaisemisesta lakien muodossa. Toisessa vaiheessa kokonaisen ilmiöluokan lait palautetaan periaatteiden järjestelmään, josta nuo lait seuraavat loogisesti. Tällainen periaatteiden järjestelmä seurauksineen on ilmiöluokan fysikaalinen teoria. Teorian muodostuksessa voidaan seurata kahta erilaista menetelmää. *Abstrakti* menetelmä määrittelee ilmiöiden tai kohteiden luokan kuvaamalla sen: ajatellaan, että tietty ominaisuuksien kokoelma on yhteinen tämän luokan ilmiöille tai kohteille tarkastelemalla niitä sellaisina, kuin ne aistein havaitaan ja lisäämättä mitään oletuksellista; lopuksi niihin liitetään tietty nimi tai symboli. *Hypoteettisessa* menetelmässä ilmiöiden tai kohteiden luokan määritelmä johdetaan niiden luonnetta koskevista arveluista: kuvitellaan, että ne muodostuvat, tavalla joka ei lankea aistien piiriin, muovaumana jonkin sellaisen toisen luokan ilmiöistä tai kohteista, joiden lait jo tunnetaan. Rankine näki, että tutkimuksen edistyessä hypoteettiset teoriat vähitellen korvataan abstrakteilla (Mach ilmaisee samanlaisen näkemyksen koskien mekanististen hypoteesien rajoitettua heuristista voimaa, ks. *Mechanik*, p.599). Tutkimuksen alussa ne kuitenkin ovat välttämättömiä yksinkertaisuuden ja järjestyksen tuomiseksi ilmiöiden ilmaisuun. (Duhem[1914], pp.74-5).

Yritys erottaa ankara teoria hypoteesista vaati niiden suhteen tutkimista uudelleen puhtaasti epistemologiselta näkökannalta. Fysiikassa kaikkialla esiintyvien abstraktien piirteiden

omalaatuinen merkitys tuli samalla tunnustaa ja vahvistaa. Silloinkin, kun ontologisen tulkinnan välttämiseksi teorian käsitteistä puhuttiin pelkkinä symboleina, oli välttämätöntä osoittaa näille symboleille teoreettinen merkitys ja jossakin mielessä 'objektiivinen' sisältö. Kaikkea muuta kuin mielivaltaisia lisiä, ne olivat olennaisia tekijöitä annetun järjestämisessä kokemuksen järjestelmäksi. (Cassirer[1950], p.103).

Mach

Ernst Mach painotti eroa luonnon kausaalisen tulkinnan ja ilmiöiden mekanistisen selityksen välillä. Kausaalisuus edellyttää vain varmuutta ja määrällisyyttä siinä, mitä tapahtuu, eikä sano mitään yhden tapahtumien alueen primaarisuudesta toisiin nähden (vrt. *Mechanik*, p.604). Jos jokin periaate ilmaisee erityisen läheisesti syysuhteen lakia, se on pikemminkin energiaperiaate, jonka voidaan osoittaa hallinneen ilmiöiden tulkintaa jo kauan ennen kuin se edes tuli nimenomaisesti muotoilluksi; mekaniikka ei tuonut fysiikkaan sitä "laajaa näkemystä", jota parhaat tutkijat ovat aina osoittaneet (ibidem, p.601). Machin argumentti on tässä kohtaa tietoisesta historiallisesta:

Luonnontutkijalle on olemassa erityinen klassinen koulutus, jonka muodostaa tieteen historian tuntemus. Älkäämme kadottako näkyvistä historian ohjaavaa kättä. Se on tehnyt kaiken, ja voi kaiken muuttaa.

(Cassirer[1950], pp.91-2).

Mach uskoi historiallisen voivan olla tärkeän kriittisen ja heuristisen funktion:

Historiallinen tutkimus ei ainoastaan edistä nykyisin olemassa olevan ymmärrystä, vaan se myös tuo esiin uusia mahdollisuuksia osoittamalla nykyisten periaatteiden olevan suuresti mitassa konventionaalisia ja satunnaisia.

Fysikaalisten periaatteiden alkuperän tuntemus torjuu vaaraa, että nämä muuttuvat vain puolittain ymmärretyiksi ohjeiksi, ellei suorastaan ennakkoluuloiksi. Ei ainoastaan myöhemmin hyväksytyjen ja viljeltyjen ideoiden tuntemus ole välttämätöntä tieteen historialliselle ymmärtämiselle, vaan myös hylättyjen ja väliaikaisten ajatusten tuntemus on tärkeää ja erittäin opettavaista. (*Mechanik*, p.316).

Mach piti ajatusta tieteiden hierarkiasta erehdyksenä. Mekaniikka ei ole muita tieteitä . perustavampi: "Mekaniikan tiede ei käsitä maailman perustaa, eikä edes osaa maailmasta, vaan erään puolen maailmasta". Vastakkainen käsitys johtuu päämäärien ja keinojen sekoittamisesta sekä siitä, ettei rajoituta tosiseikkojen esittämiseen. Tieteiden erottelu on osaksi sovinnainen, osaksi fysiologinen, ja osaksi historiallinen. (*Mechanik*, pp.611, 612, 596-7). Työnjaosta ja erikoistumisesta johtuva kapeutumisen voi saada spesialistin liioittelemaan välineidensä arvoa, ja jopa näkemään niissä tieteen objektiivisen kohdan, sen sijaan että hän pitäisi niitä vain alansa hallinnan taloudellisina välineinä. Näin on itse asiassa tapahtunutkin; enemmistö tutkijoista uskoo sellaisten intellektuaalisten välineiden kuin massan, voiman, atomin ym. käsitteiden omaavan ajatuksesta riippumattoman todellisuuden. (ibidem, pp.609-10). Jokainen käsitys erityistiedon suhteesta tiedon kokonaisuuteen sisältää filosofian, jonka puuttuminen tutkijalta johtaa muotoilemaan senkaltaisia kuviteltuja ongelmia kuin kysymys mahdollisuudesta selittää aistimukset fysikaalisesti. Mach pyrkii selittämään mainitun väärän ongelmanasettelun siitä suuremmasta luottamuksesta johtuvaksi, jota tunnemme aika- ja avaruussuhteita kohtaan verrattuna värin, lämmön, jne. aistimuksiin. Mutta aika ja avaruus ovat aistimusjoukkojen hyvinjärjestettyjä systeemejä. Mekaniikan yhtälöissä esiintyvät suureet ovat *ordinaalisia symboleja*, jotka esittävät näiden systeemien niitä jäseniä, jotka ovat mentaalisesti eristettävissä ja korostettavissa (ibidem, pp.610-11).

Machin näkemys fysikaalisten käsitteiden symboliluonteesta muistuttaa Heinrich Herzin vastaavaa. Herzin mukaan tieteen praktinen päämäärä, tulevaisuuden ennakointi, saavutetaan siten että muodostamme "ulkoisten kohteiden subjektiivisia kuvia tai symboleja (*Bilder*) joiden intellektuaalisesti välttämättömät seuraukset ovat noiden kohteiden luonnossa välttämättömien seurausten kuvia" (Cassirer[1950], p.104). Herz näyttää ajatelleen että, Gaston Bachelardin ilmaisua lainaten (*Le nouvel esprit scientifique*, p.8), "epistemologisen vektorin suunta on rationaalisesta reaaliseen". Hän uskoi puhtaasti luonnontieteen mahdollisuuteen, mihin viittaa puhe luonnonvälttämättömyydestä. (Cassirer[1950], p.106). Viimemainittu seikka oli arvostelun aihe Machille, jonka mukaan looginen välttämättömyys on ainoa, mistä meillä voi olla tietoa (*Mechanik*, p.318). Huomattakoon että Herz näyttää muotoilleen filosofiansa nimenomaan systematisoinnin kontekstissa, mekaniikan aksiomatisointinsa yhteydessä.

Käytännöllisen päämäärän asettama ehto ei Herzin mukaan vaadi yksittäisten symbolien ja vastaavien kohteiden samankaltaisuutta; todennuksen vaatimus kohdistuu teoriaan kokonaisuutena. Tästä tosiasiaista on seurauksena suuri intellektuaalinen vapaus teorian muodostuksessa. Juuri teorialle asetetun ehdon kokonaisluonteisuuden mahdollistama rationalistinen painotus erottaa Herzin näkemystä Machin vastaavasta.¹⁷⁴

Machin tärkein epistemologinen idea oli *ekonomian* ajatus. Ekonominen käytäntö on erityisesti myös kokemuksen ja teorian suhdetta hallitseva periaate: Tieteen tavoite on korvata kokemukset tuottamalla ja ennakoimalla tosiseikat ajatuksissa. Muisti on kätevämpi kuin kokemus, ja ajaa usein saman asian. Ekonominen käytäntö täyttää tieteen koko elämän, ja sen ymmärtämisen myötä kaikki salaperäisyys tieteen suhteen häviää. Kun tiede välitetään opetuksen avulla, yksilö voi hyötyä toisten kokemuksista, ja kokonaisten sukupolvien kokemus on tallennettuna kirjastoihin. Kieli, joka palvelee tätä kommunikaatiota, on jo itsessään ekonominen väline. Kokemukset eritellään, hajoitetaan osiinsa yksinkertaisemmiksi ja tutummiksi kokemuksiksi, ja symboloidaan tarkkuuden jonkinasteisella kustannuksella. Kieli on kehittymässä ideografiseen suuntaan. Kirjoitettu kieli ei enää ole pelkkää puheen transskriptiota. Numerot, kemialliset merkit, algebralliset symbolit, foneettiset aakkoset, voidaan jo nähdä osana tulevaa universaalia karakteristiikkaa; ne ovat ratkaisevasti käsitteellisiä ja lähes yleisessä kansainvälisessä käytössä. Tosiseikkoja ei tuoteta ajatuksissa täydellisinä, ainoastaan meille tärkeiltä puoliltaan, jotka määräytyvät suoraan tai epäsuorasti käytännöllisistä eduista käsin; jäljennöksemme tosiseikoista ovat säännöllisesti abstraktioita, mikä on jälleen ekonominen pyrkimys. (*Mechanik*, pp.577-9).

Ekonomia on siis yleinen epistemologinen periaate. Teoreettisen tieteen historia on ymmärrettävä ekonomisten välineiden kehittelyn historiana. Mach pitää ekonomiaa teorian ainoana hyötynä: ei ole ainoatakaan tieteen tulosta jota ei periaatteessa voitaisi saavuttaa ilman menetelmää; käytännössä mitään merkittävää tiedon kokonaisuutta ei kuitenkaan ole mahdollista saavuttaa muutoin kuin noudattamalla suurinta mentaalista ekonomiaa (ibidem, p.586).¹⁷⁵

¹⁷⁴Cassirer[1950], pp.104, 106.

Erilaisten tarkoituksien ja eri kontekstien huomioonottaminen näyttäisi tässä kohtaa tärkeältä; ei ole mielestäni ilmeistä, että Machin ja Herzin käsitykset erosivat niin suuresti kuin Cassirer antaa ymmärtää. Erityisesti *Mekaniikassa* kohteena on mekaanisten ideoiden kehitys (p.317), siis alkuperäisen keksimisen konteksti. Kysymystä valaissee myös Machin arvio analyyttisestä mekaniikasta: Tämä ei tuo mukanaan mitään perustavaa valaistusta; periaatteellisten asioiden keksimisen täytyy olla oleellisesti loppuun suoritettu ennen kuin voidaan ajatella analyyttisen mekaniikan laatimista, jonka ainoa tarkoitus on ongelmien käytännöllinen hallinta; Lagrangen saavutus on luonteeltaan olennaisesti ekonominen. (*Mechanik*, p.575). Metodologinen kriteeri kohdistuu siis Machinkin mukaan systematisointiin kokonaisuutena.

¹⁷⁵Edmund Husserl arvosteli (*Logische Untersuchungen*) käsitystä, että ekonomia on teoriaa ja kokemusta yhdistävä periaate; matemaattisen ja loogisen a priori pätevyys päinvastoin on "ennakkoehto jokaiselle mielekkäälle selonteolle ajattelun ekonomiasta, eikä siten voi mitenkään olla todisteena ajattelun ekonomian oppiin nojaavalle selitykselle" (Lübbe, pp.96-7). Vastauksessaan Mach

Fysiikan eri periaatteet eivät eroa toisistaan kognitiiviselta asemaltaan, niiden joukossa ole mahdollista määritellä epistemologista hierarkiaa. Yritykset todistaa jotkin periaatteet toisten avulla edustavat "vääriä ja virheellisiä ankaruuksia". Eri periaatteiden välinen todellinen suhde on *historiallinen*. Yksi voi mennä toista pidemmälle tietyssä suunnassa, mutta jokainen niistä on riippumaton yhteenveto sen pohjana olevista tosiseikoista:

On enemmän ajattelun ekonomian ja tieteen estetiikan mukaista *tunnustaa* periaate tietyn alueen faktojen ymmärtämisen avaimiksi, ja *todella nähdä*, miten se läpäisee kaikki nuo faktat, pikemmin kuin pitää itseämme pakotettuina suorittamaan kömpelö ja rampa deduktio epäilmeisistä lausumista, jotka sisältävät saman periaatteen mutta jotka sattuvat olemaan meille tutumpia.

Erityisesti näkemys, että jotkin periaatteet ovat *a priori*, selittyy sillä, että nämä 'instinktiiviset' uskomukset ovat luonteeltaan epäpersoonallisia niin, että subjekti ei tunne lisääneensä itse mitään niihin. Mach, jonka näkemys tiedosta oli evolutiivinen, piti vaistomaista tietoa tärkeänä haluamatta kuitenkaan mystifioida sitä, eikä pitänyt sitä erehtymättömänä. (*Mechanik*, pp.93-5).

Samalla kun se tunnustaa tieteellisten käsitteiden ja tieteellisen tiedon historiallisen ja konventionaalisen luonteen, Machin tietoteoriassa on vahva naturalistinen¹⁷⁶ juonne, jota m.m.

kieltäytyy asettamasta vastakkain loogista analyysia ja empiiristä tutkimusta: vaikka tieteiden looginen analyysi olisi valmis, biologis-psykologinen tutkimus niiden kehityksestä pysyisi hänestä välttämättömyytenä, mikä ei estäisi tekemästä loogista analyysia puolestaan tästä tutkimuksesta; jos ekonomiaa pidetään teleologisena ja väliaikaisena tutkimusta ohjaavana teemana, ei ole estettä sille, että ekonomialla olisi syvempi perusta; mutta ekonomia säilyy selkeänä loogisena ideaalina senkin jälkeen kun siitä on esitetty täydellinen looginen analyysi. Mitä tulee psykologisiin, Mach uskoo itsensä kuten jokaisen muunkin, joka on tutkinut loogisia prosesseja psykologiselta kannalta, olevan kykenevä erottamaan loogiset ja psykologiset kysymykset toisistaan. Vastauksena Husserlin väitteeseen, että hän hävittäisi erottelun jokapäiväisen elämän "sokean" ajattelun ja loogisen ajattelun väliltä, hän viittaa analyysiinsä Newtonin mekaniikan käsitteistä; hän toteaa pitävänsä ekonomiakäsitteen ansiona juuri sitä, että se "on kasvanut ulos oppineesta tutkimuksesta, ollen syvään juurtunut ihmiskunnan elämään ja reagoiden siihen voimallisesti". (*Mechanik*, pp.593-4). Husserl myönsi, että ekonomistit menettelyt muodostavat tärkeän osan tieteellistä käytäntöä. Yllämainitun ideaalisen näkökohdan lisäksi fenomenologinen kritiikki huomauttaa siitä, että ekonomisten välineiden käyttö on 'mekaanista', se ei muuta yksilön kognitiivista kapasiteettia. (Lübbe, p.95).

¹⁷⁶Alex Rosenberg toteaa katsausartikkelissaan ("A Field Guide to Recent Species of Naturalism", *Brit. J. Phil. Sci.* 47, 1996, pp.1-29) nykyisen naturalismin jakavan kolme 'aksiomaa' ja 'teoreeman': aksiomat ovat 'ensimmäisen filosofian' torjuminen; 'skientismi' - tieteet fysiikasta psykologiaan ja sosiologiaan toimivat oppaina epistemologiaan ja jopa metafysiikkaan; sekä 'darwinismi', s.o. muuntelun ja valinnan teorian soveltamisen tiedon muodostuksen selittämiseen (p.4). Näistä seuraava teoreema on (tieteen) edistyvyys: tieteenfilosofiassa naturalismi "pyrkii sovittamaan yhteen tieteen historian inhimillisenä laitoksena positivistisen näkemyksen kanssa, että tieteen menetelmät ovat ainoalaatuisten soveliaita antamaan objektiivista tietoa, joka on varmistettavissa riippumatta sen sosiaalisesta ja psykologisesta yhteydestä" (pp.2-3). Nykyisen naturalismin (edustajia m.m. Philip Kitcher, Ronald Giere, Richard Boyd, Larry Laudan) lähteinä ovat Rosenbergin mukaan Ernest Nagelin metodologinen induktivismi: "lausuman... oikeutus johtuu yksinomaan sille saatavilla olevista todisteista, ja siitä kontingentista historiallisesta tosiasiaista, että todisteiden hankkimisessa ja arvioinnissa käytetyt erityiset menetelmät ovat yleensä olleet tehokkaita luotettavan tiedon tuottamisessa" (Nagel[1956], p.15), sekä Quinen suorittama tieteellisen teorian ja filosofisen analyysin rajan poistaminen (analyttinen-synteettinen -distinktion kritiikki). Quinen naturalismi on taipuvainen luisumaan skientismin, 'tieteen kokonaisuuden' samaistamiseen luonnontieteiden kanssa, ja epistemologian pitämiseen empiirisen psykologian haaraan (Haack[1993], erit. p.337). Avarampaa naturalismia edusti Otto Neurathin tieteen tutkimuksen ohjelma, jonka menetelmien tuli käsittää niin sosiologia ja historia kuin logiikka ja lingvistiikka (Uebel[1996], p.432). Edgar Zilsel, toinen Wienin Piirin vasemmistolaisista Neurathin ohella, merkittävästi sovelsi

käsitteet 'ekonomia' ja 'vaistomainen uskomus' ilmentävät: Tiedon muodostus on osa ympäristöön sopeutumista, joka liittyy saumattomasti biologiseen evoluutioon (hän m.m. viittaa "universaalin geneettisen teknologian" olemassaolon mahdollisuuteen (*Mechanik*, p.615). Machin naturalismiin kuuluu myös näkemys, ettei tieteen ja filosofian kesken ole hierarkiaa eikä vastakohtaisuutta (vrt. s.61 alav.175). Hän luonnehtii tapaansa (empiiristä) lähestyä epistemologiaa henkilökohtaisena menetelmänvalintana:

Huomasin hyödylliseksi... tarkastella jokapäiväistä ajattelua ja tiedettä yleensä biologisena ja orgaanisena ilmiönä, jossa looginen ajattelu muodostaa ideaalisen rajatapauksen.

Hän ei epäillyt, ettei tutkimus voisi alkaa kummasta päästä tahansa. (*Mechanik*, pp.592-3). Mach on luonnollisesti naturalisti siinä mielessä, että hän torjuu 'ensimmäisen filosofian' (s.65 alav.179).

4.1.2.Duhemin tieteenfilosofia

Duhemin tieteenfilosofiasta kosketellaan sen menetelmää, teorian ja tosiseikan käsitteitä, naturalismia, realismia, rationalismia, tieteiden välisiä metodologisia eroja, tieteen kieltä, hypoteesin valintaa, fysiikan epistemologisen rekonstruktion mahdollisuutta, käsitteellisen muutoksen luonnetta, historian merkitystä tieteen pedagogiassa ja justifikaatiossa, skeptisismää, tieteen historiallisen kehityksen jatkuvuutta, fysiikan ja metafysiikan erottamista toisistaan, fysiikan autonomiaa ja edistystä.

La Théorie physique on "looginen analyysi menetelmästä, jolla fysiikka edistyy". Tekijän aikomuksena ei siinä ollut ulottaa tarkastelujaan fysiikan ulkopuolelle eikä myöskään yrittää vetää logiikan rajat ylittäviä johtopäätöksiä.

Looginen analyysi tuo esiin fysiikan menetelmän osat ja niiden järjestyksen sekä määrittää teorian tehtävän. Se osoittautuu olevan kriittinen metodi joka Duhemin käsissä puree induktivismiin ja eräisiin konventionalismin muotoihin; myöhemmin ja toisten käyntelemänä samat kriittiset näkökohdat vievät pohjan tietyiltä uskantilaisilta ja positivistisilta yrityksiltä tehdä episteemisiä erotteluja fysikaalisen teorian sisällä (s.126). Mutta looginen analyysi myös ja ennen kaikkea paljastaa ne kohdat, joissa ja ne tavat, joilla käytännölliset, psykologiset ja metafysiset tarkastelut tulevat vaikuttaviksi fysiikan harjoituksessa. Nämä liittymät, samoin kuin kysymys siitä, miten fysiikan teoria eroaa matematiikasta, tai miksi se erkautuu tavallisesta ymmärryksestä, valmistavat mahdollisuutta sijoittaa fysiikan tiede historiaan.

La Théorie physique tarkisti vastaukset sellaisiin epistemologisiin peruskysymyksiin kuin mitä on teoria, mitä on koe, mitä on laki ja mitä on fakta (Cassirer[1950], pp.111-13).

Erityisesti kysymys teorian olemuksesta osoittautuu merkitseväksi sekä historiografisen konseptin että yksittäisten tulkintojen kannalta (vrt. 'Induktivismista konventionalismiin' s.76 ja s.89 eteenp.).

Ylempänä todettiin (s.57), että Duhem tarkasteli teorian tehtävää ennen muuta ekonomiakäsitteen valossa. Ilmeisesti omaperäinen on ajatus teoriasta lakien *luokittelun* välineenä. Teoria perustaa fysikaaliset ilmiöpiirit - esim. optiikan teoria dispersion ja diffraktion - sijoittamalla empiiriset lait kunkin omaan lokeroonsa (Duhem[1914], pp.30-1). Konventionalismi tai instrumentalismi ilmenee Duhemilla siten, että hän pyrkii pitämään teorian

sosiologista näkökulmaa varhaisen modernin tieteen kehittymisen selittämiseen (H.F. Cohen[1994], p.336ff).

aikaansaamaa järjestystä pelkästään formaalina, ja sellaisena tietoarvoa (valeur de savoir) ja objektiivista merkitystä vailla olevana, asettaen jälkimmäisessä suhteessa käsityksensä vastakohtiksi karteesisen teorian ja atomismin, jotka perustavat fysiikan metafysiikkaan, sekä Newtonin induktivismiin, jonka mukaan teorian lausumat ovat yleistyksen muuntamia kokemuseräisiä lauseita (vrt. Duhem[1914], pp.430-1, 495).

Toisaalla Duhem kuitenkin kieltäytyy samaistamasta teorian kognitiivista sisältöä mekaanisten hypoteesien kanssa: Tieto/väline erottelu ei ole sama kuin mekaanisten ja ei-mekaanisten hypoteesien välinen ero (Duhem[1914], p.484). Esimerkiksi 'englantilainen' tapa käyttää mekaanisia malleja on instrumentalistista, kun taas aristotelinen fysiikka on realistinen mutta ei-mekanistinen teoria (ibid., p.485). Mekanismin etuina ovat harvalukuiset peruskäsitteet, ja sen *mielikuvitukselle* tarjoama apu; energetiikka taas liittyy välittömämmin ja jatkuvammin kokemukseen, eikä edellytä kvaliteettien reduktiota toisiinsa (ibid., pp.493-4, 492, 491).

Analyysi fysikaalisen kokeen ja fysikaalisen faktan käsitteistä johti faktan ja teorian vastakkaisuuden häviämiseen:

Analyysi minkä olemme antaneet fysikaalisista kokeista osoittaa faktojen olevan kokonaan teoreettisen tulkinnan läpäisemiä siihen pisteeseen saakka, että sellaisissa kokeissa faktojen ilmaiseminen teoriasta riippumatta tulee mahdottomaksi. (Duhem[1917], p.187).

La Théorie Physique tekee eron käytännöllisten tai raakojen (pratiques, bruts) ja teoreettisten faktojen kesken: Edelliset ovat epäteoreettisia ja ne ilmaistaan lähinnä arkikielellä (ibidem, pp.199-200). Teoreettiset faktat taas ovat kokeen *teoreettisen tulkinnan* tulos, ja ne ilmaistaan teorian symbolien avulla. Kokeen tulkinta riippuu siitä, mitä teorioita fyysikko hyväksyy (ibidem, p.222). Lisäksi Duhem näyttää ajattelevan, että monet kokeelliset lait formuloidaan ainoastaan teorioiden symbolein: hän nimittäin huomauttaa, että teorioiden muuttumisen johdosta lukemattoman monia empiirisiä lakeja joutuu unohduksiin, ne kun on ilmaistu kielellä, jota ei enää ymmärretä.

Mainittakoon, että Eduard Le Roy päätyi (1899) Duhemin analyysin pohjalta 'tieteellisen faktan' vahvasti subjektivistiseen tulkintaan väittäen, että jokaisessa kokemuksessa läsnäolevan ja eliminoitumattoman teoreettisen komponentin johdosta tieteellinen fakta on tietyssä määrin subjektin 'luoma'. (Maiocchi[1990], pp.390-1).

Eräs seikka, jolla on merkitystä Duhemin historiografian ehtona on se, ettei *naturalismi* - edes siinä 'maltillisessa' merkityksessä, joka antaa episteemisesti etuoikeutetun aseman tieteelle tarkoittamatta tällä yksinomaan luonnontieteitä¹⁷⁷ - hänen ympäristössään ollut itsestäänselvä lähtökohta. Oletettiin toisin sanoen, että filosofialla tai teologialla saattaa olla käytettävissään tiedon lähteitä (käsitteellinen välttämättömyys ja ilmoitus), jotka eivät ole avoimia tieteelle. Tämä mahdollistaa eron tekemisen kosmologian ja fysikaalisen tieteen välillä. Tieteen kosmologinen merkitys on non-naturalistisen näkemyksen mukaan problemaattinen asia, ja Duhemin kanta on, että kosmologisia johtopäätöksiä voidaan tehdä vain siitä muodosta - empiiristen lakien *luonnollinen luokittelu* - jota kohti fysiikan teoria pyrkii, ei välttämättä nykyhetkellä hyväksytyjen teorioiden perusteella. Filosofin tehtäväksi jää arvioida, millä fysikaalisen teorian piirteillä on pysyvää arvoa; esimerkiksi mekanistisilla hypoteeseilla sitä ei Duhemin mielestä ollut. Vaikka niillä onkin yhteisenä lähtökohtanaan kokemuseräiset lait, kosmologia ja fysiikka ovat heterogeenisiä, vailla yhteisiä käsitteitä, ja niiden kesken voi vallita

¹⁷⁷Vrt. Haack[1993], p.336; 'naturalismin' käsitteestä ks. alav.176 s.62.

enintään analogia.¹⁷⁸ Teorian instrumentalistista tulkintaa saatettiin siis käyttää antinaturalistisena strategiana.¹⁷⁹

Duhemin tieteenfilosofia päättyy avoimeen paradoksiin positivismin ja transsendentin realismin välillä: Fysiikan metodin looginen analyysi paljastaa, että ainoa väylä minkä kautta tieteen rakennus tulee osalliseksi totuudesta on kokeellinen todennus. Kokemusperäiset väittämät, ja vain nämä, ovat tosia tai epätosia, ja vain niitä koskee ristiriidan laki. Mitä tulee teorian mukanaan tuomiin propositioneihin, ne eivät ole tosia tai vääriä; ne ovat ainoastaan käytännöllisiä tai epäkäytännöllisiä, ja sellaisina niitä ei ristiriidan laki koske.¹⁸⁰

Toisaalta mikään tieteellinen metodi ei täysin sisällä itsessään omaa oikeutustaan. Teoreettinen fysiikka lepää postulaateilla jotka voidaan perustella vain fysiikalle vierailta syillä. Näihin postulaatteihin kuuluu erityisesti *teorian yhtenäisyyden* periaate, vaatimus, että luonnonlakien kokonaisuus on pyrittävä esittämään yhden loogisesti konsistentin teorian avulla.¹⁸¹

Fysiikan metodin tutkimus ei siis pysty paljastamaan syytä, joka johtaa fyysikon konstruoimaan teoriasa. Tämä syy voidaan (ibidem, pp.508-9) ilmaista uskomuksena, että fysikaalinen teoria antaa ulkomaailmasta tietoa, joka ei täysin palaudu empiiriseen tietämykseen ja joka ei ole peräisin kokemuksesta eikä teorian käyttämisestä matemaattisista menetelmistä. Järjestelmä, johon teoria sovittaa empiiriset tulokset, ei löydä täyttä oikeutustaan käytännöllisissä ja esteettisissä ominaispiirteissään; fyysikko *aavistaa* - tässä yhteydessä Duhem käyttää johdonmukaisesti uskon kieltä - lisäksi, että se on, tai pyrkii olemaan, luonnollinen luokittelu, joka fysiikalle tavoittamattoman analogian kautta vastaa jotain ylempää järjestystä. Fyysikko joutuu tunnustamaan, että usko fysiikalle transsendenttiin järjestykseen on fysiikan teorian ainoa olemassaolon oikeutus. Asenteen, vuoroin vihamielisen, vuoroin suosiollisen, minkä tämä väittäjä hänen mukaansa jokaisessa fyysikossa herättää, Duhem tiivistää Pascalin sanoihin: "Kyvyttömyytemme todistaa on voittamaton kaikelle dogmatismille, ideamme totuudesta on voittamaton kaikelle pyrrhonismille."¹⁸²

¹⁷⁸ Duhem[1914], pp.435, 454, 457, 450, 460.

¹⁷⁹ Machilla oli epäilyksiä Duhemin tarkoitusten suhteen: "Ottaen huomioon vaikutusvallan, joka skolastisismilla ja Katolilaisuudella Ranskassa yhä on, on mahdollista, että hän elättelee jonkinlaista pirua taka-alalla; hän on loppujen lopuksi [Tuomas] Akvinolaisen ihailija, asia, jota hän ei mitenkään salaa; Mutta mitä se merkitsee niin kauan, kuin hän ei päästä pirua vapaaksi. Ehkäpä hän haluaa vapauttaa fysiikan metafysiikasta vain tehdäksään kyynärpäätillaa jälkimäiselle fysiikan kustannuksella? Filosofit ja teologit voivat tehdä metafysiikalla mitä haluavat. Jos se totuttaa fyysikot, fysiologit ja psykologit tulemaan toimeen ilman metafysiikkaa, kaikki on voitettu." (kirje v:lta 1908; lainaus Howard[1990], p.377 n.4).

¹⁸⁰ "Quant aux propositions introduites par la théorie, elles ne sont ni vraies ni fausses; elles sont seulement commodes ou incommodes; si le physicien juge commode de construire deux chapitres différents de la Physique au moyen d'hypothèses qui se contradisent, il est libre de le faire; le principe de contradiction peut servir à juger sans appel du vrai et du faux; il n'a aucun pouvoir pour décider de l'utile et de l'inutile; obliger donc la théorie physique à garder, en son développement, une unité logique rigoureuse, ce serait d'exercer sur l'intelligence du physicien une tyrannie injuste et insupportable." (Duhem[1914], p.507; vrt. m. Duhem[1917], p.186).

¹⁸¹ Duhem[1914], p.445. "La théorie physique doit s'efforcer de représenter tout l'ensemble des lois naturelles par un système unique dont toutes les parties sont logiquement compatibles entre elles."

¹⁸² Nous avons une impuissance de prouver invincible à tout le Dogmatisme; nous avons une idée de la vérité invincible à tout le Pyrrhonisme.

Teoreettisen representaation loogisen yhtenäisyyden periaate edustaa siis realistista momenttia fysiikan menetelmässä. Pyrkimystä yhtenäisteoriaan motivoi empiiristen lakien luonnollisen luokittelun idea, johon fysiikan asenne on kuitenkin ambivalentti. Representaatioiden keskinäisen koherenssin vaatimus on teorioiden tarkoituksen kannalta perusteeton ja sietämätön. Fysiikan teorioiden objektiivinen merkitys on kyseenalainen; metafysiikko voi varmasti perustaa vain kokemusperäisiin lakeihin. Tieteen historian kautta metafysiikolla on kuitenkin osittainen pääsy lakien luonnollisen luokittelun edustamaan ylempään järjestykseen, johon teoreettisen edistyksen suunta osoittaa. Robert Westmanin sanoin (Westman[1990b], p.263)

tuntee houkuttusta tulkita Duhemin evolutionistinen käsitys sekularisoituna historian teologiana... jossa ilmenee jumalallinen suunnitelma suunnattuna tieteellisenä traditiona, lunastaen fysiikon, joka oivaltaa luonnollisen luokittelun jota kohti fysikaalinen teoria kulkee.

Duhem omaksui positivismin kriittisen puolen vieden sen hetyttömästi loppuun saakka. "Ei ristiriidan laki, eikä intellektuaalisen ekonomian periaate tee mahdolliseksi kumoamattomasti todistaa, että fysiikan teorian täytyy olla loogisesti koordinoitu; mistä vedämme perustelun tämän mielipiteen puolesta?" (Duhem[1914, p.150-1). Looginen ja epistemologinen analyysi on kohdannut mahdollisuuksiensa rajat, ja Duhem kääntyy psykologiaan. Realistinen näkökohta ei ole vaikuttamassa yksin teoreettisen representaation yhtenäisyyden periaatteen hyväksi; toinen tekijä on psykologinen. Duhem kehittää Pascalin ajatusta kahdenlaatuisista hengistä: *esprit de finesse* ja *esprit géométrique*. Ekonomia on suhteellinen fysiikon hengen laatuun: faktojen palauttaminen lakeihin, ja lakien palauttaminen teorioihin, mikä abstrakteille hengille edustaa ekonomiaa, ei ole sitä lainkaan imaginatiivisille hengille. (Duhem[1914], p.79-80). Rationalistinen tendenssi näyttäytyy vahvana Duhemin metodologisessa asenteessa. Kuten alussa huomautettiin, *Traité d'énergétique*, jota Duhem piti päätyönään fysiikassa, oli luonteeltaan yritys systematisoida olemassa oleva tietämys. Duhemin rationalismissa on kysymyksessä oman¹⁸³ hengenlaadun tiedostaminen, ei abstrakti totuus, eikä hän esimerkiksi kokonaan kiistä mekaanisten mallien arvoa. Stephen Toulmin esittää, että deduktiivisesti järjestetty teoria ilmaisee Duhemin käsityksessä rationaalisuuden itse olemuksen. Toulmin, joka ei myöskään usko, että 'intellektuaalisia strategioita' olisi mahdollista valita universaalien episteemisten periaatteiden nojalla, nimittää Duhemin rationalismia 'karteesiseksi'. Toulmin toteaa, että kvanttimekaniikka saattoi karteesisen rationalismin jälleen oikeuksiinsa, jotka J.J. Thomsonin, Rutherfordin, y.m. mekanistisen teorioiden menestys oli himmentänyt. (Toulmin[1972], p.248-50). Väärinkäsityksen välttämiseksi kannattaa huomata, että Duhem hylkäsi Descartesin rationalismin syystä, että se alisti fysiikan metafysiikalle, ja sitä paitsi asetti teorian alkuun mielikuituksen aktin. Geometrisen hengen tuotteet voivat olla joko representatiivisia tai eksplikaatiivisia teorioita; karteesinen fysiikka oli jälkimmäistä lajia, Duhemin arvostama synteesi edellistä. Duhemin rationalismi liittyikin kenties enemmän Pascaliin kuin Descartesiin (Duhem[1914], pp.105, 116; Crowe[1990], pp.444-5).

Onko tutkimuksen menetelmä kaikille empiirisille tieteille yhteinen? Duhem, toisin kuin eräät positivistit myöhemmin, ei korostanut tieteen metodologista ykseyttä. Itse asiassa hän näkee oleellisen eron fysiikassa sekä vähemmän teoreettisilla empirian alueilla kuten fysiologiassa soveltuvien menetelmien välillä - *La Théorie physiquessa* esitetty analyysi teorian ja kokemuksen suhteesta oli myös vastaus Claude Bernardin klassisena pidettyyn esitykseen kokeellisesta menetelmästä.

¹⁸³Tai kansallisen (vrt. Duhem[1914], pp.90-99); luonnehdinta Duhemista chauvinistina on tässä yhteydessä kuitenkin täysin perusteeton.

Duhemin analyysi fysikaalisesta kokeesta päättyy tulokseen, että koe sisältää aina *teoreettisen tulkinnan*, kokeellisten faktojen ollessa "siinä määrin teoreettisen tulkinnan läpäisemiä että niiden ilmaiseminen erillään teoriasta tulee mahdottomaksi". Duhem mainitsee analyysinsa saavuttaneen suosiota pragmatistien piirissä ja näiden yrittäneen soveltaa sitä m.m. historiaan, eksegeesiin ja teologiaan, minkä laajennuksen hän katsoo oikeutetuksi tiettyyn pisteeseen saakka; kuitenkin,

kun vertaamme fysiikan menetelmää, joka on niin oudosti erikoistunut matemaattisen teorian soveltamisessaan ja instrumenttien käytössään, muihin menetelmiin, on varmasti olemassa enemmän eroja kuvattaviksi kuin samankaltaisuuksia paljastettaviksi.

(Duhem[1914], pp.xv, 273ff; Duhem[1917], p.187).

Metodologisessa suhteessa Duhem vetää selvän rajan myös matematiikkaan päin, jonka luonteesta hän näyttää kannattaneen 'euklidista' käsitystä. (Duhem[1914], pp.404-5, 410; Lakatos[1978b], n.3 p.43; Crowe[1990], p.432).

Teoria tieteen kielestä on tärkeä erälle tulkinnoille koskien Duhemin näkemystä käsitteellisen kehityksen jatkuvuuden luonteesta. Voidaan väittää, että ideoiden 'siirrettävyys' on perustava edellytys duhemilaiselle intellektuaalisen historian konseptiolle (Westman[1990b], p.261; ss.72, 78). Teoreettisten käsitteiden, sopivasti muunnettuina, havaittaisiin usein tulleen sisällytetyiksi aivan uusiin teoreettisiin konteksteihin. Tieteen kieli kokonaisuudessaan muodostaisi muunneltavan resurssin joka, alati rikastuen ja hienostuen, tulisi yhä tehokkaammaksi representaation välineeksi. (Brenner[1990], pp.333-4).

Duhem torjuu Poincarén esittämän vertauksen tieteen kielestä teknisenä erityiskielenä, jonka avulla asiat vain voidaan esittää mukavammin kuin yleiskielellä, jolla ne kuitenkin ovat periaatteessa ilmaistavissa (Duhem[1914], pp.225-6). Jos esimerkiksi lausumaa 'Tässä johtimessa kulkee sähkövirta' vastaa suuri joukko 'raakoja faktoja' joiden perusteella lausuma voidaan todentaa, syynä on Poincarén mukaan se, että myönnetään oikeaksi laki, jonka mukaan aina kun esiintyy (esimerkiksi) tietty mekaaninen vaikutus, esiintyy myös tietty toinen, esimerkiksi kemiallinen, vaikutus. Mutta, huomauttaa Duhem, empiiristen lakien väliset relaatiot, joihin tieteellisten yleiskäsitteiden kuten 'sähkövirta' soveltaminen täten nojautuu, juuri muodostavat sen, mitä ymmärretään teorialla (ibidem, p.228). Viimemainittu väite on mielenkiintoinen sikäli, että se näyttää viittaavan siihen, että lakien väliset suhteet voivat edeltää eksplisiittistä teoriaa: Duhemin mukaanhan teoria luo lakien järjestyksen, joka on pelkästään formaali.¹⁸⁴

Teorioiden kieli merkitsee primitiivistä neologismia, joka ei ole palautettavissa tavallisen ymmärryksen käsitteisiin. Tämä tosiasia tekee ymmärrettäväksi tieteen ja common senseen erkaantumisen toisistaan, ja sillä on merkitystä myös tieteen ja metafysiikan suhteen kannalta. Tavallinen ymmärrys ei kuitenkaan ole muuttumaton, ja tiede on aikojen kuluessa vaikuttanut suuresti sen sisältöön ja rakenteeseen. (Duhem[1914], pp.396-7).

Vielä selvemmin kuin Mach, Duhem tuo esiin sen, mitä voisi kutsua 'historialliseksi' käsitykseksi teorian suhteesta kokemukseen. Induktivismin kritiikki, johon Duhem päätyi (1894), jätti avoimeksi kysymyksen: Mikä ohjaa teoreettisten periaatteiden valintaa ja teorian rakentamista? (Brenner[1990], p.331). Duhem uskoi, eräiden nykyisten filosofien tavoin, että 'taustatiedon' huomioonottaminen helpottaa olennaisesti kysymyksen ratkaisua (vrt. esim. Kuhn[1991], p.11). *La Théorie physiquen* luku joka käsittelee hypoteesin valintaa muotoilee

¹⁸⁴Vrt. Quinen 'interanimaatio', joka edeltää lauseiden välisten yhteyksien jakoa loogisiin ja empiirisiin (Quine[1960]).

aluksi ne ehdot, jotka logiikka asettaa hypoteesin valinnalle. Nämä supistuvat kahteen: sisäinen ristiriidattomuus, ja sopusointu kokeellisten lakien kanssa. Pääosa luvusta on omistettu esimerkille, jonka aiheena on painovoiman historia. Esimerkki itse asiassa pyrkii esittämään tiivistelmän painovoimakäsitteen historiallis-teoreettisesta muodostamisesta. Duhemin epistemologian mukaan fysikaaliset ilmiöpiirit määräytyvät teorian aikaansaamasta empiiristen lakien luokittelusta. Toisaalta fysikaalisen teorian yhteys empiiriseen perustaansa voidaan hänen mukaansa osoittaa vain tarkastelemalla fysiikan historiaa; tässä suhteessa fysiikka eroaa geometriasta, jonka aksioomien empiirinen sisältö ja pätevyys ovat suoraan osoitettavissa. Mainittua käsitystä matemaattisen tiedon luonteesta voidaan arvostella.¹⁸⁵ Tässä yhteydessä merkityksellistä on kuitenkin vain se, että geometrian ja fysiikan väitetyn vastakohtaisuuden tarkoitus Duhemilla näyttää olevan torjua sellaisen rekonstruktion mahdollisuus joka palauttaisi fysikaalisen teorian observaabeliin, empiiriseen perustaansa (Crowe[1990], p.431). Hän kuvailee tilanteen jossa fyysikon silmien edessä levittäytyy kokemusperäisten lakien silmäkantamaton sekasorto, jossa mikään ei kokoa, luokittele tai koordinoi yksittäisiä lakeja. Tehtävänä on löytää prinssiipejä, jotka loisivat järjestystä tähän kaaokseen. Mutta tämä vaatii suhteellisen loppuunsaatettua olettamusten järjestelmää: vain riittävän kokonaisella systeemillä voi olla empiirisiä seurauksia. Tästä seuraa, että ennen kuin järjestelmä on täydellinen, sen muodostavat yksittäiset hypoteesit ovat vapaasti valittavissa. Ainoa opastus, jonka logiikka antaa teorian rakentamiseen, on ristiriidan välttäminen. Teorian luominen alkutekijöistään on siis ylivoimainen tehtävä; teoreetikolla ei ole käyttöä vapaudelle, minkä logiikka hänelle jättää. Historia osoittaakin, ettei mitään teoriaa ole koskaan luotu alkutekijöistään. Jokainen fysiikan teoria on hitaan ja asteittaisen kehityksen (*évolution*) tulos, ei äkillinen luomus. Jokaisessa teorian muodostuksen vaiheessa fyysikon vapaa aloite on ollut mitä moninaisempien olosuhteiden, mielipiteiden ja tosiasioiden neuvoma, tukema, opastama, ja toisinaan myös niiden hallitsevasti käskemä. (Duhem[1914], pp.336-7).

Alideterminaation loogista tosiasiaa vastaa siis käytännössä vahva determinatio edeltävän teorioiden pohjalta. Yksi osoitus tästä on samanaikaisen keksimisen yleisyys, joka ilmenee m.m. painovoimalain tai lämmön ja työn ekvivalenssin periaatteen historiassa. Teoreetikko ei tietoisesti valitse tai luo hypoteesejaan, jotka järjestäisivät sen kokeellisten lakien alueen johon hän on kohdistanut huomionsa. Tätä psykologis-traditionalistista antivoluntarismia täydentää Duhemilla historiografia, jonka mukaan valinta ehdotettujen teoreettisten järjestelmien kesken on lähes aina ollut mahdollista ratkaista empiirisillä perusteilla. (Howard[1990], p.370; Duhem[1914], pp.388-91; s.80).

Historiallinen rekonstruktio pyrkii palauttamaan teoreettiset ideat edeltäneeseen perinteeseen, ja osoittamaan mitkä empiiriset harkinnat ovat kussakin vaiheessa ohjanneet teoreettisia valintoja. Tässä tulevat kysymykseen mitä moninaisimmat tekijät; niinpä painovoiman historiaan ovat antaneet osansa

niin tavallinen kokemus, joka paljastaa meille painon, kuin Tyco Brahen ja Picardin tieteelliset mittaukset sekä Keplerin muotoilemat havainnointiin pohjautuneet lait; niin kartesiolaisten ja atomistien pyörteet kuin Huygensin rationaalinen dynamiikka; niin peripateetikkojen metafysiset opit kuin lääkäreiden järjestelmät ja astrologien haaveilut; niin painovoiman vertaaminen magneettiseen vaikutukseen kuin valon ja tähtien keskinäisen vaikutuksen rinnastaminen. (Duhem[1914], p.384).

Teorian kehitys on ymmärrettävissä vain sen taustatiedon pohjalta johon kunkin aikakauden fyysikot ovat voineet nojautua:

¹⁸⁵Lakatos[1978b], n.3 p.43; Lakatos[1976], pp.142-4; Crowe[1990], pp.435-7.

Tämän pitkän ja vaivalloisen synnytyksen kuluessa voimme seurata hitaita ja asteittaisia muuntumisia, joiden kautta teoreettinen järjestelmä on kehittynyt; mutta minään ajankohtana emme voi tavoittaa uuden hypoteesin äkillistä ja mielivaltaista luontia. (ibid.).

Duhemin perustelu historiallisen metodin suositeltavuudelle fysiikan opetuksessa valaisee hyvin hänen epistemologisia käsityksiään: Fysiikalle on ominaista teorian ja kokemuksen komplisoitu ja problemaattinen suhde. Yleiskatsauksen saamiseksi siitä tavasta, jolla henki vakiinnuttaa yhteyden teorian ja kokemuksen vastaavien alueiden välille, on käännettävä tieteen kehityksen tarkasteluun. Opetuksessa on jokaisen hypoteesin esittelyä valmisteltava tiivistetyllä mutta todenmukaisella esityksellä niistä vaiheista, jotka ovat edeltäneet sen omaksumista tieteeseen:

Oikeutettu, varma, hedelmällinen menetelmä hengen valmistamiseksi vastaanottamaan fysikaalinen hypoteesi, on historiallinen menetelmä.¹⁸⁶

Historian pedagoginen käyttö edellyttää aineiston määrätynlaista valikointia. Käsitteellisen elementin kehitystä koskevan selonteon sovittamiseksi opetustarkoitukseen sen lyhentäminen on välttämätöntä. Duhemin mukaan tämä on melkein aina helppoa edellyttäen, että tahdotaan

sivuuttaa kaikki mikä on pelkästään satunnaista, tekijän nimi, keksinnön päivämäärä, episodi ja anekdootti, ja keskittyä vain sellaisiin historiallisiin faktoihin jotka näyttävät oleellisilta fyysikon silmissä, sellaisiin olosuhteisiin, joissa teoria on rikastunut uudella periaatteella, epäselvyys on hälvynyt, erheellinen ajatus hävinnyt (ibid., p.409).

Historiallinen tietoisuus on hyödyllinen metodologisen opastuksen lähteenä, samoin kuin tieteen soveliaan oikeuttamisen kannalta:

Jäljittämällä jokaisen periaatteen keksimistä edeltäneen erehdysten ja epäröintien pitkän sarjan, historia saa [fyysikon] varuilleen pettävää ilmeisyyttä vastaan; muistuttamalla häntä kosmologisten koulukuntien kohtaloista, kaivamalla esiin unohduksesta kerran voitaisit opit, se saa muistamaan että kaikkein houkuttelevimmatkin järjestelmät ovat vain väliaikaisia representaatioita, eivät lopullisia selityksiä. Toisaalta, tuomalla esiin jatkuvan tradition, jonka kautta kunkin ajankohdan tiede on ravinnut itseään edeltävien vuosisatojen järjestelmillä, jonka kautta se on raskaana huomispäivän fysiikasta, siteeraamalla profetiat, jotka teoria on formuloinut ja kokemus realisoanut, historia luo ja vahvistaa vakaumuksen, ettei fysikaalinen teoria ole vain pelkästään keinotekoinen järjestelmä, tänään mukava ja huomenna hyödytön, vaan yhä luonnollisempi luokittelu, yhä selkeämpi heijastus realiteeteista, joita kokeellinen menetelmä on kykenemätön välittömästi kontemploimaan. (ibid., pp.410-11).

Historiallinen tietoisuus tekee näin mahdolliseksi välttää sekä dogmatismi että skeptisismi. Näkemys teoreettisen ajattelun jatkuvuudesta ja edistyksestä, tekemällä fyysikon kykyneväksi kohtaamaan haasteen, minkä pyrrhonismi asettaa hänen rationaaliselle autonomialleen, auttaa hyväksymään ajatuksen tieteellisen tiedon pysyvästi falliibelista luonteesta. Toisaalta varoittava esimerkki, jonka kosmologisten koulujen kohtalo tarjoaa, varjelee lankeamasta muodikkaiden selittävien teorioiden houkutukseen; nämä ovat usein "päivän juoruja", tai "nykyhetken järjettömiä liioitteluja" (ibid., p.461).

¹⁸⁶ Duhem[1914], pp.408-409. "La méthode légitime, sûre, féconde, pour préparer un esprit à recevoir une hypothèse physique, c'est la méthode historique."

Duhemin käsitys tieteen kognitiivisen sisällön kehityksestä on siis evolutiivinen (vrt. I.B. Cohen[1985], pp.561-3), ja näin nimenomaan myös teorian, ei vain empiiristen lakien osalta¹⁸⁷. Evoluutiolla on kaksi puolta: edistys ja käsitteellinen jatkuvuus. Duhemin kanta on, että molemmat luonnehtivat varsinaisen tieteen historiaa.

Mutta tieteen historiaan liittyy epäjatkuvuutta edustavana sivujuonena myös pyrkimys konstruoida selittäviä teorioita (vrt. Westman[1990b], p.264). Roger Ariew argumentoi eräisiin Duhemin historiografisiin tulkintoihin vedoten, että metodologia edusti tämän käsityksessä toista epäjatkuvaa ja vaihteluille altista tekijää (Ariew[1990], p.295). Tämä väite on ilmeisen perusteltu ottaen huomioon esimerkiksi sen, että Duhem näki metodin erojen korreloivan m.m. psykologisten tyyppien tai kansallisten rajojen kanssa (Duhem[1914], ch.4, erit. pp.79-80, 90; vrt. Toulmin[1972], p.247). Metodologiset suuntaukset ovat siten alttiita tieteelliselle rationaalisuudelle ulkoisten tekijöiden aiheuttamille satunnaisille vaihteluille ja siis potentiaalisia epäjatkuvuuden lähteitä. Esimerkiksi niin kutsumansa 'englantilaisen menetelmän' (mekaanisten ja algebrallisten mallien käytön) Ranskassa voittaman suosion selittämiseksi Duhem mainitsee kolme tekijää: Poincarén arvovalta, maku eksoottiseen ja vieraaseen, sekä teollisuuden vaatimukset (Duhem[1914], pp.133-4).

Duhemin metodologia siis rajaa selittävät teoriat tieteen ulkopuolelle. Joseph Agassi huomauttaa, että tämä merkitsee tieteen irrottamista metafysiikasta ja sen seurauksena (muusta) älyllisestä kulttuurista (Agassi[1981], p.296). Duhemin perusteluna kyseiselle erottamiselle ole idealistien¹⁸⁸ ja pragmatistien tapaan suoraviivainen käsitys tieteestä pelkkänä toiminnan välineenä, joka sellaisena on vailla intellektuaalista sisältöä (vrt. Duhem[1917], p.187). Ylempänä todettiin, että katolisen tiedekonseption motiivina oli uskonnon arvovallan tai sen älyllisen mahdollisuuden turvaaminen. Fideistien instrumentalismia voinee pitää nimenomaan antinaturalistisena strategiana, minkä tarkoituksena oli heikentää uskoa tieteen kosmologiseen merkitykseen.¹⁸⁹ Fyysikkona Duhem luonnollisesti puolustaa metodologiaansa toisin. Hänen silmämääränään on tieteen autonomian takaaminen ja tiedollinen tarkoituksenmukaisuus. Selittävä pyrkimys on suljettava pois, koska se on heuristisesti hyödytön, ja koska se vaarantaa tieteen edistyksen ja yksimielisyyden altistamalla sen metafyyssisten oppien vaihteluille (Duhem[1914], p.v; Duhem[1917], p.184).

¹⁸⁷ Kuhn esimerkiksi katsoo, että empiiriset lait, toisin kuin teoriat, edustavat jokseenkin jatkuvasti muuttuvaa tekijää (Kuhn[1977], p.19). Westman huomauttaa (Westman[1990b], p.264 ja n.5 p.270) että Kuhnin *The Copernican Revolution*issa (pp.264-5) esittämä käsitys on sama kuin Duhemin: kuvailevien lakien muutos on jatkuvaa, selitysskeemojen epäjatkuvaa. Vertaus on sangen ongelmallinen, koska Kuhnin tarkoittamat selitykset ilmeisesti olisi samaistettava ainakin osaksi Duhemin representatiivisten teorioiden kanssa. Kuten tekstissä esitetään, Duhem puolusti evolutiivista kehitystä representatiivisten teorioiden suhteen.

¹⁸⁸ Esimerkiksi Benedetto Crocen mukaan luonnontiede ei kuulu tiedon ja erheen piiriin. Sen käsitteet ovat 'pseudokäsitteitä' joilla on vain käytännöllinen arvo (Collingwood[1946], pp.197-8).

¹⁸⁹ "Järjestelmämme saa katoamaan fyysikaalisen tieteen väitetyt vastalauseet spiritualistista metafysiikkaa ja katolista uskoa kohtaan" ("Physique de croyant", Duhem[1914], p.428). Naturalismikysymys selittänee myös joitakin myöhempiä instrumentalismi-realismi -kiistan sävyjä; vrt. Popper, *Conjectures and Refutations*.

4.2. Historiallinen työ

Duhemin suurimpana historiografisena ansiona voidaan pitää keskiaikaisen tieteen uudelleenlöytämistä (Koyré[1966], pp.61, 102). Hän onnistui eristämään keskiaikaisista lähteistä fysikaalisen ajatusperinteen, joka oli antiaristotelinen ja jonka alkusyyksi hän näki Pariisin piispan Etienne Tempier'in vuonna 1277 erinäisiin peripateettisen kosmologian ja metafysiikan teeseihin kristillisen oikeaoppisuuden nimissä kohdistamat tuomiot (ks. Duhem[1985], pp.3-4, 180-1). Thomas Kuhnin arvion mukaan kyseisen tradition löytymisellä oli suuri merkitys, koska siltä, toisin kuin Aristoteleen fysiikalta, ei voitu kiistää olennaista roolia tämän alan 1600-luvulla kokeman transformaation lähteenä: liian monet Galilein fysiikan ja metodin elementit olivat todettavissa Duhemin identifioimassa perinteessä (Kuhn[1977], p.108).¹⁹⁰

Jatkuvuusteesi - ajatus modernin tieteen keskiaikaisista juurista, siihen sisältynyt kristillisen kulttuurin korostus sekä Renessanssin autonomian kiistäminen toivat Duhemille seuraajia historioitsijoiden piiristä; hänen vaikutuksestaan keskiaikainen kulttuuri ja modernin tieteen alkuperä tulivat merkittäviksi tutkimusaiheiksi. Historioitsija A. Dufourcq kirjoittaa 1913 että "Duhemin työt... osoittavat valtavan evidenssin pohjalta, että periaatteet joilla moderni tiede lepää muotoiltiin ennen Newtonia, Descartesia, Galileita, ja jopa ennen Leonardoa¹⁹¹, 1300-luvun Pariisin Yliopiston maistereiden piirissä". Skolastikkojen fysiikka, jolle ei edes katolisen sivistyksen piirissä oltu annettu vastavaa merkitystä kuin heidän metafysiikalleen, sai osakseen sille kuuluvan historiallisen arvostuksen. Duhemia esikuvanaan pitäneet historioitsijat hyväksyivät hänen osoittamansa uuden alkuperien lähteen sekä Renessanssin autonomiaa koskevan haasteen, mutta sivuuttivat hänen epistemologiset ja metafysiset teesinsä. Keskiaikaisen ja varhaisen modernin tieteen yhdistävien käsitteellisten jatkuvuuksien ja homologioiden etsimisestä tuli päämäärä itsessään. (Westman[1990b], p.265).

Duhemin asema tieteenhistoriallisen medieevalismin perustajana lienee kiistämätön. Tämä asia on kuitenkin erotettava siitä kysymyksestä, missä määrin hänen onnistui lähdeaineistonsa perusteella osoittaa toteen laajemmat väitteensä: Duhemin esittämän normatiivisen määritelmän mukaan tieteen olemus on abstrakti teoria (vrt. alempana). Sen vuoksi metafysisen spekulatiivisuuden, enempää kuin paikkansapitävien havaintojen ja empiiristen lakien löytyminen keskiaikaisista lähteistä ei vielä siis todista tieteen harjoittamisesta. Määritelmän mukaisen tieteen eristäminen keskiaikaisista lähteistä edellyttikin lähdeaineiston tarkoituksenmukaista valikointia, toteaa Joseph Agassi: "On hämmästyttävää, että sen jälkeen kun oli suoritettu sellainen määrää valikointia, ja pantu niin suuri paino jäännöksen abstraktille luonteelle, lopputulos ei kokonaan kadottanut alkuperäistä sävyään". (Agassi[1981], p.295-6).

H. Floris Cohen toteaa, että muodolliselta näkökannalta Pariisin koulun tutkielmat eivät eronneet tavallisista Aristoteleen töiden kommentaareista. Lukuunottamatta Nicole Oresmen tutkielmaa 'muotojen latitudeista' (*latitudines formarum*), sellaiset aiheet kuin liikkeen impetus-teoria esitettiin Aristoteleen *Fysiikkaan* liittyvien kysymysten (Quaestiones) muodossa. Ei ole lainkaan ilmeistä, että pariisilaiset ajattelijat tekivät enemmän kuin kyseenalaistivat joitakin

¹⁹⁰ Imre Lakatos edusti vaihtoehtoista näkemystä: tiedettä ei ollut olemassa ennen seitsemättätoista vuosisataa. Duhem keksi keskiaikaisen tieteen rehabilitoidakseen Katolisen kirkon. Hän sai seuraajia vulgaarimarxismin piiristä, jotka tarvitsivat feodaalista tiedettä täyttämään aukon luokittelussaan antiikin orjayhteiskuntien tieteen ja porvarillisen tieteen välissä. Tässä tarkoituksessa he antoivat 'tieteen' nimen käsityötaidolle. (Lakatos[1978b], p.222).

¹⁹¹ Duhemin näkemyksessä Leonardo da Vincillä, joka "oli lukenut kaikkia ja jota kaikki olivat lukeneet", kuten Koyré viitaten Duhemin Leonardoa käsittelevien tutkimusten otsikkoon, *Études sur Léonard de Vinci, ceux qu'il a lus, ceux qui l'ont lu*, Duhemin käsityksen asiasta ilmaisee, oli keskeinen rooli keskiaikaisen ja modernin tieteen välittäjähahmona (Koyré[1966], p.103).

erillisiä lauseita Aristoteleen opissa, tai että he lakkasivat työskentelemästä aristotelisen kokonaisuuden sisällä.¹⁹²

Duhemilainen historiankirjoitus on ennen muuta käsitteellisten sukupuiden jäljittämistä, historiallisten ennakkotapausten etsintää teoreettisille ideoille (Westman[1990b], p.261). Se on paljolti "ruumiittomien käsitteiden filosofista historiaa" (ibidem, p.268). Erityisesti Duhemin itsensä edustamassa muodossa se on lisäksi, eräältä tärkeältä puoleltaan, 'sisäistä' historiaa Lakatosin erottamassa merkityksessä. Kyseisessä lähestymistavassa tieteen historiaa tarkastellaan tieteelliselle rationaalisuudelle annetun normatiivisen määritelmän, eli tietyn metodologisen doktriinin valossa. Historiallisen selittämisen kohde rajataan ja analysoidaan omaksutun metodologian käsittein, mikä merkitsee määrätynlaisen selektiivisen periaatteen omaksumista suhteessa lähdeaineistoon (vrt. Lakatos[1978], p.102). Selittävien teorioiden poissulkeminen ankarana tieteellisen rationaalisuuden piiristä on kenties keskeisin ja myös kiistanalaisin Duhemilaisen sisäisen historian ilmentymä (ks. kappale "Tähtientutkimuksen kaksi traditiota" s.89 eteenp.). Myöhemmistä historioitsijoista erityisesti Koyré, joka on tässä suhteessa saanut vaikutteita m.m. Emile Meyersonilta ja E.A. Burttilta, on voimakkaasti edustanut näkemystä, jonka mukaan realistisesti selittävä pyrkimys on päinvastoin konstitutiivinen tieteelliselle ajattelulle. Tässä yhteydessä kannattaa mainita erityisesti Koyrén tulkinta kreikkalaisten sanonnasta "sozein ta fainomena": se määrittelee teorian tehtäväksi havaitun selittämisen, sitä kannattavan todellisuuden paljastamisen; tarkoituksena on löytää välittömästi annetun epäjärjestyksestä todellinen, järjestynyt ja ymmärrettävä ja ykseys (Koyré[1966], p.89). Vastaavasti modernin fysiikan synty merkitsi hänen mukaansa syvällistä transformaatiota fysiikan ontologiassa, tiivistyksen kahteen toisiinsa liittyvään muutokseen: kreikkalaisilta perityn Kosmoksen hajoaminen, sekä fysiikan - ja erityisesti avaruuden käsitteen - matematisointi.

Duhemin historiallisia töitä kannattava tieteenfilosofinen intressi ilmenee erityisesti mielenkiintona metodologisen ajattelun historiaan; esimerkiksi essee *Sozein ta phainomena* on omistettu kokonaisuudessaan tälle teemalle. Hiukan odottamaton piirre tiedemiehen tavalle kirjoittaa historiaa on se, että käsitteellisten homologioiden etsintää ja metodologisten suuntausten analyysia ei aina seuraa tieteen teknisen sisällön yksityiskohtainen tarkastelu. André Goddun mukaan tämä pitää paikkansa erityisesti *Le Système du monde*'n osalta: ne harvat kuvat, joita siinä esiintyy ovat aivan liian kvalitatiivisia ja skemaattisia valaisemaan matemaattisen astronomian ongelmille annettuja ratkaisuja. Goddu, joka myös pitää outona - Duhemin positivistiset inkliinaatit huomioonottaen - sitä ettei astronomian empiiristä kehitystä ole esitetty yksityiskohtaisemmin, arvelee syynä olevan sen, että koska astronomian historia on Duhemille aina vain parempien representaatioiden historiaa, varhaisempien representaatioiden kuvaileminen on tarkoituksenmukaista vain siinä määrin, jossa ne toimivat vihjeinä myöhempiä, parempia representaatioita konstruoitaessa. (Goddu[1990], p.309).

4.2.1. Historiallisen työn tausta

Duhemin historiallisen työn taustasta on esitetty useampia tulkintoja, jotka saavat tukea hänen eri yhteyksiin kuuluvista kirjoituksistaan. Kokonaiskuva asiasta on kompleksi johtuen Duhemin kolminaisesta kapasiteetista fyysikkona, filosofina ja historioitsijana, minkä lisäksi tulevat vielä hänen ajattelunsa metafysiset, uskonnolliset ja poliittiset aspektit. Duhem näkee tieteenhistorialla olevan merkitystä sekä tieteen ja sen metodologian että metafysiikan kannalta,

¹⁹²H.F. Cohen[1994], p.48. Kysymykseen palataan alempana jatkuvuusteessin yhteydessä (s.82).

ja on selvää että historiallisen esityksen asiaankuuluva muoto riippuu kontekstista johon se on tarkoitettu.

Tässä tutkielmassa käsitellyn kysymyksen kannalta on välttämätöntä yrittää erottaa varsinaisen epistemologisen teorian vaikutus historiografisiin tulkintoihin muista tekijöistä johtuvista piirteistä. Sen vuoksi on tarpeen kosketella jossain määrin sitä yleisempää filosofista ja kulttuurista ympäristöä, johon Duhemin historiallinen työ sijoittuu. Seuraavassa esitellään eri kirjoittajien esittämiä näkökohtia Duhemin historiografian taustasta.

Duhemin tieteenfilosofia, sellaisena kun se on ilmaistu kirjassa *La Théorie Physique*, on usein nähty positivistista optimismia vastaan suuntautuneen kulttuurisen liikkeen yhtenä merkittävimmistä dokumenteista. Reaktiona 1800-luvun mekanismin kriisiin tämä liike olisi luonut instrumentalistisen konseptin tieteellisestä tiedosta. Duhemin metodologia merkitsisi filosofista, skeptistä vastausta klassisen tieteen ongelmiin, toteaa Roberto Maiocchi. Hän väittää kuitenkin, että kriisin tematiikka puuttuu Duhemilta kokonaan. Kaikki tämän ajatukset heijastavat päinvastoin vakaumusta, että tiede ei vain ollut kokemassa suurta loiston kautta, vaan että se oli myös pääsemässä eroon sitä edeltäneet kolme vuosisataa seuranneista erehdyksistä. Duhemin kritiikki mekanismia vastaan perustui sille, että oli olemassa parempi teoria, nimittäin yleistetty termodynamiikka, joka tulisi korvaamaan sen. Hänen käsityksessään 1800-luvun kehitys vahvisti positivistien uskon tieteen jatkuvaan edistykseen, vaikkakin eri metodologiselta pohjalta. Tieteen menestys, ei sen kriisi, on Duhemin epistemologisen reflektion lähtökohtana. Instrumentalismi ja teorian kognitiivinen aliarvostus olivat sitä paitsi olleet läsnä Ranskan tieteenfilosofiassa useamman vuosikymmenen ajan ennen Duhemia. Positivistisen ajan ranskalaisessa tieteessä olivat olleet vallalla hypoteesien arastelu, fenomenalismi ja instrumentalistinen, manipulatiivinen käsitys teoriasta; tiedemiehen ideaalia henkilöivät tutkijat kuten Regnault, Bertin, Berthollet, Sainte-Claire Deville, Jamin, Cornu, Violle, tai Le Chatelier, olivat kaikki eksperimentalisteja. Kemian piirissä, jossa Duhem oli saanut koulutuksensa, vallitsi vielä vahvemmin kuin fysiikassa epäluottamus selittäviä teorioita kohtaan. Duhemin käsitykseen tieteestä ja epistemologiasta vaikutti perustavasti Henri Sainte-Claire Deville, joka oli jo ennen Machia esittänyt ajatuksen että teoriat ovat luokittelun välineitä. Duhemin, toisin kuin Machin, ei tarvinnut taistella mekaanisten mallien objektivointipyrkimyksiä vastaan. (Maiocchi[1990], pp.385-7).

Duhemin ajattelun tulkintaa komplisoi edelleen sen sijoittuminen viime vuosisadan vaihteen Ranskan poliittisen- ja kulttuuritaistelun ympäristöön, tasavaltalaisten ja kuningasmielisten, Katolisen Kirkon ja sekulaarisen valtion valtakiihostojen luomiin jännityskenttiin.¹⁹³ Lisäksi on otettava huomioon Katolisen Kirkon sisäinen jakautuminen vanhoillisiin ja uudistusmielisiin. Tuohon aikaan Katolinen yhteisö oli joutumassa maailmanlaajuisesti niinsanottuun modernistikriisiin, jonka pääasiallisena polttopisteenä Ranska oli.

Katolisen Kirkon suhteelle tieteeseen oli merkityksellinen paavi Leo XIII:n aikana aloitettu skolastiikan elvytys, joka sisälsi erityisesti Tuomas Akvinolaisen filosofian ja sen oletetusti aikaansaaman kristillisen opin ja Aristoteleen filosofian synteessin henkiinherätyksen. Tieteenfilosofiassa uusskolastiikka esitti vallitsevalle positivismille vaihtoehdoisen rationaalisuuden mallin, jossa tieteen arvovallan oli määrä tarjota riippumaton perustelu katolisen hierarkian uskonnollisille ja poliittisille auktoriteettivaateille. Tomistinen filosofia tarjosi perustan luonnonteologisille kehittelyille, jotka tähtäsivät kristillistä dogmia artikuloiviin

¹⁹³Duhemin tieteellinen ura näyttää kärsineen, paitsi Ranskan tiedehallinnossa tuolloin vaikutusvaltaisen kemisti Marcelin Berthelot'n osoittaman ammattikateuden johdosta, myös hänen konservatiivisten ja katolisten mielipiteidensä aiheuttaman vastakkaisuuden vuoksi (Brouzeng, "Introduction", Duhem[1914], pp.vii-viii; Jaki, "Introductory Essay", Duhem[1969], pp.x-xi).

ja tukeviin todistuksiin Jumalan olemassaolosta. Paavin kiertokirje vuodelta 1907, modernistikriisin merkittävin dokumentti, joka erityisesti huomautti modernismin luonnonteologialle asettamasta uhasta, spesifioi skolastiikan epäilemisen kyseisen harhaoppisuuden pääoireena. (Martin[1990], pp.339, 346).

Niall Martinin mukaan Duhemin persoonallisena strategiana oli lyödä positivismi sisältä käsin; tässä hän siis erosi uusskolastikkojen linjasta. Käyttäen lähtökohtanaan tieteen oletuksia ja metodeja, jotka olivat positivismin malli rationaalisuudelle, Duhemin tarkoituksena oli paljastaa niihin perustuvien auktoriteettivaateiden rajoitukset. Tästä johtuu hänen pitäymisensä ankaran loogiseen analyysiin, abstrakti lähestymistapa teoreettisen fysiikan ongelmiin, missä vain positivistienkin tärkeinä pitämät asiat - yhtäpitävyys havaintojen ja kokeiden kanssa - painoivat. Tähän liittyy myös hänen yrityksensä osoittaa, että omien ehtojensa puitteissa empiirinen metodi on epätäydellinen, kykenemätön selittämään omia menettelyjään ja päämääriään. "Fysikaalisen metodin tutkiminen on kykenemätön paljastamaan syytä (raison) mikä johtaa fyysikon konstruoimaan teoriansa". (Martin[1990], p.345; Duhem[1914], p.508).

Duhemin historiografian *tieteenfilosofista* taustaa korostava tulkinta näkee sen tarkoituksena olleen hänen kehittämänsä fysiikan tutkimusohjelman, energetiikan, metodin apologian tai testauksen. Hänen omien sanojensa mukaan:

Ryhdyimme kirjoittamaan statiikan ja dynamiikan suurten lakien historiaa jotta Energetiikka voisi ymmärtää ja esittää kunkin peruseriaattensa kokeman kehityksen. (Duhem[1917], p.190).

Tämä asettaisi Duhemin historiallisen työn samaan linjaan positivistien harjoittaman kriittisen, tiukasti sisäisen historian käytännön kanssa, josta Mach on edustava esimerkki. Niin kuin ylempänä mainittiin, tässä historiankirjoituksen tyypissä esitys rajoitetaan niihin tekijöihin, jotka ovat relevantteja sen pohjana olevan metodologian kannalta.

Martinin mukaan tällainen tulkinta antaa Duhemin ajattelusta jäykän ja pitkälle integroidun kuvan, jossa ei ole sijaa kehitykselle; erityisesti se ei jätä tilaa hänen epäilemättömille poliittisille ja uskonnollisille kiinnostuksen kohteilleen. Sitä paitsi Duhem oli hyvin selvillä 'kriittiseen' lähestymistapaan pohjaavan historian rajoituksista: v.1903 kirjoittamassaan Machin *Mekaniikan* katsauksessa hän huomauttaa, että ei-tieteellisten tekijöiden poissulkeminen on hyväksyttävää tuoreemman historian osalta, koska periaate että fysiikka on, ja sen tulee olla, erillään metafysiikasta ja uskonnosta on myöhempinä aikoina tullut yleisesti hyväksytyksi; historian aikaisempia vaiheita kuvattaessa näiden tekijöiden huomioonotto on kuitenkin välttämätöntä. Martin, joka näkee Duhemin historiallisen työn jakautuvan kahteen, syvällisen kriisin toisistaan erottamaan vaiheeseen, myöntää, että yllämainitun kaltainen kuvaus tämän historiografiasta on jokseenkin oikea vuoteen 1903 saakka, käsittäen sellaiset työt kuin *Les Théories Électriques de J. Clerk Maxwell (1900-01)*, *La Mixte et la Combinaison Chimique (1902)*, *Évolution de la Mécanique (1903)*. Mutta vuoden 1904 jälkeisten töiden - *Etudes sur Léonard de Vinci*, *Sozein ta phainomena*, ja *Système du Monde* - osalta metodologiseen motiiviin nojaava tulkinta on täysin kestävä. (Martin[1990], pp.338, 342)

Toinen tulkinta, joka myös osittain perustuu tieteefilosofiseen motiiviin, painottaa Duhemilla keskeistä tieteen kehityksen jatkuvuuden ideaa (vrt. Agassi alempana). Oletetaan että ajatus 1600-luvulla tapahtuneesta tieteellisestä vallankumouksesta, ollen ristiriidassa jatkuvuusteorian kanssa, sai Duhemin etsimään keskiaikaisia edeltäjiä varhaiselle modernille fysiikalle. Martin ei pidä selitystä riittävänä, koska jatkuvuus oli 1800-luvulla positivistien keskuudessa yleisesti hyväksytty, eikä sitä niin ollen tarvinnut puolustaa (Martin[1990], p.339).

Kolmas tulkinta yhdistää Duhemin filosofiset ja historiografiset intressit uusskolastiikkaan: Epistemologinen yhtymäkohta olisi fysiikan autonomiaa koskeva Duhemin doktriini, joka

jollakin tavoin muistuttaa skolastikkojen teoriaa tieteiden luokittelusta. Lisätodisteita ovat Duhemin mielenkiinto Keskiaikaa kohtaan, samoin kuin se että monet hänen kirjoituksistaan ilmestyivät neoskolastisissa aikakausjulkaisuissa. Martinin tietojen mukaan kyseinen käsitys oli yleinen Wienin piirin keskuudessa, ja esimerkiksi Philip Frank esittää sen toistuvasti mutta ilman perustelua kirjassaan *Modern Science and its Philosophy* (1949). Duhemin uusskolastiikkaan yhdistävät tulkinnat unohtavat sen, että uusskolastiikka oli aivan määrätty Katolisen Kirkon auktoriteettien sponsoroima liike, joka vaati sitoutumista tiettyihin oppeihin, erityisesti Tuomas Akvinolaisen filosofiaan (vrt. alempana). Duhemin älyllinen riippumattomuus on kuitenkin ilmeinen, ja hänen kokemuksensa monien katolisten intellektuellien moraalista laadusta pyrkivät hänen omien sanojensa mukaan vieraannuttamaan häntä katolisesta maailmasta. Uusskolastikot kuten Jacques Maritain kokivat Duhemin *Système du Monde*'issa esittämät tulkinnat Keskiajan filosofiasta kiusallisina, ja tekivät melkoisia ponnistuksia kumotakseen hänen johtopäätöksensä. Mutta ratkaisevin todiste on kuitenkin se, että Duhemin mielenkiinto Keskiaikaa kohtaan ilmeni vasta tietyssä vaiheessa, vuoden 1903 jälkeen; sitä ennen hän näyttää olleen immuuni keskiaikaa suosiville kirkollisille paineille. (Martin[1990], pp.339-40, n.34, n.14).

Keskiaikaisen tieteen löytyminen talvella 1903-4, hänen ollessaan tutkimassa statiikan alkuperää historiallisena täydennyksenä 1903 valmistuneeseen kirjaan *Évolution de la Mécanique*, tuli Duhemille yllätyksenä, ja asetti kysymyksenalaisiksi hänen siihenastiset sekä metodologiset ja historiografiset että strategiset lähtökohtansa, väittää Martin (ibidem, pp.340, 343). Keskiajan tieteellinen hedelmättömyys oli tuohon aikaan vakiintunut käsitys¹⁹⁴, eikä Duhemilla ollut mielenkiintoa skolastiikan suojeluksessa harjoitetun tieteen apologiaan. Myöskään teoria tieteen autonomiasta ei jättänyt tilaa ohjelmalle joka olisi sisällyttänyt tieteen skolastisen metafysiikan kehukseen (Martin[1990], p.346-7). Huolimatta epäilyistä, joita hän muutoin tunsikin skolastikkoja kohtaan, Duhem oli tuohon saakka kuitenkin olettanut, että heidän antamansa kuva keskiaikaisesta "tieteestä" oli oikea: se oli ollut luonteeltaan skolastista. Ei-skolastisen keskiaikaisen tieteen paljastuminen lähteistä osoitti, ettei skolastikkojen historiografiaan ollut luottamista; hän sai selville, että nyt katolisille normatiiviset opit oli aikoinaan, ja hänen mielestään oikein, tuomittu ortodoksian nimissä, että aristotelismin ja kristinuskon väitetty synteesi oli inkoherentti, että ajatusjärjestelmä, joka täytyi syrjäyttää jotta moderni tiede saattoi kehittyä, oli vihamielinen kristilliselle oikeaoppisuudelle¹⁹⁵. Martin näkee,

¹⁹⁴ Huomattakoon ettei positivistien käsitys Keskiajasta välttämättä ollut negatiivinen. Itse Comte oli puolustanut Keskiaikaa, joka hänen mukaansa oli "muistettava aikakausi, jota epäoikeutetusti on luonnehtinut pimeäksi kriittinen metafysiikka jonka etummaisena elimenä oli protestantismi". Kriitikoiden mukaan Comten käsitys johtuu hänen kolmen kehitysvaiheen laistaan; tämä pakotti redusoiamaan kreikkalaisen tieteen lähes olemattomiin (Meyerson[1908], p.109 n.105)

¹⁹⁵ Erityisen merkityksellisenä piti Duhem tässä suhteessa tuomioita, joihin päätyi Pariisin piispa Etienne Tempier 1277. Viimeksimainittu oli saanut paavi Johannes XXI:ltä tehtäväksi tutkia Pariisin Yliopistossa annetun filosofisen opetuksen ortodoksisuutta. Tutkintansa seurauksena Tempier julkaisi omissa nimissään asetuksen, joka kirosi 219 tieteellistä ja filosofista teesiä. Tempierin asetuksen dogmaattinen pätevyys kiistettiin alusta saakka; näin tekivät erityisesti dominikaanit, sillä kirottujen teesien joukossa oli kaksikymmentä, jotka näyttivät olevan peräisin Pyhäältä Tuomaalta, ja jotka jopa koskivat tämän esittämän järjestelmän olennaisia piirteitä. Kirkko ei koskaan ottanut asiaan virallista kantaa, ja asetus kumottiin 1325. Duhemin mukaan Tempierin kiroukset olivat modernin fysiikan syntymätodistus: teologia yhdisti voimansa astronomian kanssa pakottaen filosofit ajattelemaan uudelleen paikan ja liikkeen ongelmia. (Duhem[1985], pp.3-4, 180-1; Dijksterhuis[1950], II.92-3, 106-8).

että kuvattu kriisi ja sen seuraukset varsinaisesti tekivät Duhemista sen historioitsijan, jolle olemme velkaa teokset *Etudes sur Léonard de Vinci, Sozein ta phainomena*, ja *Système du Monde*. (ibidem, pp.348-9).

Todisteiden löytyminen keskiajalla tehdystä aidosta tieteellisestä työstä saattoi siis kyseenalaiseksi tieteen autonomisuuden oletuksen käytön historiallisissa analyyseissa. Mikäli kävisi ilmi, että tiede oli edistynyt skolastiikan suojeluksessa, autonomiavaatimus menettäisi uskottavuuttaan. Duhemin Keskiaikaa käsittelevän työn tarkoitus oli osoittaa, ettei tiede tosiasiaassa ollut pohjautunut aristoteliseen tai tomistiseen filosofiaan. Metodologian ja historiografian suhteelle Duhemin työssä vuosien 1903-4 kriisi merkitsi Martinin mukaan autonomian oletuksen korvaamista autonomian ongelmalla: fysiikan asema ja sen riippumattomuus muista oppialoista tulevat keskeisiksi kysymyksiksi. (Martin[1990], p.343).

4.2.2. Induktivismista konventionalismiin

Induktivismin kritiikki

Duhem näyttää olleen induktivismin tai 'Newtonin metodin' varhaisin kriitikko. Syyksi induktion loogisen kritiikin puuttumiseen aiemmin voidaan nähdä se, että teorioita oli tapana arvostella lähinnä metafyyysiseltä kannalta; niinpä arvostelu, jonka Newtonin vastustajat kohdistivat gravitaatioon koski käsitteen *ymmärrettävyyttä*. (Lakatos[1978], pp.129, 213).

La Théorie physique kehittää induktivismin kritiikin holismin pohjalta. Kritiikki esittää induktivismia vastaan kaksi väitettä: että *experimentum crucis* on fysiikassa mahdoton, ja että 'Newtonin menetelmä' on mahdoton. *Experimentum crucis*, niinkuin Duhem sen ymmärtää, olisi eräänlainen *reductio ad absurdum* ja merkitsisi hypoteesin epäsuoraa todeksi osoittamista sillä perusteella, että kilpaileva hypoteesi on ristiriidassa kokemuksen kanssa. Mutta kokeen epäonnistuminen ei osoita vaihtoehtoista hypoteesia vääräksi, se osoittaa vääräksi ainoastaan sen teoreettisen kokonaisuuden, joka tulee kysymykseen kokeen *teoreettisessa tulkinnassa* ja josta tämä hypoteesi on osa. Koe ei myöskään todista onnistuneen selityksen antanutta kokonaisuutta oikeaksi, koska tämä ei ole kumotun kokonaisuuden looginen negaatio, vaan ainoastaan loogisesti sisältää tämän. (Duhem[1914], p.288).

Miksi Newtonin menetelmä, jossa "propositiot johdetaan ilmiöistä, ja tehdään yleisiksi induktiolla" ei tule kysymykseen? Duhem tarkastelee kahta väitettyä induktiota, gravitaatiolain johtoa Keplerin laeista, sekä Ampèren sähködynaamisesta teoriaa.¹⁹⁶ Gravitaatiolain osalta voidaan ensinnäkin todeta, että se, kaukana siitä, että olisi Keplerin lakien seuraus, on ristiriidassa näiden kanssa. Häiriöiden suuruuden määrittäminen tulee siis välttämättömäksi, mikä vaatii heti koko Newtonin mekaniikan mobilisointia. (Duhem[1914], pp.294-5). Gravitaatiolain johto "ilmiöistä" epäonnistuu, ja syynä tähän on teorian *symbolinen ja likiarvoinen* luonne: Newtonin käyttöönottamat liikkeen lait sisältävät kaksi uutta käsitettä, massan ja voiman, jotka eivät esiinny Keplerin laeissa. Muoto, jonka Keplerin lait näiden avulla tulkittuina saavat, edellyttää täyttä luottamusta dynamiikan lakeihin. Mutta Newtonin *Leges Motus* eivät olleet epäilemättömiä propositioita; itse asiassa ne saivat ensimmäisen vakuuttavan konfirmaationsa juuri Newtonin työstä syntyneen taivaanmekaniikan yhteydessä. Sitä paitsi dynamiikka sallisi

¹⁹⁶ Osoittamalla virheellisiksi nämä 'induktivistisen historiografian' kaksi onnistuneinta sovellutusta Duhemin *falsifioi* induktivismin. (Lakatos[1978], p.129). Kuten Lakatos tuo esiin (ibid. ja p.213), Duhemin kritiikki on osaksi loogista ja osaksi historiallista (vrt. Liikkeen Lakien vakiintumattomuus).

rajattomasti erilaisia symbolisia vastineita Keplerin laeille, koska nämä ovat vain likimääräisesti oikeita. (ibidem, pp.295-6).

Mikä oli sitten Duhemin mukaan Keplerin lakien *historiallinen rooli*¹⁹⁷ gravitaatiolain keksimisessä? Kaksi erillistä ajatuslinjaa näyttää antaneen osuutensa voiman lausekkeen keksimiseen: Keplerin lait ja teoreettinen mekaniikka, sekä voiman fysikaalista syytä koskeneet spekulatiot. Kepler, joka käytti Aristoteleen voimalakia, huomasi planeettaa *kuljettavan* voiman kääntäen verrannolliseksi etäisyyteen Auringosta. Borelli omaksui tämän selityksen, olettaen sitä paitsi Robervalin tavoin, että *luontainen vaisto* pyrki viemään planeettaa suoraan kohti Aurinkoa. Borellin teoriassa oli uutta se, että mainitun voiman, jonka hän arveli etäisyydestä riippumattomaksi, piti tasapainossa liikkeen keskipakoisvaikutus. Robert Hooke ja Christopher Wren olisivat päätelleet voiman suuruuden analogiasta valon kanssa, Keplerin laeista riippumatta. Newton, joka oli itsenäisesti keksinyt tasaisen ympyräliikkeen lain seitsemän tai kahdeksan vuotta ennen Huygensin *De Horologio oscillatorion* ilmestymistä, olisi johtanut voiman lausekkeen ympyräliikkeen tapauksessa jo 1665 tai 1666. Myöhemmin myös Leibniz päätyi (1689) neliölakiin Keplerin lakien ja Huygensin mekaniikan pohjalta. (Duhem[1914], pp.377-83).¹⁹⁸

Konventionalistinen historia

Konventionalismin mukaan tieteelliset teoriat ovat lokerikkoja joihin faktat järjestetään; tunnettu on Henri Poincarén esittämä metafora teoreetikosta tieteen arkistonhoitajana. Teoriat eivät jyrkästi jakaudu tosiin ja epätosiin, mistä seuraa, että niiden arvosteluperusteet voivat olla vain käytännöllisiä.¹⁹⁹ Hyvän teorian kriteerinä on ennen muuta yksinkertaisuus, joka on astekysymys. Konventionalistisen näkemyksen mukaan teoreettiset ideat eivät kehkeydy faktoista; useat vaihtoehdot teoriat ovat mahdollisia annetun empirian alueen hallitsemiseksi, ja tietyn teorian

¹⁹⁷Historiallisen ja loogisen kysymyksen erottamisesta, vtr. I.B. Cohen[1974], p.337.

¹⁹⁸Kuten m.m. Lakatos ([1978], pp.129, 213) tuo esiin, Duhemin kritiikki on osaksi loogista ja osaksi historiallista (vrt. Liikkeen Lakien vakiintumattomuus).

¹⁹⁹Konventionalistinen kanta teorioiden totuuskykyyn on jonkin verran moniselitteinen. Lakatosin määritelmän mukaan konventionalismi perustuu sille toteamukselle, että epätosiin oletuksilla voi olla tosia seurauksia; probleemana on vastaavasti epätosien teorioiden keskinäinen vertaaminen. Instrumentalismin, jonka mukaan teoriat ovat toden ja epätoden ulkopuolella, on puolestaan konventionalismin rappeutunut versio, ja perustuu alkeellisen loogisen kompetenssin puutteeseen. (Lakatos[1978], p.106). Johdonmukainen instrumentalisti joutuu kieltämään teorian sisäiset deduktiiviset relaatiot; näin tekee m.m. Stephen Toulmin (Suppe[1977], p.130). Huomattakoon myös, että Duhemin filosofisessa ympäristössä konventionaalina pyrittiin näkemään nimenomaan keskeiset teoreettiset periaatteet; myöhemmin tunnetusti m.m. Popper ja Reichenbach tulkitivat konventionaaliksi joko teorioiden empiirisen perustan tai tätä ja teorioita yhteen liittävät periaatteet (vrt. Lakatos[1978], p.22; Stegmüller[1979], pp.19-20). Rudolf Carnapin konventionalismi koski 'kielellisen kehyyksen' valintaa. Tällaisen kehyyksen määrittelee joukko syntaktisia, semanttisia ja metodologisia sääntöjä. Carnap erottaa toisistaan 'ulkoiset' ja 'sisäiset' (olemassaolo)kysymykset. Edelliset, jotka näyttävät metafysisiltä ongelmilta, koskevat tosiasiaa sopivan kehyyksen valintaa ja ovat luonteeltaan 'praktisia'. Sisäiset kysymykset koskevat totuusarvoa ja ne voidaan ratkaista kielen ja metodologian sääntöihin nojaten. ("Empiricism, Semantics, and Ontology"; vrt. m. Irzik & Grünberg[1995], pp.287-9). Agassi atribuoi (ibid.) konventionalismiin käsityksen etteivät teoriat ole tosia eivätkä epätosia; Duhemin kanta silloisesta konventionalismista on puheena jäljempänä.

omaksuminen on pragmaattisiin näkökohtiin perustuva intellektuaalinen valinta. Konventionalismi tuo siis tietyn ajattelun vapauden mukaan tieteen ominaispiirteisiin; hintana tälle on, että teoreettinen tiede nähdään puhtaasti matemaattisena, ja tieteen empiirisyys vastaavasti faktojen ja teorioiden yhteensovittamisena yksinkertaisuuden periaatetta noudattaen. (Agassi[1962], pp.29-30).

Agassi'n mukaan konventionalismi osoittautui Duhemin käsissä hyödylliseksi historiografisesti työkaluksi. Konventionalismin ansiona ovat sen asteikollinen selektio- ja arvosteluperuste sekä teoreettisten valintojen suhteellisuuden huomioonottaminen. Teorian hylkääminen ei tee siitä epätieteellistä. Tämä tekee mahdolliseksi induktivistisia esityksiä vivahteikkaamman kuvan antamisen historiasta: nykyisen oppikirjan kanonisoima teoria, käsite tai tutkija voi osoittautua olevan velkaa myös nyttemmin torjutuille edeltäjilleen. (ibid.).

Konventionalismi selittää tiedemiesten teoreettiset preferenssit sillä, että nämä pyrkivät suosimaan yksinkertaisia teorioita vähemmän yksinkertaisten kustannuksella pikemmin kuin tosia teorioita epätosien kustannuksella. Konventionalistinen historioitsija siis yrittää tulkita tieteen historian kertomuksena yksinkertaisten teorioiden kehittämisestä. Skeeman hyödyllisyys historiografialle ei olisi Agassi'n mukaan johtunut niinkään siitä, että yksinkertaisuus on todellisuudessa tärkeä kriteeri, vaan siitä, että konventionalismi mahdollisti induktivistien käyttämän mustavalkoisen valintaperiaatteen korvaamisen jatkuvalla asteikolla. Agassi huomauttaa, että (teorian tai lain) yleisyys olisi tarjonnut induktivistille vastaavan asteikollisen kriteerin, mutta että tosiasiasa tätä mahdollisuutta ei koskaan hyödynnetty. Syynä on se, että hypoteettis-deduktiivisen metodologiankin kannattajat, kuten Whewell, uskoivat yhä kokeiden voivan *todentaa* teorian. (ibid.).

Konventionalismi sulkee pois vakavan opillisen konfliktin esiintymisen mahdollisuuden tieteessä - teorioiden keskinäinen looginen ristiriitaisuus on joko mahdoton tai merkityksetön (tästä ei tietystikään seuraa kaikenlaisen konfliktin puuttuminen, sillä metodologisen suuntauksen erot jäävät vakavien ristiriitojen lähteiksi; tämän lisäksi tulevat selittäviin teorioihin liittyvät luonteeltaan metafysiset kiistat, jotka tosin Duhemin mukaan ovat pelkästään dysfunktionaalisia). Agassi, joka tahtoi edistää Popperin tieteenfilosofisten ideoiden soveltamista tieteen historiankirjoitukseen, näkee konventionalismin heikkoutena sen kykenemättömyyden selittää tieteellisten koulukuntien ja niiden välisten kiistojen esiintymistä sekä koulukuntien toisiinsa suuntaaman kritiikin merkitystä (Agassi[1962], p.49). Tutkimukset *opillisista* kiistoista tieteessä ovat olleet harvinaisia; tavallisemmin historioitsijat ovat käsitelleet metodologisia ja metafysisiä kiistoja. Poikkeuksena ovat Koyré ja hänen seuraajansa, jotka ovat korostaneet Arkhimedeeseen ja Aristoteleen välisen loogisen konfliktin merkitystä Renessanssin mekaniikassa. (ibidem, pp.24, 57).

Jatkuvuusteoria, vertaileva menetelmä, emergenssitekniikka

Agassi'n mukaan konventionalistit ensimmäisinä introdusoivat historiallisen kontekstin tieteen historiankirjoituksen pysyväksi piirteeksi. Tämä merkitsi ratkaisevaa edistystä induktivismiin verraten joka, niin kuin ylempänä mainittiin, sovelsi presentististä selektioperiaatetta. Nyt ajattelijaa tai ideaa verrattiin välittömiin edeltäjiinsä ja seuraajiinsa, ja edistystä arvioitiin suhteessa historialliseen taustaan. Vertaileva menetelmä kuitenkin usein rappeutuu 'emergenssitekniikaksi', jossa vain esitellään ideoiden keskinäisiä samankaltaisuuksia, yrittämättäkään osoittaa niiden välistä historiallista yhteyttä. (Agassi[1962], p.41).

Arvostellessaan jatkuvuuksien hillitöntä kasvua ja emergenssitekniikkaa Agassi koskettaa erästä duhemilaisen historiankirjoituksen keskeistä ongelmaa: mihin kulttuuriseen 'avaruuteen', niin kuin Robert Westman asian ilmaisee, historialliset merkitykset ja historiallinen selittäminen tulisi sijoittaa? Westmanin mukaan 'vahvat' duhemilaiset ostavat pitkän aikajänteen tekemällä

historiallisista toimijoista passiivisia käsitteellisten homologioiden kantajia; 'heikot' duhemilaiset lyhentävät etäisyyksiä ja sallivat fysikaalisen teorian sisällä pienen määrän neuvottelua ja konflikteja samalla, kun yrittävät kuitenkin säilyttää pitkän aikavälin käsitteelliset homologiat. Mutta molemmat jättävät riittämättömästi tilaa historiallisten agenttien omille kategorioille analyysin kohteena olevan merkitysavarouden määrääjinä. (Westman[1990b], p.261).

Historian tarkastelu käsitteellisten traditioiden tallennuspaikkana nostaa esiin kysymyksen tradition määritelmästä, tai toisissa termeissä lausuttuna, diskursioiden (sillä Duhemin, samoin kuin Koyrén, historiografia on tyypillisesti 'tekstin' tulkintaa; vrt. Duhemin osalta Machin esittämä arvostelu 'aineellisen perinnön' unohtamisesta, *Mechanik*, p.104) identifioinnin ja differentioinnin ongelman. Tämä koskee niin metodologisia diskursioita, jotka ovat erityisesti *Sozein ta phainomenan* aiheena, kuin varsinaista fysikaalista käsitteen- ja teorianmuodostusta, esimerkiksi statiikassa (vrt. *Les Origines de la Statiquen* hahmottama virtuaalisten nopeuksien periaatteen pitkä historia) tai impetus-teoreetikkoja Galilein dynamiikan edeltäjinä. Käyttäen Duhemilta toisesta yhteydestä lainattua vertausta kysymys on lähteissä todettujen käsitteellisten analogioiden naturalisoinnista, tässä tapauksessa siis niiden historiallistamisesta. Olivatko analogiset käsitteet samat kahdelle toisistaan ajallisesti hyvinkin etäiselle yhteisölle, perikö myöhempi epookki ne vanhemmalta? Fysikaalisten käsitteiden ja teorioiden 'positiivinen' luonne ja niille asetettu pragmaattinen kriteeri tarjoavat luonnollisesti tietyn ahistoriallisen selityksen samankaltaisuuksille. Tällainen selitys on avoinna erityisesti induktivistille, joka olettaa että teorit johtuvat faktoista (sellaiset hypoteesit kuin Jungin idea kollektiivisesta alitajunnasta ja sen seminaaleista arkkityypeistä edustaa toisentyypistä mahdollista selityslinjaa; Piaget'n edustaman kaltainen geneettinen epistemologia on uudempi esimerkki, vrt. Piaget & Garcia, *Psychogenèse et histoire des sciences*). Duhemin metodologiin lähtökohtiin kuuluu kuitenkin induktivismin kritiikki sekä erillisen teoreettisen tason olemassaolon oletaminen fysiikassa. Lisäksi fysikaalinen teoria on hänelle olennaisesti historiallinen entiteetti (vrt. alempana). Historiankirjoituksen on siis nojaututtava tietyille käsitteiden väliset polveutumissuhteet määritteleville relaatioille. On selvää, ettei pelkkä analogian osoittaminen riitä palauttamaan ajattelijaa oletettuihin edeltäjiinsä, sillä ajallinen tai kulttuurinen etäisyys voi olla liian suuri ylläpitämään yhteisiä merkityksiä. Historiaa, jossa esimerkiksi Galilein edeltäjänä pidetään Arkhimedestä tai Kopernikuksen Aristarkhosta, voidaan hyvällä syyllä moittia fiktionaalisuudesta. Asiaan palataan alempana kappaleen "Jatkuvuusteesi" lopussa (s.89), sekä Koyrén historiografian tarkastelun yhteydessä, jossa vastaava ongelma koskee 1500-luvulla tapahtuneen Arkhimedeiden töiden "assimilaation" asettamista tärkeimmäksi varhaisen modernin tieteen syntyä valmistelleeksi prosessiksi.

Duhemilainen historioitsija operoi sellaisilla ideoiden transmissioon liittyvillä käsitteillä kuin 'lähde', 'välittää', 'vaikutus', 'jatkuvuus', 'sai'. Nämä tulevat ongelmallisiksi heti, kun tunnustetaan yksittäisten kulttuuriympäristöjen integriteetti. Esimerkiksi jos 'lähteellä' ymmärretään tekstiä, se saa historiallista merkitystä vain, jos se luetaan. Ja koska lukeminen on aktiivinen, aikaan sidottu prosessi, mitkään kaksi henkilöä tai ryhmää eivät lue samaa tekstiä samalla tavalla. Duhemia ja duhemilaisia (Westmanin tarkoittamat duhemilaiset ovat William Wallace ja Stephen Menn) voidaan arvostella köyhästä lähteen käsitteestä. Duhem oli liian valmis pitämään varhaisia moderneja skolastisen kielen ja käsitteiden passiivisina vastaanottajina: 'koulujen oppineisuus' ja keskiaikaisten yliopistojen perintö nähdään lähteinä, jotka painoivat vaikutuksensa passiivisiin vastaanottajiin, pikemmin kuin *resursseina*, joita aktiivisesti käytettiin, muuteltiin, korjattiin, väärinkäsitetiin ja vääristeltiin. (Westman[1990b], pp.268-9).

Missä määrin Agassi onnistuu osoittamaan, että hänen erottamansa tärkeimmät piirteet Duhemin historiografiassa, jatkuvuuksien etsiminen käsitteellisessä muutoksessa ja asteikollinen arvosteluperuste, ovat heijastusta Duhemin tieteenfilosofiasta?

Huomattava on, ettei Agassi'nkaan mukaan konventionalismi sinänsä implikoi jatkuvuutta, minkä korostus luonnehtii Duhemin historiografiaa. Toinen ongelma Agassi'n selonteossa Duhemin osalta koskee teorioiden valintaa. Niin kuin juuri nähtiin, Agassi attribuoi Duhemiin ja konventionalismiin yleensä historiografisen skeeman, jossa tiede etenee yksinkertaisuuden kriteerillä ratkaistavien toereettisten valintojen pohjalta. Roberto Maiocchin mukaan tällainen käsitys on itse asiassa täysin virheellinen: Duhem, joka ensimmäisissä filosofissa kirjoituksissaan oli kannattanut 'simplisismiä', joutui luopumaan siitä erään (skolastisen) kriitikon osoitettua, että se jätti tiedemiehen vaille riittävää ohjausta. Duhemin ratkaisu teorian valinnan ongelmaan vetosi historialliseen kontekstiin tiedemiehen päätöksen määrääjänä (vrt. Duhem[1914], p.337 ja Brenner[1990], p.332). Teorian valinta olisi Duhemin mukaan ollut lähes aina mahdollinen empiirisillä perusteilla: kussakin historian käänteessä on yksi teoria osoittautunut muita paremmaksi ilmiöiden pelastajana. *Système du Monde* sisältää vain yhden esimerkin empiirisesti ekvivalenteista teorioista, Hipparkhoksen tuntemat episykli- ja eksentrihypoteesit, jotka tarjosivat vaihtoehtoiset tavat esittää Auringon liikkeit; Duhemin mielestä ainoa rationaalinen suhtautuminen kahteen hypoteesiin, jotka molemmat yhtä lailla pelastavat ilmiöt on Hipparkhoksen näköjään valitsema valinnasta pidättyminen. (Maiocchi[1990], pp.394-6; Hipparkhoksen pulmasta vrt. Duhem[1969], pp.8-9).

Teorian yksinkertaisuutta ja eleganssia on tieteenhistorioissa usein pidetty selityksenä astronomien valinnalle ptolemaiolaisen ja Kopernikuksen järjestelmien välillä; näin esimerkiksi Adam Smith tähtitieteen historiassaan: kieltäen idean, että Kopernikuksen taulukot olivat tarkempia kuin ptolemaiolaisten mallien avulla lasketut, hän väitti kopernikaanisen systeemin paremmuuden syynä olevan sen

taivaanilmiöille suoma ylivertainen koherenssi, sen planeettojen liikkeisiin tuoma yksinkertaisuus ja yhdenmukaisuus.²⁰⁰

Sozein ta phainomena'ssa Duhem koskettelee Kopernikuksen työn astronomeilta saamaa vastaanottoa. Kuten Maiocchi toteaa ([1990], p.396), astronomien suhtautuminen selitetään k.o. esseessä pääasiassa perustuvaksi Kopernikuksen järjestelmän mahdollistamaan suurempaan tarkkuuteen. Yksinkertaisuus mainitaan vain kerran, Erasmus Reinholdin, Kopernikuksen järjestelmään perustuvien *Pruteenisten taulujen* (1551) laskijan, yhteydessä.²⁰¹ Yhteenvetona Duhem toteaa:

Astronomien enemmistön mielipide Kopernikuksen kirjan julkaisua seuranneina kahtena- tai kolmenakymmenenä vuotena vaikuttaa aivan selvältä: Kopernikuksen työ voitti heidän huomionsa, koska se näytti erityisen sovelialta tarkkojen astronomisten taulukoiden konstruoimiseen, ja koska Kopernikuksen liikeyhdelmät vaikuttivat Ptolemaioksen vastaavia paremmilta. (Duhem[1969], p.87).

Maiocchi näyttää siis olevan oikeassa yksinkertaisuuden roolista Duhemin historiografiassa.

Yksinkertaisuus on itse asiassa ymmärrettävä suhteellisena, nimittäin suhteessa tunnettujen empiiristen lakien joukkoon; koska olemassaolevat teoriat ovat yhteenvetoja empirian eri osaluista, suhteellisuus viittaa ajankohdan (fysikaalisen) taustatiedon kokonaisuuteen. Tämän

²⁰⁰ *History of Astronomy*; lainattu teoksesta Lakatos[1978], p.173).

²⁰¹ "...Kopernikuksen uskollisen oppilaan nimitystä ei tulisi kieltää häneltä [Reinholdilta], jos hänen kääntymyksensä katsotaan merkitsevän että Wittenbergin astronomi ihaili uuden järjestelmän ehdottamien geometrinen konstruktioiden helpoutta ja yksinkertaisuutta, että hän uskoi niiden soveltuvan laskelmiin *Matemaattisen Syntaksin* yhdelmiä paremmin" (Duhem[1969], p.73; vrt. selostus Peucerin, pp.75-6, ja Giuntinin, p.84, asenteesta). Duhem tuo yksinkertaisuuden myös esiin myös analysoidessaan Ptolemaioksen kantaa; tämän mukaan eksentrihypoteesi oli järkevämpää valita, koska se oli episykliallisempaa yksinkertaisempi (p.18).

teoreetikko siis pyrkii esittämään optimaalisesti täsmällisyyden ja käytännöllisten näkökohtien vaatimalla tavalla. Empiirisen tietämyksen laajentuminen ja yksityiskohtaistuminen vaatii teorian komplisoimista. Ja juuri tätä komplisoinnin suuntaa eikä yksinkertaisuutta näyttävät Duhemin ohella korostaneen konventionalistit kuten Le Roy ja Poincaré.²⁰²

Sanotun ei silti tarvitse tehdä merkityksettömäksi Agassi'n analyysia. Tämänsä mukaanhan (s.78) konventionalismin merkitys historiankirjoitukselle ei johdu siitä, että yksinkertaisuus todella olisi tärkein peruste teoreettisissa valinnoissa vaan siitä, että se laajentaa 'tieteellisyyden' käsitettä kattamaan myös hylätyt ideat. Näin 'yksinkertaisuus' voidaan itse asiassa lukea yleisenä nimilappuna asteikollisille kognitiivisille arvoille.

Agassi arvostelee konventionalismia siitä, ettei se kykene tulkitsemaan tutkimuksen elävää luonnetta, sen probleemeja ja vaikeuksia, kamppailuja ja pettymyksiä, sen psykologista vakavuutta yksilöiden kannalta, "ajattelijan unettomia öitä". Sekä emergenssitekniikka että vertaileva menetelmä ovat luonteeltaan *post mortem, in toto*-proseduureja. (Agassi[1962], p.48). Popperia seuraten Agassi näkee tieteen edistyvän teorioiden kritiikin ja refutaation kautta. Edistyksen voimanlähteenä ovat metafysiset presuppositiot, intellektuaalinen kehys, ja tiede on yhteydessä muuhun kulttuuriin teorian metafysisen merkityksen kautta. Duhem painotti, että tieteellinen teoria on abstrakti ja matemaattinen, ja sen vuoksi tieteessä ei esiinny erimielisyyksiä. Näin hän johtui pitämään tieteen yhteyksiä metafysiikkaan, ja siten kulttuuriin yleensä, epäolennaisina; Duhemin näkemyksessä metafysiikka on aina ollut vailla yhteyttä tiedemiesten pyrintöihin, eikä filosofinen vallankumous voi synnyttää tieteellistä vallankumousta, väittää Agassi. (Agassi[1981], pp.276, 295, 296).

Kun tieteeseen liitetään vain esteettisiä ja teknologisia - vastakohtana intellektuaalisille ja moraalisisille - arvoille, sen kulttuuriset yhteydet jäävät ohuiksi. Baconilainen radikalismi erottaa tieteen kulttuurista absoluuttisen totuuden vaateellaan. Konventionalismi, joka korvaa totuuden yksinkertaisuuden asteilla, muuttaa tilannetta vain sisäisesti, ja painottaa pelkästään tieteen teknologista arvoa. Kolmas mahdollisuus on tarkastella totuuden läheisyyden tai epätotuuden asteita, mikä teoria on sopusoinnussa radikalistisen totuuden käsitteen kanssa, mutta on vähemmän optimistinen. Konventionalismin tavoin se sallii tietyn määrän joustavuutta tieteen sisällä, mutta kysymyksessä on oikaistuksi tuleminen mahdollisuuden tunnustaminen eikä vain mukavuus. Se osoittaa tieteelle tietyn määrän riippumattomuutta ja objektiivisuutta, sallien vuorovuorovaikutuksen kulttuurin muiden osa-alueiden kanssa. Toisin kuin Duhemin tai Kuhnin teorit, ja toistaiseksi ainoana tieteenteorian, se myös selittää kilpailevien koulukuntien tai traditioiden samanaikaisen esiintymisen. (Agassi[1981], p.298).

Seuraavassa on tarkastellaan Duhemin tapaa käsitellä kolmea hänen historiografiassaan huomattavalla sijalla olevaa ongelmaa: keskiaikaisen ja modernin fysiikan keskinäistä jatkuvuutta, matemaattis-astronomisen ja fysikaalis-kosmologisen tradition välistä eroa Antiikissa ja Keskiajalla, sekä edelliseen läheisesti liittyvää kysymystä varhaisen modernin tieteen edustajien metodologisesta suuntauksesta.

Kaikki kolme ongelmaa ovat suorassa yhteydessä Duhemin metodologian keskeisiin ideoihin ja erotteluihin: Niin kuin ylempänä todettiin, ajatus tieteellisen ajattelun olennaisesta historiallisuudesta ja jatkuvuudesta tuli täyttämään induktivismien hylkäämisen jättämän metodologisen aukon (vrt. Brenner[1990], p.332). Yritys erottaa kaksi erillistä ajatusperinnettä tähtitaivaan tutkimuksessa ja kopernikaanien realismia koskeva kysymys taas liittyvät metodologisiin distinktioihin yhtäältä eksplikatiivisten ja representatiivisten teorioiden sekä

²⁰²Maiocchi[1990], pp.397; Meyerson[1908], pp.412-3. Poincarén y.m. konventionalismi, ks. Duhem[1914], p.317ff). Duhem todella tekee yksinkertaisuudesta valintakriteerin valittaessa eri lakien välillä, jotka havaintotarkkuuden rajoissa vastaavat faktoja (ibidem, p.258).

toisaalta abstraktin teorian ja mekaanisten mallien välillä (ks. Duhem[1914], chs.I-IV). Duhemin näkemys oli, että modernin fysiikan perustajat lankeivat illoogiseen realismiin, mistä seurannut metodologinen virhesuuntaus fysiikassa onnistuttiin korjaamaan vasta 1800-luvulla. Tulkinta minkä Duhem varhaisen modernin fysiikan realismille antaa osoittautuu liittyvän hänen tieteenselityksensä esiintyvään jännitykseen positivismiin ja transsendentin realismiin välillä, mutta myös teoreettisuuden ongelmaan.

4.2.3. Jatkuvuusteesi

Vakiintunut käsitys tieteen historiankirjoituksessa ennen viime vuosisadanvaihdetta oli, että Keskiajan tieteellinen aktiviteetti oli ollut merkityksetöntä joitakin poikkeuksia, kuten Roger Bacon, lukuunottamatta.²⁰³

Duhem päätyi jatkuvuusteesiin statiikan historian tutkimisen yhteydessä. Vaikutin, joka johti hänet tutkimaan statiikan historiaa, oli edeltäjien etsiminen energetiikan avainkäsitteelle, termodynaamiselle potentiaalille, minkä avulla tapahtuva representaatio on tietyllä tavalla analoginen mekaniikan virtuaalisten nopeuksien periaatteen kanssa. Stanley Jakin mukaan Duhemin olisi johtanut löytönsä hänelle tyypillinen ehdottoman täsmällisyyden tavoittelu. (Jaki[1985], p.xv; vrt. ylempänä s.75).

Jatkuvuusteesi oli vallankumouksellinen tapahtuma tieteen historiografiassa. Alan perinteinen periodisäätiö asetettiin nyt ensi kertaa vakavasti kyseenalaiseksi. Duhem kehitti teesiään laajasti ja perinpohjaisesti eri töissään: *Les origines de la statique* (2 osaa, 1905-6); *Études sur Léonard de Vinci* (3 osaa, 1906-13), sekä *Le système du monde* (10 osaa, 1913-59) jonka osat 6-10 julkaistiin postuumisti 1917, 1938 ja 1956-9.

Les Origines de la Statiquen mukaan Länsimaiden Keskiaika ei vain ollut saanut, joko suoraan tai arabien välityksellä, tiettyjen vipua ja roomalaista vaakaa käsittelevien helleenisten teorioiden perinteen, vaan sen oma älyllinen aktiviteetti oli synnyttänyt autonomisen statiikan, jota Antiikki ei ollut aavistanut. Jordanus Nemorarius oli jo 1200-luvun alussa, ellei aiemmin, todistanut vivun tasapainon lain lähtien siitä postulaatista, että vaaditaan sama voima kohottamaan erisuuruiset painot kun painot ovat nousukorkeuksien suhteessa. (ibid., t.1, p.ii).

Duhem toistaa statiikan osalta ajatuksen arabeista pelkkinä kreikkalaisen perinteen välittäjinä²⁰⁴. Hän ei löydä merkkejä Arkhimedeeseen vaikutuksesta skolastikkojen statiikassa:²⁰⁵

²⁰³Lindberg[1990], p.13. Esimerkkeinä Keskiajan käsittelystä ks. esim. Condorcet, *Esquisse*, pp.168-9; Whewell, *The History of the Inductive Sciences*, osa 1, p.181ff).

²⁰⁴Duhemin arvio arabialaista tieteestä, vrt. Duhem[1969], p.25ff, ja Ragep[1990], pp.201-2, 208-11.

²⁰⁵Keskiajalla itse asiassa toteutettiin Arkhimedeeseen töiden käännohjelma, joka huipentui Willem van Moerbeke'ssa 1200-luvun kolmannella neljänneksellä. Paul L. Rose, joka nojautuu Marshall Clagettin tutkimuksiin *Archimedes in the Middle Ages*, kirjoittaa:

"Ennen Moerbekea vain kaksi täydellistä Arkhimedeeseen tutkielmaa tunnettiin arabialais-latinalaisessa traditiiossa. William onnistui tavoittamaan suoraan kreikankielestä useimmat lopuista töistä mukaanlukien ratkaisevat kirjoitukset mekaniikasta, mistä huolimatta hänen käänöksensä pysyi lähes tuntemattomana vuosisatojen ajan, jättäen tuskin mitään jälkeä skolastiseen geometriaan, ja tekemättä mitään vaikutusta skolastiseen mekaniikkaan tai fysiikkaan. Tapahtui itse asiassa outo vaikutuksen kääntyminen. Arabialais-latinalaisen tradition piirissä tunnetut Arkhimedeeseen työt 'skolastisoitiin'. Skolastikot kuten Bradwardine tai Albert de Saxe kehittivät Arkhimedeeseen alkuperäisiä geometrisia todistuksia uusiin loogisiin muotoihin, ottaen käyttöön täysin vieraita filosofisia ja fysikaalisia argumentteja." Syy miksi Moerbeken

Fragmentti *De ponderoso et levi*, joka on attribuoitu Eukleidesiin; neljä propositiota, joista käytetään nimitystä *Liber Euclidis de ponderibus secundum terminorum circumferentiam*; tutkielma *De canonio*; *Liber Karastonis*, jonka Thâbit ibn Kurrah julkaisi; näyttävät olevan, yhdessä Aristoteleen *Quaestiones mechanicae* kanssa ainoat helleenisen statiikan jäänteet, joita Keskiajan geometrikot hyödynsivät. He eivät näytä tunteneen Arkhimedeen menetelmää, eivätkä he koskaan seuranneet sitä töissään. Mitä tulee arabeihin, heidän osuutensa näyttää olleen aleksandrialaisen tieteen jäänteiden välittäminen Länsimaihin. Tulemme näkemään länsimaisen älyn tarttuvan näihin sirpaleisiin ja sisällyttävän ne mekaniikan järjestelmiin, joita se alkaa rakentaa. Saamme todistaa muuntamis- ja järjestämistyötä, ihmeellisen tiivistä ja voimakasta, joka tuottaa modernin statiikan.²⁰⁶

Jordanuksen mekaniikka ei ole Keskiajan ainoa panos modernin mekaniikan muodustumiseen. 1300-luvun puolivälissä Sorbonnelainen nominalisti Albert de Saxe pani alulle painopisteen teorian, minkä suosio ja vaikutus olivat mitä suurimpia. Teoriaa plagioitiin lähdeä mainitsematta 1400- ja 1500-luvuilla, ja se kukoisti vielä 1600-luvulla. Tästä teoriasta polveutuu Duhemin mukaan keskeytymättömässä linjassa Torricellin esittämä statiikan periaate. (ibid., t.1, p.iii).

Sekä Jordanus, vivun tasapainoehdon todistuksessaan, että (Duhemin otaksuma) "Leonardon edelläkävijä", kulmavivun ja kaltevan tason ongelmien ratkaisussaan, oli käyttänyt, "implisiittisesti", kuten Duhem toteaa, eräänlaista virtuaalisen työn periaatetta: "Se mikä pystyy nostamaan painon P korkeudelle H pystyy nostamaan painon P/l korkeudelle H*I". (ibid., t1, p.147).

Duhemin esityksestä ilmenevä yleinen peruste historiallisten ennakkotapausten etsimiselle on fyysikon kyvyttömyys luoda teoriasa alkutekijöistä lähtien:

Tiede ei tunne alkusyntyä. Odottamattomimmatkaan keksinnöt eivät synny alkutekijöistään ne luoneen älyn toimesta. Aina ne tulevat alkuidusta, jonka tämä nero on vastaanottanut; hänen roolinsa rajoittuu häneen kylvetyn siemenen kasvattamiseen ja kehittämiseen...²⁰⁷

käännökset jäivät unohduksiin oli pääasiassa keskiaikaisten oppineiden kyvyttömyys ottaa vastaan arkhimedinen traditio. (*The Italian Renaissance of Mathematics: Studies on Humanists and Mathematicians from Petrarch to Galileo*, Geneva: Groz, 1975, pp.80-1; lainaus H.F. Cohen[1994], p.275)

²⁰⁶Le fragment *De ponderoso et levi*, attribué à Euclide; les quatre propositions nommées *Liber Euclidis de ponderibus secundum terminorum circumferentiam*; le traité *De canonio*; le *Liber Karastonis* publié par Thâbit ibn Kurrah; tels paraissent être, avec les *Quaestiones mechanicae* d'Aristote, les seuls débris de la Statique hellène qui aient été utilisés par les géomètres du moyen âge. De la méthode d'Archimède, ils ne paraissent pas avoir connaissance; ils ne l'ont jamais suivie en leurs travaux. Quant aux Arabes, ils semble n'être intervenus que pour transmettre aux Occidentaux les reliques de la science alexandrine. Nous allons voir, maintenant, l'intelligence occidentale s'emparer de ces débris et les incorporer aux systèmes mécaniques qu'elle va construire. Nous allons assister à un travail de transformation et d'organisation, prodigieusement intense et puissant, qui produira la Statique moderne. (*Les Origines de la Statique*, p.98).

²⁰⁷La science ne connaît point de génération spontanée. Les découvertes les plus imprévues n'ont jamais été créées de toutes pièces au sein de l'intelligence qui les a enfantées. Toujours, elles sont issues d'un premier germe dont ce génie avait reçu le dépôt; le rôle de ce génie s'est borné à accroître et à développer la petite graine semée en lui jusqu'à ce que l'arbre aux frondaisons puissantes donnât ses fleurs et ses fruits. (*Les Origines de la Statique*, t.1, p.156).

Käsittehistoriallisesti kiinnostavaa on että *Les Origines de la Statique* käyttää termejä 'revoluutio' ja 'renessanssi'. 'Kopernikaaninen vallankumous' esiintyy myös, nimittäin painopisteen teorian historiassa, joka jaksotetaan Albert Saksilaisesta (de Saxe) Kopernikaaniseen kumoukseen, ja Kopernikaanisesta kumouksesta Torricelliin. (t.2, pp.1,91; vrt. I.B. Cohen[1985], p.562).

Toinen tieteen historiografian historian kannalta kiintoisa seikka on se, että Duhem näyttää muodostaneen teesinsä oppositiossa revolutionaarisia tulkintoja vastaan:

Statiikan alkuperän tutkimus on vienyt tiettyyn johtopäätökseen; mitä pidemmälle ja useampiin suuntiin olemme vieneet historialliset tutkimuksemme, sitä voimakkaammin tämä johtopäätös on painunut mieleemme; niinpä rohkenemme muotoilla sen täydessä yleisyydessään: Mekaaninen ja fysikaalinen tiede, josta nykypäivä on oikeutetusti ylpeä polveutuu, keskeytymättömällä sarjalla lähes huomaamattomia täydennyksiä, keskiaikaisten koulujen piirissä esitetyistä opeista; väitetyt älylliset **vallankumoukset** ovat useimmiten olleet vain hitaita ja kauan valmisteltuja kehityksiä; niin sanotut **renessanssit** usein vain epäoikeutettuja ja hedelmättömiä reaktioita; tradition kunnioitus on tieteellisen edistyksen olennainen ehto.²⁰⁸ (lihavointi minun).

Systemaattisuuteen, synteesiin fysikaalisessa teoriassa pyrkivä metodologia näyttäytyy historian pitkien linjojen hahmotuksen taustalla:

Idea, jonka ensi itu tavataan Jordanuksen tutkielmassa, kasvoi, seuraten jatkuvaa kehitystä, Jordanuksen oppilaiden, Leonardo da Vincin, Cardanon, Robervalin, Descartesin, Wallisin kirjoitusten kautta, saavuttaen täydellisen muotonsa Jean Bernouillin kirjeessä Varignonille, Lagrangen *Analyttisessa Mekaniikassa*, Willard Gibbsin töissä. Tiede josta olemme tänään oikeutetusti ylpeitä, ... johtuu tieteestä, joka syntyi vuoden 1200 tienoilla.²⁰⁹

Tämä [Jordanuksen esittämä vivun tasapainoehto] ... liitti vivun tasapainon liikuttavan virtuaalisen työn ja vastustavan virtuaalisen työn yhtäsuuruuteen. Se oli ensimmäinen itu periaatteesta, joka saavutti täyden kehityksensä vasta 1700-luvun lopulla, Lagrangen *Analyttisessa Mekaniikassa*.²¹⁰

²⁰⁸L'étude des origines de la Statique nous a conduit ainsi à une conclusion; au fur et à mesure que nous avons poussé nos recherches historiques plus avant et en des directions plus variées, cette conclusion s'est imposé à notre esprit avec une force croissante; aussi oserons nous la formuler dans sa pleine généralité: La science mécanique et physique que s'enorgueillissent à bon droit les temps modernes découle, par une suite ininterrompue de perfectionnements à peine sensibles, des doctrines professées au sein des écoles du moyen âge; les prétendues révolutions intellectuelles n'ont été, le plus souvent, que des évolutions lentes et longuement préparées; les soi-disant renaissances que des réactions fréquemment injustes et stériles; le respect du tradition est une condition essentielle du progrès scientifique. (*Les Origines da la Statique*, t.1, p.iv).

²⁰⁹L'idée dont le premier germe se trouvait dans le traité de Jordanus avait grandi, suivant un développement continu, au travers des écrits des disciples de Jordanus, de Léonard de Vinci, de Cardan, de Roberval, de Descartes, de Wallis, pour atteindre sa forme achevée dans la lettre de Jean Bernouilli à Varignon, dans la *Mécanique Analytique* de Lagrange, dans l'oeuvre de Willard Gibbs. La science dont nous sommes aujourd'hui si légitimement fiers dérivait, par une évolution dont il nous était donné de marquer les phases graduelles, de la Science qui naquit vers l'an 1200. (*Les Origines de la Statique*, t.1, p.iii).

²¹⁰Celle-là [la démonstration par Jordanus de la loi de l'équilibre du levier], ... rattachait l'équilibre du levier à l'égalité entre le travail virtuel moteur et le travail virtuel résistant. Elle était le premier germe d'un principe dont le plein développement serait atteint seulement à la fin du XVIII^e siècle, en la *Mécanique Analytique* de Lagrange. L'étude de l'évolution par laquelle ce germe, infime en apparence, est parvenu à la forme achevée sous laquelle nous le contemplons aujourd'hui, sera un des principaux objets de ces

Duhem antaa sängen rajoitetun merkityksen Arkhimedeeseen töiden vaikutukselle statiikassa. Tämä ei koske vain Keskiaikaa joka, niin kuin Duhem uskoi, ei tuntenut Arkhimedeeseen kirjoituksia, vaan myös 1500-lukua, jolloin ne olivat intensiivisen tutkimuksen kohteena. Arkhimedeeseen menetelmää sovelsi statiikassa m.m. flaamilainen insinööri Simon Stevin.

Duhem pitää virtuaalisen siirtymän periaatetta todellisena keksimisen menetelmänä. Arkhimedeeseen analyttinen metodi on hedelmätön, se on ensi sijassa todistamisen menetelmä.²¹¹ Statiikan teorian suhteesta kokemukseen Duhem esittää analyysin, joka toistaa hänen yleistä teoriaansa fysiikasta. Hänen mukaansa palauttaminen yksinkertaisiin ja evidentteihin faktoihin ei ole mahdollinen statiikassa: yleisen hypoteesin varmuus ei voi perustua niihin harvoihin faktoihin, jotka ovat aiheena sen sepittämiseksi; se, mikä osoittaa hypoteesin arvon, on sen kyky esittää kokemusperäiset lait ja ennakoita uusia. Samalla kun arkhimedinen virtaus saa mukaansa hyvän joukon mekaanikkoja, toiset seuraavat Aristoteleen viitoittamaa tietä. Heidän ponnistuksensa eivät tähtää analyysiin, joka hajottaa kaikkein monimutkaisimmatkin tasapainon lait ja palauttaa ne itsestään selviin alkeellisiin lausumiin; he tähtäävät pikemminkin laajaan synteysiin; heidän pyrkimyksensä on sisällyttää jokainen tasapainon tapaus, joka esiintyy luonnossa tai jonka taito voi toteuttaa, yhteen yleiseen periaatteeseen. (*Les Origines*, t.2, p.272).

Analyysin henki, pikkutarkalla kritiikillään, auttaa erottamaan pienimmänkin virheen totuuksista, jotka synteysin henki on löytänyt; mutta sen omat keksinnöt, harvalukuiset ja niukat, todistavat vain sen hedelmättömyydestä. Hedelmällisyys on synteysin hengen yksinoikeus; se, mikä alituisesti laajentaa statiikan aluetta, on virtuaalisten siirtymien periaate.²¹²

Representatiivisen teorian muodostus on maksimaalisen funktionaalista lopullisen tuloksen kannalta:

Tästä ponnistusten paljoudesta, yksikään yritys ei ollut turha; kaikki ovat antaneet osuutensa lopputulokseen; kukin on näytellyt osaansa, keskeistä tai toissijaista, lopullisen opin muodostumisessa; jopa erhe oli hedelmällistä²¹³.

Duhem ei tarkastele mahdollisuutta, että teleologisuus voisi olla seurausta historioitsijan soveltamasta näkökulmasta ja sen määräämästä selektioperiaatteesta.

Le Système du monde toistaa jatkuvuusteessin fysiikan kehityksen osalta. Moderni fysiikka kehkeytyy peripateettisesta opista "pitkällä sarjalla osittaisia muunnoksia" mitkä laukaisee 1200-luvun lopulla Pariisiin piispan Etienne Tempierin Pariisin Yliopiston teologisen tiedekunnan

études sur les *Origines de la Statique*. (ibidem, t.1, p.123).

²¹¹Arkhimedeeseen kirje Erastotheneelle, jossa hän selosti matemaattisen keksimisen menetelmäänsä, löydettiin vasta v.1906. Kysymyksessä oli mekaniikan (vipulain) soveltaminen matemaattisten teoreemojen keksimiseen, esimerkiksi paraabelin segmentin alan määritykseen, ei siis *fysikaalisen* keksimisen menetelmä. (Boyer, vol.1, p.206).

²¹²Certes, l'esprit d'analyse, par sa critique méticuleuse, contribue à dégager de toute trace d'erreur les vérités que l'esprit de synthèse a fait découvrir; mais ses propres découvertes, rares et maigres, ne servent qu'à mieux prouver sa stérilité. La fécondité est apanage de l'esprit de synthèse; c'est la méthode des déplacements virtuels qui, sans cesse, élargit le champ de la Statique. (*Les Origines de la Statique*, t.2, p.273).

²¹³En cette multitude d'efforts, aucune tentative n'a été vaine; toutes ont contribué au résultat; chacune a joué son rôle, prépondérant or secondaire, dans la formation de la doctrine définitive; l'erreur même a été féconde; (*Les Origines de la Statique*, t.2, pp.289-90).

neuvomana kreikkalaisen filosofian neessitariaanisiin teemoihin kristillisen Jumalan kaikkivaltiuuden nimissä kohdistamat kiroukset. Positiivinen tiede, ptolemaiolainen astronomia, yhdisti voimansa teologisen voluntarismin kanssa kreikkalaisen kosmologian tuhoksi:

Neljännentoista vuosisadan alusta lähtien peripateettisen fysiikan suurenmoinen rakennus oli tuomittu tuhoutumaan. Kristillinen usko oli kaivanut maata sen kaikkien olennaisten periaatteiden alta; havainnoiva tiede, tai ainakin se ainoa havainnoiva tiede, joka oli jonkin verran kehittynyt - astronomia - oli hylännyt sen seuraukset. Muinainen monumentti oli häviämäisillään; uudenaikainen tiede oli korvaamaisillaan sen. (Duhem[1985], p.3).

Ulkoisten intellektuaalisten yllykkeiden ja rajoitteiden tehokkuuden mahdollisuus vaatii vahvasti rationalistista tulkintaa fysiikan kehityksen ehdoista:

Eksentrien ja episykliä astronomian korvauksessa samakeskiset pallonkehät, kokemus oli yksin toiminnassa; sillä oli toinen tärkeä osa näyteltävänä Aristoteleen dynamiikan häviössä ja uuden dynamiikan luomisessa. Näitä kahta tapausta lukuunottamatta kokemuksella oli vähäinen osuus vanhojen ajatusten korvaamisessa uusilla. Tämä korvaaminen oli seurausta filosofisista keskusteluista, ja nämä keskustelut itse puolestaan nousivat halusta olla myöntämättä todeksi mitään, mikä ei ollut yhdenmukaista kristillisen oikeaoppisuuden kanssa, halusta välttää ekklesiastisen auktoriteetin tuomio. (ibid., p.4).

Vallankumouksellinen tulkinta modernin dynamiikan synnystä periytyy 1500-luvun tiedemiesten tavasta kokea pitkällä aikavälillä kertyneiden muutosten seuraukset:

Ne, jotka kuudennentoista vuosisadan aikana tulivat tietoisiksi yhden tieteen korvautumisesta toisella, joutuivat oudon harhan valtaan; he julistivat, että korvaaminen oli äkillinen, ja että se oli heidän työtään. ... Seuraavien vuosisatojen ihmiset olivat näiden miesten vilpittömän harhaluulon tai turhan erheen joko narreja tai rikoskumppaneita. Kuudennentoista vuosisadan fyysikoita juhliittiin luojina, joille maailma oli velkaa tieteellisen uudestisyntymänsä; mutta usein he olivat pelkästään jatkajia, ja toisinaan jäljittelijöitä. (ibid., p.3).

Duhemin teesin historiallisen todenmukaisuuden arviointi ei varsinaisesti kuulu tutkielman aiheeseen. Mutta näyttää siltä, että tämä ongelma on erottamaton esimerkiksi siitä kysymyksestä, minkätyyppisiä analyttisiä kategorioita historioitsija soveltaa. Eräs tässä yhteydessä relevantti kategoria kausaliteetti (vrt. Mayer ja Koyré alempana); toinen on teorian 'ontologia', käsite, joka ei näyttele merkittävää osaa Duhemin tieteenfilosofiassa, nousee esiin Burtin väitteessä koskien modernin fysiikan matemaattista realismia (s.88).²¹⁴ Merkittävä tulkinnallinen eroavaisuus Duhemin ja myöhempien historioitsijoiden välillä johtuu myös eri metodologisille tendensseille annetuista erilaisista painotuksista (vrt. Grant alempana).

Le Système du monde organisoituu paljolti Tempierin tuomioiden ympärille, mikä määrää kronologisen jaon tapahtumiin 'ennen' ja 'jälkeen' tuomioiden. Seuraavassa esitellään ensiksi joidenkin huomattavimpien Keskiajan tieteen historioitsijoiden käsityksiä Tempierin tuomioiden merkityksestä ja jatkuvuusteellisistä, ja lopuksi tehdään huomioita Duhemin tulkinnan epistemologisista edellytyksistä.

R. Hooykaas näki ("Science and Theology in the Middle Ages", 1954), että Tempierin tuomiot olivat alkuna nominalistiselle suuntaukselle (aristotelisen) skolastiikan sisällä. Tendenssi, minkä Tempierin edustama vanhoillinen teologia ja *via moderna* jakoivat, oli luonnon

²¹⁴ Ontologinen näkökohta esiintyy Duhemilla, jonka realismi on relaatioiden eikä entiteettien realismia (McMullin[1990], p.426), lähinnä 'primaarien kvaliteettien' yhteydessä. Nämä, esimerkiksi alkuaineet tai valo, ovat primaareja vain suhteellisesti ja väliaikaisesti; ne ovat *de facto* palautumattomia yksinkertaisempiin kvaliteetteihin, niin kuin valo oli ennen Maxwellin teoriaa. (vrt. Duhem[1914], ch.2).

kontingenttisuuden korostaminen. Hooykaasin käsitys oli että modernin tieteen syntyminen merkitsi vapautumista rationalismin vaateista, ja että tuomioilla oli siten osuutensa tässä prosessissa. (H.F. Cohen[1994], pp.264-5).

Anneliese Maier (1905-1971), jonka tutkimukset myöhäisskolastiikasta ilmestyivät vuosina 1949-77, katsoi että myöhäisskolastiikan savutukset sijoituivat pikemmin metodologian ja metafysiikan kuin varsinaisten tieteellisten ideoiden alueelle. 1300-luvun skolastinen ajattelu hankki itselleen vapauden "paljastaa periaatteet, jotka tekevät mahdolliseksi luonnon välittömän tuntemisen ja ymmärtämisen - tiedon, joka on yksilöllistä, empiiristä, ja auktoriteetista riippumatonta". Skolastinen ajattelu säilytti kuitenkin tietyt aristoteliset periaatteet, joista tärkeimmät olivat itsenäisen olemisen myöntäminen kvaliteeteille sekä liikkeen riippuvuus voimasta, ja nämä estivät tieteen sisällön uudistamisen. (H.F. Cohen[1994], pp.265-6).

Uudemmissa historioitsijoista medievalisti Edward Grant asettaa kyseenalaisiksi Duhemin teesin kirjassaan *Physical Science in the Middle Ages* (1971). Edistivätkö Tempierin tuomiot modernin tieteen syntyä, niin kuin Duhem väitti? Grantin mielestä olisi ironista, jos tutkimuksen ja ilmaisun vapauden loukkaus olisi synnyttänyt modernin tieteen:

Toimivatko ne pelkästään rajoittavana ja peloittavana tekijänä aristotelikoille? Olivatko [Pariisin yliopiston] maistereiden siteeraamat vaihtoehdot vain epämiellyttäviä mahdollisuuksia jotka lausuttiin paineen alla. Oliko se [voluntaristinen teologia] haitallinen Aristotelisen tieteen harjoittamiselle, joka oli liian integroitu salliakseen tuomioiden teologisten vaatimusten huomioonottamisen? Jos tuomiot olivat todella niin tehokkaita luomaan reaktion aristotelista tiedettä vastaan kuin Duhem väitti, miksei sitä muutettu radikaalimmin tai hylätty 1300 ja 1400-luvuilla? (Grant[1971], p.35).

Grant muistuttaa Koyrén arviosta, että tuomiot saivat vähän muutoksia aristotelisessä tieteessä.²¹⁵ Grant esittää keskiaikaisen fysiikan kehityksestä tulkinnan, jonka mukaan Duhemin tarkoittamat muutokset pysyivät aristotelismin kehüksessä:

Tiettyjen ratkaisevien osien hylkääminen olisi aiheuttanut paljolti lopunkin romahduksen. Tapahtui kuitenkin, että muutokset tehtiin usein Aristoteleen periaatteiden mukaisesti. [...] Nämä lukuisat muutokset ja lisäykset olivat hyvin erilaisia, ja kukin formuloitiin vastauksena johonkin erilliseen ongelmaan tai traditioon. Ne säilyivät toisiinsa liittymättöminä ja epäsointuisina osina aristotelista järjestelmää pikemmin kuin toimivat uusina avauksina. (Grant[1971], pp.83-4).

Keskiaikaisen teorioiden hypoteettinen luonne suosi Aristoteleen järjestelmän säilymistä. Tätä järjestelmää kohtaan tunnetun luottamuksen väheneminen heijasti yleisempää skeptisismiä koskien mahdollisuutta selittää luontoa. Asenteeksi tuli 'ilmiöiden pelastaminen' nojautuen 'imaginaatioihin' siitä, miten asiat saattaisivat olla, eikä todellisuuden hellymätön tutkimus (ibid., p.86). Kopernikaaninen kumous taas sai voimansa realistisen tendenssin yhdistymisestä uusien fysikaalisten ideoiden kanssa (ibid., p.89).

H. Floris Cohen erottaa²¹⁶ jatkuvuusteessin takana - löytäjän ylpeydestä johtuvan liioittelun sekä katolisen, ranskalaisen ja pariisilaisen itsekorostuksen halun lisäksi - määrätyn käsityksen tieteen olemuksesta. Duhemin esittämän tulkinnan mahdollisuuden ehtona olisi käsitys, että tieteellinen keksintö tehdään erillisinä lausumina, jotka sisältävät löyhiä ja yleensä toisiinsa liittymättömiä oivalluksia. Niiden yhdistäminen, niiden tekeminen keskenään koherenteiksi ja yhteensopiviksi, kvantifioiminen, aksiomatisoiminen, vaikkakin relevantteja, ovat pohjimmiltaan toissijaisia.

²¹⁵Koyré on käsitellyt Duhemin teesiä artikkelissa "Le vide et l'espace infini au XIV^e siècle", Koyré[1961], pp.37-92.

²¹⁶H.F. Cohen[1995], p.51; Duhem-sitaatit ovat teoksesta *Études sur Léonard de Vinci*, osa III, pp.55, 56. Cohenin tässä referoitu analyysi pohjautuu nimenomaan *Études*-teokseen.

Matematiikka erityisesti on toissijainen ilmiö. Sen aika tulee, kun perustava keksintö on tehty; se tekee mahdolliseksi tarkentaa keksintöä, selittää sen merkitystä, tuoda ilmi se mikä potentiaalisesti jo sisältyi kvalitatiiviseen lausumaan, joka on keksinnön varsinainen ydin. Duhemin näkemyksessä Galilein ja tämän aikalaisten osuus tieteeseen oli siinä, että he kehittivät täsmällisemmällä tavalla oivalluksia, joihin oli päädytty vuosisatoja aiemmin. Buridanin impetus-teoria säilyi oleellisesti muuttumattomana kaksi- ja puolisataa vuotta, kunnes se "riisuttiin puhtaasti kvalitatiivisesta muodostaan tullakseen puoleksi tarkempaan kvantitatiiviseen muotoon". Impetus-teoria

löysi siellä [Italiassa] kannattajia [erityisesti Leonardo ja Benedetti], jotka muinaisten lukeminen oli koulunut geometrian taitaviin menettelyihin, jotka käänsivät sen matemaattiselle kielelle, jotka näin tekivät ilmeisiksi totuudet, jotka se sisälsi mahdollisuutena ja määräsivät sen tuottamaan modernin tieteen.

Duhemin impetus-teorian merkityksestä modernin dynamiikan edelläkävijänä esittämät väittämät sisälsivät kolme pääkohtaa: impetus, joka asetettiin verrannolliseksi massaan ja nopeuteen, ennakoivat modernia liikemäärän (*momentum*) käsitettä; sen häviämättömyyden ominaisuus ennakoivat Galilein inertian käsitettä; koska sitä sovellettiin sekä maanpäällisten että taivaankappaleiden liikkeen selittämiseen, se avasi tien dynamiikan yhtenäistämiseksi, ennakoiden näin sekä Kopernikusta että Galileita. (H.F. Cohen[1994], p.47).

Jean Buridan (k.1358) muodosti impetus-teoriansa ratkaisuna ammuksen liikkeen ongelmaan. Singottua kappaletta ei, toisin kuin Aristoteles väitti, pidä liikkeessä ympäröivän ilman sysäykset; liike johtuu tietystä kvaliteetista minkä sinkoaja kappaleeseen synnyttää. (Duhem[1969], p.60). Teorian lähtökohtana oli siis aristotelisen dynamiikan peruseräite, että liike vaatii liikuttajan.

Koyré ja Maier toivat esiin impetuksen ja inertian ontologiset erot. Impetus-teoria selittää jotain, mikä inertiaperiaatteen mukaan ei tarvitse selitystä. Impetus on liikkeen syy, jonka täytyy huveta tuottaessaan vaikutuksensa; tämä oli ehdottomasti myös Galilein kanta varhaisissa, impetus-teorian kehittelylle ja aristotelisen dynamiikan kritiikille omistetuissa kirjoituksissa *De Motu*. Impetus-käsite on *ristiriidassa* liikkeen häviämättömyyden kanssa, väittää Koyré korostaen tämän tosiseikan suurta merkitystä tieteen historialle. (*Études Galiléennes*, pp.63-4). Buridan ja Albert de Saxe olivat ainoat, joiden mukaan impetus ei pyrkinyt häviämään itsestään. Mutta Maierin mukaan tämä ei merkinnyt, että se säilyisi Kuun alisessa maailmassa, sillä täällä ulkoisten vastusten lisäksi esiintyy aina tietty sisäinen vastus, jota ei käy abstrahoiminen pois, koska se on välttämätön liikkeen mahdollisuudelle. Buridan rajoittaakin impetuksen häviämättömyyden taivaanliikkeisiin, "vastaava sovellutus maalliseen mekaniikkaan ei tullut, eikä voinut tulla, hänen mieleensä", väittää Maier. (H.F. Cohen[1994], p.57).

Jatkuvuusteessin haastoivat antipositivistisesti orientoituneet historioitsijat, Burt ja Koyré, jotka tulivat lähinnä filosofian historian piiristä. Burtin tähtäimessä oli modernin tieteen kritiikki. Tässä tarkoituksessa hän yritti eristää sen taustalla olevat filosofiset tai metafysiset oletukset. Avaintekijä oli hänen mukaansa "perimmäisen todellisuuden ja kausaalisen tehoisuuden lukeminen matematiikan maailman ominaisuuksiin". Moderni tiede ei palaudu keskiaikaisiin edeltäjiin. Päinvastoin, sen syntyminen edellytti, että keskiaikainen maailmankuva ja siihen liittynyt substanssin ja aksidenssin, aineen ja muodon, potentiaalisuuden ja aktuaalisuuden metafysiikka syrjäytettiin ja korvattiin toisella. Analogia, jonka avulla Burt hahmotti modernin tieteen kehkeytymistä, oli metafysisen järjestelmän korvaaminen toisella. Tässä suhteessa hän oli saanut vaikutteita uskantilaisuudesta, erityisesti Ernst Cassirerilta. Verrattuna tulkintaan, joka näkee modernin tieteen perustuksen empiirisen metodologian omaksumisessa, joka johtaa avoimeen ja päättymättömään tutkimuksen prosessiin, metafysisen järjestelmän vakiinnuttamiselle on ominaista, että se tulee joskus loppuunsaatetuksi. Burt ajoitti muutoksen

kauteen Kopernikuksesta Newtoniin, jonka myötä "vallankumous", luonnon matematisointi, tuli loppuun suoritetuksi. (Lindberg[1990], pp.15-6).

Yhteenvetona voi todeta, että Duhemin teesiä kannattava filosofinen näkemys on ajatus tieteellisen tiedon olennaisesta historiallisuudesta. Fysiikan teoria on rakennelma, jota ei ole mahdollista palauttaa välittömästi annettuun epistemologisen rekonstruktion avulla. Teoriointi nojautuu aina vastaanotettuun traditioon. Fysiikan historiallisen jatkuvuuden tekee mahdolliseksi kokemuksen taloudellisen esityksen välineenä toimivan teorian abstrakti ja symbolinen luonne. Ontologisen sisällön sivuuttaminen tekee fyysikolle mahdolliseksi hyötyä teoreettisista ideoista, jotka ovat peräisin hyvinkin erilaisen ajattelun piiristä.

Duhemin hahmottama jatkuvuus tieteen historiassa on perustaltaan ja luonteeltaan aivan toinen kuin baconilainen, 'kokeellisen filosofian' avaama päättymätön tutkimuksen prosessi. Ensinnäkin näkökulma on *teoreettisen* fyysikon, joka arvostaa ennen muuta empiiristen lakien systematisoinnin mahdollistavia teoreettisia ideoita. Duhemin tieteenfilosofiassa on läsnä vahva rationalistinen ja 'historistinen' momentti²¹⁷.

Ideansa fyysikko olennaisesti perii edeltäjiltään. Teorian elementtejä voidaan muuntaa ja sisällyttää ne uusiin yhteyksiin. Ajan myötä tieteen kieli rikastuu ideoista ja tulee yhä hienostuneemmaksi representaation välineeksi. Virheellisetkin teorat voivat antaa osuutensa kehitykseen.²¹⁸ Fysiikan alkuperä palautuu Antiikkiin saakka - näin erityisesti tähtitieteessä, ja vähäisemmässä määrin myös muilla matemaattisilla aloilla kuten statiikassa. Sama koskee fysiikan metodologian kehitystä. 1500- ja 1600-lukujen taite ei siten merkitse suhteellisestikaan ottaen uutta alkua tieteessä ja tieteenteoriassa.

Esittävien teorioiden evoluution lisäksi voi esiintyä pyrkimyksiä luonnonlakien selittämiseen ja niiden johtamiseen metafysisistä periaatteista. Tämä tendenssi on altis metafysisen oppien vaihteluille, ontologioiden rakentelu on radikaalisti epäjatkovaa. Selittävä pyrkimys on kuitenkin tieteellisesti hedelmätön, fysiikka ei hyödy kytkennästä metafysisen ajattelun kanssa. Teorianmuodostus on riippumaton ontologiasta, fysiikan kehitys tapahtuu jatkuvana teoreettisena traditiona metafysisen järjestelmien vaihtelun ulkopuolella.

4.2.4. Tähtientutkimuksen kaksi traditiota

Kuten alussa (s.53) jo esitettiin, Duhem yhdisti oman teoriansa fysiikasta tiettyyn antiikista periytyvään metodologiseen traditioon, jota omana aikanaan olivat edustaneet esimerkiksi Platon, Ptolemaios, tai Kopernikuksen *De Revolutionibus*-teoksen esipuheen kirjoittaja, luterilainen teologi Andreas Osiander. (Duhem[1914], pp.54-5; [1969], pp.5, 67; [1917], p.189).

Kyseinen metodologinen konseptio kehitettiin lähinnä astronomian yhteydessä sillä Antiikissa, Keskiajalla, ja Renessanssin aikana astronomia oli jokseenkin ainoa fysiikan alue, jossa matemaattinen teoria oli kylliksi kehittynyt ja observaatio riittävän tarkkaa niin, että oli mahdollista keskustella niiden välisestä suhteesta. Muut nykyään fysiikkaan kuuluvat alat, kuten vivun teoria ja hydrostatiikka, jotka kreikkalaiset jo kehittivät jonkinasteiseen täydellisyyteen, eivät Duhemin mukaan antaneet yllykettä metodologiselle pohdinnalle, koska ne lepäsivät periaatteilla, joiden luonne ei jättänyt paljon arvailun aihetta: ne olivat yleistyksen muuntamia

²¹⁷Rationalismin osalta vrt. Toulmin[1972], pp.247-50. 'Historistisen' näkökannan tyypillinen ilmaisu, ks. esim. Duhem[1914], pp.336-7.

²¹⁸Brenner[1990], p.333.

kokemusperäisiä propositioita, ja niiden yhtäpitävyys kokemuksen kanssa merkitsi vain, että ne esittivät koordinoivan yhteenvedon faktoista. (Duhem[1914], p.55; [1969], p.3-4).

Duhemin mukaan astronomia, jossa oli vallalla ylempänä mainittu instrumentalistinen metodologia, sekä fysiikka, minkä tehtäväksi nähtiin antaa kosmologisesti perusteltu selonteko taivaankappaleiden todellisista liikkeistä, esiintyivät Antiikissa ja Keskiajalla toisistaan erillisinä traditioina.²¹⁹

Keskustellessaan tähtien liikkeitä koskevista teorioista kreikkalaiset erottivat selkeästi fyysikolle - nykyään sanoisimme metafysiikolle - kuuluvan osan ja astronomille kuuluvan osan. Fyysikon tuli ratkaista, vetoamalla kosmologiasta johdettuihin syihin, mitkä olivat tähtien todelliset liikkeet. Astronomin sen sijaan ei tarvitse välittää siitä, ovatko hänen kuvittelemansa liikkeet todellisia vai fiktiivisiä; niiden ainoa tarkoitus on esittää täsmällisesti tähtien suhteelliset siirtymät. (Duhem[1914], p.55).

Niin kuin sitaatista ilmenee, Duhem pyrki pitämään modernia fysiikkaa ja kreikkalaisten matemaattista astronomiaa keskenään analogisina; vastaavasti kreikkalaisten fysiikka ja modernin metafysiikka vastaisivat toisiaan:

Fysiikka meidän merkityksessämme, sekä matemaattisena että empiirisenä, ei vielä ollut tullut erotetuksi aineellisen maailman metafysisestä tutkimuksesta, se on kosmologiasta. Siksi monissa tapauksissa, joissa tänä päivänä puhuisimme 'metafysiikasta', Antiikissa käytettiin sen sijasta sanaa 'fysiikka'. Tämän vuoksi kysymys... mikä on fysiikan ja metafysiikan suhde, muotoiltiin kahden vuosituhanen ajan eri tavoin, kysymyksenä astronomian ja fysiikan suhteesta. (Duhem[1969], p.4).

F. Jamil Ragepin mukaan *Système du Monde*'ssa (t.2, pp.69-71) Duhem tekee kyllä joskus eron antiikin fysiikan ja silloisen metafysiikan kesken²²⁰: kosketellessaan kysymystä siitä, miksi Platon ja Aristoteles tahtoivat rajoittaa astronomisen kuvailun välineet tasaisiin ympyräliikkeisiin, hän toteaa, ettei tämä ole perusteltua, jos tarkoituksena on vain muodostaa geometrisia hypoteeseja, jotka pelastaisivat ilmiöt. Ja perustelun osalta on olemassa oleellinen ero Platonin ja Aristoteleen välillä: Platonilla vaatimus tasaisten ympyräliikkeiden käytöstä oli luonteeltaan *teologinen*, ja seurasi ontologisesta hierarkiasta, jossa todelliset, erotuksena havaittavista, liikkeistä olivat mahdollisimman täydellisiä. Aristoteleella kysymyksessä oli epistemologinen hierarkia, joka alisti geometrisen astronomian fysiikalle. Ragep väittää, yhtyen Martiniin, että Duhem tästä huolimatta pysyi sitoutuneena näkemykseen, että Antiikin astronomia on nykyisen fysiikan ja Antiikin fysiikka nykyisen metafysiikan vastine. Tämä olisi johtanut siihen, ettei Duhem suhtautunut riittävällä vakavuudella antiikin tähtitieteen fysikaalisiin periaatteisiin. Eivät kreikkalaiset eivätkä arabit justifioineet fysikaalisia periaatteitaan pelkästään metafysisesti, vaan myös esimerkiksi empiirisesti. Siten Aristoteles toteaa (*De Caelo*, 1.kirja, l.3, 270b5-16) että "teoriamme näyttää vahvistavan ilmiöt ja nämä teoriamme" (Ragep[1990], pp.205, 210, 212 n.15, 213 n.37).

²¹⁹ Tekstissä puhutaan seuraten I. Bernard Cohenia (I.B. Cohen[1985], p.492) y.m. kahdesta traditiosta; *Sozein*'issa Duhem näyttää käyttävän kuitenkin vain toisesta näistä - ilmiöiden pelastamisesta - nimenomaisesti termiä 'traditio' (ks. Duhem[1969], pp.3, 67).

²²⁰ Itse asiassa *La Théorie Physiquessa* (p.60) Duhem, viitaten Descartesin metodiin, toteaa että "Mikään ei ole vastakkaisempi kuin moinen menetelmä peripateettiselle käsitykselle, jonka mukaan tiede, kuten fysiikka, lepää itsestäänselvillä periaatteilla, joiden luonnetta metafysiikka voi kaivella, mutta joiden varmuutta se ei voi lisätä." Peripateettinen fysiikan teoria on siis puhdasta empirismää.

Millaiseksi Duhem ajatteli nyt puheena olevien traditioiden identiteetin? Ylempänä viitattiin intellektuaalisen tradition konstituution ongelmaan yhteisesti jaettujen merkitysten määrittelyn osalta. Duhem näyttää toisinaan ajattelevan p.o. traditioita myös sosiologisina entiteetteinä. *Système du Mondessa* (t.2, pp.62-3) hän luonnehtii niiden välistä suhdetta "sotana" niiden välillä, jotka "tahtovat Fysiikan olevan johdettavissa filosofisista oletuksista", ja niiden, jotka vaativat vain, että se on "täsmällisesti yhdenmukainen kokemuksen kanssa" (lainaus Ragep[1990], p.205). Tällaisina eri traditioiden tulisi ilmeisesti olla henkilö- ja myös ryhmätasolla eksklusiivisia; yksilön olisi vaikea vaihdella rooliaan sotaa käyvien puolten välillä, ja ryhmien vaikea sietää vastakkaiseen leiriin kuuluvia jäseniä. Tämä ei tietysti estä traditioita hyötymästä toistensa piirissä esitetyistä ideoista. Mutta kuten seuraavasta ilmenee, kysymys oli paljolti vain eri ongelmista, ja astronomit usein koettelivat voimiaan molemmissa, näin m.m. itse Ptolemaios. Vastaavasti esimerkiksi filosofi Averroes toivoi voivansa perustaa kuvailevan astronomian fysikaalisille periaatteille (Duhem[1969], p.31).

Duhemia kritisoivat kirjoittajat, kuten R.E.G. Lloyd, ovat asettaneet kyseenalaiseksi käsityksen, että antiikin astronomia oli riippumaton fysiikasta. Voidaan viitata runsaaseen evidenssiin siitä, että antiikin tähtitieteilijät ottivat fysiikan periaatteet lähtökohdiksi; näin m.m. Geminus, jota Duhem piti todistajana vastakkaisesta näkemyksestä. Sama pitää paikkansa Ptolemaioksen osalta: *Syntaxiksen* ensimmäisessä kirjassa esitetyt fysikaaliset argumentit osoittaisivat että hän perusti tai jopa alisti matemaattiset mallinsa modifioidulle Aristoteleen fysiikalle; samoin *Planeettahypoteesien* toisessa kirjassa Ptolemaios yritti *Syntaxiksen* mallien fysikalisoitua. Huomattakoon että Lloydin kritiikki kohdistuu nimenomaan kirjassa *Sozein ta phainomena* esitettyihin tulkintoihin.

Ragep osoittaa (Ragep[1990], pp.206-7), että *Système du Mondessa* Duhemin näkökannassa tapahtui merkittävä muutos. Siitä todistaa esimerkiksi se jo ylempänä mainittu tosiasia, että nyt hän nosti esiin kysymyksen Platonilaisen heuristiikan perustelusta, johon *Sozeinissa* ei oltu puututtu. Ptolemaioksesta, jota Duhem *Sozeinissa* piti ilmiöiden pelastamisen metodologian selkeimpänä edustajana, sanotaan nyt, että "työnsä aluksi Ptolemaios muotoilee postulaattinsa ikäänkuin astronomia tulisi perustaa täysin varmoille periaatteille, kiistämättömille fysiikan totuuksille". Mutta Duhemin mukaan "lopussa ...kokemuksensa opettamana, tekijä ei myönnä hypoteesiensa olevan kuin keinoja ilmiöiden pelastamiseksi mahdollisimman yksinkertaisella tavalla". Tässä kohtaa Duhem ottaa tarkasteluun *Planeettahypoteesit*, jossa Ptolemaios siis yritti fysikalisoida mallejaan. Duhem toteaa, että

Ptolemaios oli oikein kyennyt ylenkatsomaan tätä halua esittää häviämättömien taivaankappaleiden liikkeitä kuunalisten muuttuvien ja karkeiden kappaleiden avulla; hänen kritiikkinsä ei ollut saavuttanut lopullista voittoa; erhe, jota vastaan se taisteli, oli niitä, jotka näköjään kukistuttuaan... nousevat laakamatta uudelleen, koska ne ovat seurausta eräästä ihmishengen korjaamattomasta heikkoudesta. Se, mitä Dercyllides, Adrastus ja Theon tahtoivat, oli ilmentää abstrakteja ajatuksia konkreettisilla malleilla...; se oli halua pois järjestä mielikuvituksen panemiseksi sen sijalle. Ptolemaios, puolustettuaan järkeä muuttui, hän vuorostaan, mielikuvituksen orjaksi.

Ragepin mukaan Duhem ei kuitenkaan vetänyt työstään ilmeisintä johtopäätöstä, nimittäin, että tärkeimmät kreikkalaiset ajattelijat omaksuivat olennaisesti realistisen kannan ja alistivat matemaattisen astronomian fysiikalle. Itse asiassa Duhem toistaa *Système du Mondessa* seuraavan *Sozeinissa* esittämänsä yhteenvedon (ks. Duhem[1969], p.25):

Tietyn alkuepäroinnin jälkeen he [kreikkalaiset] kavahtivat ajatusta, että eksentrit ja episyklit ovat todellisia kappaleita ylhäällä taivaanholvissa. Heille ne olivat yksinkertaisesti geometrisia fiktioita, joita tarvittiin taivaan ilmiöiden alistamiseksi laskelmille. Jos nämä laskelmat ovat sopuinnossa havaintotulosten kanssa... astronomin probleema on ratkaistu.

Ragepin esittämä arvostelu ei kuitenkaan näyttäisi riittävästi ottavan huomioon sitä tosiasiaa, että Duhem tekee metodologiassaan oikeastaan kaksi eri distinktiota mahdollisten teoreettisten asenteiden välillä, nimittäin toisaalta eksplikaatiivisten ja representatiivisten teorioiden, ja toisaalta abstraktin teorian ja mekaanisten mallien käytön välillä. Hän toistaa tämän erottelun m.m. arabialaista ja juutalaista tieteenfilosofiaa käsitellessään:

Näyttää siltä että arabit omaksuivat yksimielisesti sen aksiooman, että astronomisten hypoteesien tulee mukautua asioiden luonteeseen. Jotkut katsoivat tämän merkitsevän sitä, että astronomiset hypoteesit täytyy johtaa varmana pidetystä fysiikasta; toiset katsoivat sen viittaavan siihen ehtoon, että astronomisten hypoteesien tulee olla esitettävissä taidokkaasti veistettyjen ja järjestettyjen jäykkien kappaleiden avulla. (Duhem[1969], p.32).

Valittaessaan Ptolemaioksen joutuneen mielikuvituksensa orjaksi Duhemilla näyttäisi olevan mielessään luopuminen abstraktista teoriasta mekaanisten mallien hyväksi; on selvää, ettei tällaisella mallinrakentelulla ole välttämättä mitään tekemistä realismin ja fysiikkaan perustamisen kanssa. Päinvastoin, niin kuin m.m. Maiocchi esittää, Duhem kritisoi mekaanisten mallien rakenteluun perustuvaa 'englantilaista' tyyliä oman aikansa fysiikassa juuri siihen sisältyvän instrumentalismien takia. Ptolemaiokseen ylläolevassa sitaatissa kohdistuva arvostelu voitaisiin ymmärtää analogisesti.

Toinen huomautuksen aihe koskee demarkaatioprobleeman sisäistä kompleksisuutta: Matemaattisen astronomian (joka vastaa modernia fysiikkaa) ja fysiikan (joka vastaa modernia metafysiikkaa) erottamiseen toisistaan liittyy ainakin kaksi eri näkökohtaa: tieteen autonomia - sen riippumattomuus filosofiasta ja teologiasta - ja toisaalta tieteen tulosten metafyyminen relevanssi. Duhem, joka olennaisesti jakoi positivistien käsitykset demarkaatiolinjasta, s.o. siitä missä kulki positiivisen tieteen ja mainittujen disipliinien välinen raja, erosi näistä kiistämällä sen, että tieteen perusteella olisi mahdollista tehdä johtopäätöksiä metafyyssisten oppien pätevyydestä tai pätemättömyydestä; nämä olivat *heterogeenisia*, eli vailla yhteisiä käsitteitä (Duhem[1914], pp.435, 454). On helppo todeta Duhemin kirjoitusten nojalla, että hänelle ongelman molemmat puolet olivat tärkeitä - edellinen fyysikkona ja jälkimmäinen katolisena. Tällä tosiasialla on merkitystä erityisesti Lloydin esittämän Geminukseen viittaavan kritiikin osalta. *Sozein ta phainomena*'ssa on Geminukselta peräisin oleva pitkä kappale (Duhem[1969], pp.10-11), jonka Duhem sanojensa mukaan lainaa täydellisenä sen vuoksi, että se tarkemmin kuin mikään toinen muinainen teksti määrittelee astronomin ja fyysikon vastaavat roolit. Kommentissaan sitaattiin Duhem selittää Posidoniuksen²²¹ tarkoituksena olevan teroittaa astronomin kyvyttömyyttä tavoittaa taivaanliikkeiden todellinen luonne vetoamalla eksentrin ja episyklin ekvivalenssiin²²² sekä Heraklides Pontikuksen osoittamaan heliosentrisen ja geosentrisen järjestelmän ekvivalenssiin. Se, mitä Duhem tahtoo sitaatin nojalla osoittaa, on siis, että Geminus selkeästi erotti toisistaan astronomin ja fyysikon tehtävät, ja toisaalta sen, että oltiin täysin selvillä siitä, ettei astronomisen teorian toimivuudesta voitu vetää kosmologiaa johtopäätöksiä, koska vaihtoehtoisten selitysten mahdollisuutta ei voitu sulkea pois. Sen sijaan Duhem ei esitä Geminusta antirealismien edustajana: itse asiassa p.o. lainausta edeltää kappale jossa Duhem, tulkiten Theonin (tai Adrastuksen; viittaus ei ole aivan selvä) johtopäätöksiä, toteaa, että "Hän [fyysikko] yksin on pätevä asettamaan periaatteet, joiden avulla astronomi löytää ainoan toden hypoteesin useampien sellaisten joukosta, jotka yhtä lailla pelastavat ilmiöt. Tämä on täsmälleen mitä stoalainen Posidonius [jonka ajatuksia Geminus toisti] väitti *Meteorologiassaan*." Geminus-sitaatti päättyi lauseisiin:

²²¹Kyseessä on Simpliciuksen toistama Geminuksen kommentaari Posidoniuksen *Meteorologiaan*.

²²²Adrastus Afrodisialainen oli todistanut että episykliahypoteesista seurasi eksentrihypoteesi; Theon Smyrnalainen todisti kanteisen tuloksen.

Periaatteensa, nimittäin, että tähtien liikkeet ovat säännöllisiä, yhdenmukaisia ja vakinaisia, hän [astronomi] saa fyysikolta. Näiden periaatteiden avulla hän sitten selittää tähtien kierrot, sekä ne, jotka piirtävät ekvaattorin suuntaisia ympyröitä, että ne, jotka noudattavat ekvaattorin suhteen kulmassa olevia ympyröitä.

On siten epätodennäköistä, että Duhem olisi erehtynyt esittämään Geminuksen antirealistina ja astronomian riippumattomuutta fysiikasta edustavana ajattelijana.

4.2.5. Varhaisen modernin tieteen realismi

Duhemin esittämä kopernikaanien epistemologisen itseymmärryksen kritiikki on mielenkiintoinen tutkielman aiheen kannalta kahdessa suhteessa: Ensinnäkin osoittautuu, että historioitsijan omaksuma kanta teorian kognitiivista asemaa koskevaan kysyksen on merkittävä m.m. tieteen ja uskonnon välisen suhteen arvioimiselle niiden yhteisen historian käännekohdassa. Toinen näkökohta koskee käytännöllisen tieteenfilosofian historiaa: Duhem näkee, että modernin fysiikan synty tapahtui teorian käsitettä koskevan väärinkäsityksen merkeissä, josta virheestä päästiin eroon vasta 1800-luvulla. Tieteen autonomia, sen vapautuminen käsitteistä ja teorioista koskevista metafysisistä kiistoista, on Duhemin mukaan kontingentti asia, ja riippuvainen siitä, että tiedemiehet omaksuvat oikean filosofian. Tieteen historia on siten erottamaton käytännöllisen tieteenfilosofian vaiheista. Paitsi alistamalla teoriansa erityisille metafysisille opeille, tiede voi siis olla yhteydessä aikaansa yleisen tietokäsityksen välityksellä. Mikä oli syynä realistisen asenteen vallallepääsyyn uuden astronomian ja fysiikan piirissä? Merkillistä kylläkin Duhem ei nimenomaisesti esitä tätä kysymystä. Luonnollinen johtopäätös, joka hänen kirjoituksistaan hahmottuu on se, että realismi oli keskiaikaisesta metafysiikasta ja teologiasta periytyvä jäännös²²³, mikä tulkinta siis olennaisesti liittäisi Duhemin tässä kohdin positivistiseen historiankäsitteeseen. Toinen mahdollisuus olisi selittää realistinen suuntaus sillä, että tiede, osana itsenäistymistään, otti tehtäväkseen hahmottaa maailmankuvan tai kosmologian. On ilmeistä, ettei Duhem ollut halukas myöntämään tieteelle näin perinpohjaista autonomiaa. Oliko Galilei-oikeudenkäyntiin huipentuneessa kiistassa kysymys siitä, mikä instanssi - uskonto, filosofia vai tiede²²⁴ - olisi johtava kosmologian määrittelyssä? Fideistinä Duhem epäilemättä pyrki torjumaan tieteen maailmankuvallista ylivaltaa. Tulkinta jonka mukaan konfliktissa oli panoksena tieteen autonomian sisältö ja laajuus on myös helppoa eristää kirjasta *Sozein ta fainomena* (s.103).

Olennainen merkitys Duhemin näihin historiallisiin ongelmiin tarjoamille ratkaisuille on kysymyksellä teorian tehtävästä kosmologian määrittelyssä: Onko teoria vain empiiristen lakien järjestämisen formaali väline, vai onko jokainen todellisuuskäsite inherentisti teoreettinen niin, että kysymys on aina valinnasta teorioiden kesken? Miten on vedettävä raja teoreettisten periaatteiden sekä tavallisen ymmärryksen piiriin kuuluvien oletusten ja metafysiikan välillä?

²²³Vrt. Kopernikukseen vaikuttanut italialainen averroismi, Tyco Brahen aristotelismi sekä teologinen juonne hänen ja Keplerin ajattelussa, ss.102, 103). Huomattakoon myös, että muualla Duhem yhdistää 1600-luvun suurten ajattelijoiden geometriset aineen teoriat metafysisien abstraktioiden tajun menetykseen rappeutuvan skolastiikan liiallisuuksien johdosta. "Jos Descartes ja häntä seuranneet filosofit kieltäytyivät osoittamasta aineelle mitään muita kuin geometrisia ja kinemaattisia kvaliteetteja, johtui se siitä että sellaiset kvaliteetit olivat *okkultteja*; koska, tajuttavissa vain järjellä, ne olivat mielikuvituksen pääsemättömissä." (Duhem[1914], p.105).

²²⁴M.m. Stillman Drake korostaa filosofian ja tieteen konfliktia Galilei-jutussa, kuten uuden fysiikan synnyssä yleisemminkin (vrt. esim. *Galileo*, pp.7, 14-5).

Mikä saattoi olla kopernikaanisen kumouksen tiedollinen sisältö, jos teorian realistinen merkitys kiistetään (s.103)?

Muita asiaan liittyviä tulkinnallisia ongelmia ovat m.m. kopernikaanien realismin täsmällisempi sisältö: Oliko kysymyksessä asioiden olemusta ja todellisuutta koskeva väite? Oliko se realismia tietyn ontologian suhteen, kuten m.m. Koyré väitti? Vai oliko kysymyksessä yksinkertaisesti vain fysikaalisen viitekehyksen valintaa koskeva konventio? Jos 'olemus' ja 'todellisuus' ymmärretään pelkästään arvottavina sanoina, todellisuusattribuutio merkitsee oleellisesti vain valitun teorian parempana pitämisen julistusta. Oliko kopernikaanien realismi siis muuta kuin retorinen siirto aurinkokeskisen mallin puolesta? Vai uskottiinko että yksinkertaisuus tai 'harmonia' ovat reaalisuuden kriteereitä? Oliko kopernikaanisen kumouksen taustalla uusplatonilainen tai pythagoralainen metafysiikka? Missä määrin empiiriset ja pragmaattiset tekijät, kuten teorian tarkkuus, yksinkertaisuus, tai sen kyky ennustaa uusia asioita riittävät selittämään aurinkokeskisen mallin omaksumista siihen liittyneistä fysikaalisista vaikeuksista huolimatta (s.100)?

Duhem näyttää tahtovan tulkita varhaisen modernin tieteen realismin non-naturalistisena²²⁵. Siten Kopernikus olisi uskonut hypoteesinsa olevan absoluuttinen, erehtymätön ja lopullinen totuus, sekä uskonut todistaneensa sen sellaiseksi (Goddu[1990], p.308). Duhemin vastaväite ei kohdistu metafysiikkaan tai transsendenttiin realismiin sinänsä. Toisin kuin positivistit, hän ei näytä torjuvan metafysiikkaa illusorisena; hän on tässä suhteessa lähinnä agnostikko. Hän arvostelee Kopernikusta ja tämän seuraajiansa siitä, että he pyrkivät tekemään realistisia johtopäätöksiä astronomisen teorian perusteella ja kääntöpuolena altistivat astronomisen teorian filosofisille ja teologisille hyökkäyksille. Jopa tätäkin kritiikkiä täytyy Duhemin kannalta (edelliseltä puoleltaan) kvalifioida, sillä niin kuin todettiin (s.65), hän ei kokonaan sulje pois fysikaalisen teorian kosmologista relevanssia; päinvastoin, usko siihen, että fysiikan teoria pyrkii kohti (empiiristen lakien) luonnollista luokittelua on olennainen osa hänen tieteenfilosofiaansa: Tämä usko ensinnäkin ainoa peruste pyrkimykselle loogisesti yhtenäiseen teoriaan (Duhem[1914], p.509). Lisäksi odotus, että teoria voisi ennakoita kokemusta, on ymmärrettävä vain luonnollisen luokittelun idean valossa (ibid., pp.36-8).

Realistinen aihe itse asiassa osoittautuu kantavaksi Duhemin tulkinnalle Kopernikuksen ja tämän seuraajien saavutusten tiedollisesta merkityksestä.

Realismi ja instrumentalismi

Seuraavassa yritetään ensiksi esittää yhteenvetoa puheena olevan historiallisen probleeman yhteydessä kysymykseen tulevista 'realismin' ja 'instrumentalismin'²²⁶ eri merkityksistä²²⁷. Tässä

²²⁵ Naturalismin käsitteestä, vrt. s.62 alav.176.

²²⁶ Termiä ei esiinny Duhemilla itsellään.

²²⁷ Realismia ja instrumentalismia koskeva kiista palasi tieteenfilosofiaan 1970-luvun alussa. Esimerkiksi Ernest Nagel oli omaksunut (*The Structure of Science*, 1961) asiaan konventionalistisen kannan, jonka mukaan molemmat näkemykset, sopivasti tulkittuina, pystyvät antamaan adekvaatin selonteen kokeellisen tutkimuksen aineistosta ja tieteen logiikasta. Mahdollinen erottelu niiden välillä olisi siis metafyyysinen. Uusimmat realistit asettavat ongelman kysymyksenä siitä, ilmentävätkö teoriat totuuksia, ja tiedettäviä totuuksia, ei-observaabeleista olioista. (Rosenberg[1996], p.5). Duhemin kysymyksenasettelu on: Onko teoriolla pelkästään käytännöllinen arvo kokemuksen esittämisen apuna, vai onko niillä myös omaa tietoarvoa? (Duhem[1914], p.495; Duhem[1917], p.185). Referentiaalisen realismin ongelma liittyy hypoteettisiin teorioihin, esimerkiksi Cartesiuksen fysiikka tai atomiteoria; mutta kysymys mahdollisesta

yhteydessä on hyödyllistä tehdä erottelu epistemologisen teorian ja tutkimukselle asetetun tavoitteen kesken. Vastaavasti voidaan erottaa kaksi instrumentalismin tai realismin versiota, joista seuraavassa käytetään nimityksiä 'formaali' ja 'käytännöllinen'.

Formaalin instrumentalismin mukaan teoriat eivät ole totuuspredikaatin mahdollisia loogisia subjekteja.

Aikaisemmin (s.65) todettiin, Duhem todella jossain mielessä sulkee hypoteesit ristiriidan lain pätevyysalueen ulkopuolelle, sillä fyysikko voi hänen mukaansa käyttää keskenään ristiriitaisia hypoteeseja. Kysymys on kuitenkin vain siitä, ettei logiikka sinänsä kiellä keskenään ristiriitaisten teorioiden käyttöä eri yhteyksissä, kunhan niitä ei vain sovelleta samoihin argumentteihin.

Duhemin kanta on, etteivät 'teorian mukanaan tuomat lausumat' ole tosia eivätkä epätosia (vrt. s.65). Fysiikan lait ovat *symboleita*, eikä symboli voi olla tosi tai väärä, ainoastaan paremmin tai huonommin valittu merkitsemään edustamaansa todellisuutta (Duhem[1914], p.254). Mutta teoreettisten lausumien poissulkeminen toden ja epätoden piiristä on hänen epistemologiassaan ongelmallinen useammastakin eri syystä: Ylempänä jo viitattiin (s.77 n.199) siihen, että johdonmukainen instrumentalismi näyttäisi tekevän mahdottomiksi teorian sisäiset deduktiiviset relaatiot. Mutta Duhemilla koko teorian konseptio ja ideaali perustuvat deduktiiviselle järjestykselle: Ensinnäkin yksi *La Théorie Physiquen* spesifioimista neljästä 'operaatiosta', jotka konstituivat fysiikan teorian on matemaattinen kehittäminen, 'développement mathématique', jossa siis teorian postulaateista johdetaan loogisia seurauksia. Toiseksi yhtenäisteorian ihanne nimenomaan vaatii loogista ristiriidattomuutta. Kolmanneksi tulee se tosiasia, että fysiikan faktat ovat *teorian läpäiseviä*; lisäksi monet empiiriset lait ilmaistaan vain teorioiden kielellä (s.64). Näyttäisi siis siltä, että teorian symboleita sisältävien singulaaristen lauseiden, jotka formuloivat faktoja, sekä alemman tason yleistysten on langettava toden ja epätoden piiriin. Itse asiassa syy, miksi fysikaaliset lait, toisin kuin arkikielellä ilmaistut common-sense lait, eivät ole tosia tai epätosia on se, että ne ovat *likimääräisiä* (ibidem, pp.254, 259).

Ylempänä (s.65) nähtiin lisäksi, että Duhem kannatti uskonvaraista realismia representatiivisen teorian määrittelemien relaatioiden suhteen. Mutta uskonvaraisenkin realismin looginen mielekkyys näyttäisi edellyttävän, että representatiivinen teoria lankeaa toden ja epätoden alaan.

Tässä yhteydessä ei ole aiheellista ryhtyä selvittämään kysymystä, onko Duhemin epistemologia totuus-kysymyksessä todella ristiriitainen.²²⁸ Se mikä tutkielman aiheen kannalta on merkittävää on kysymys siitä, miten tuo metodologia - mahdollisine ristiriitoineen - vaikuttaa Duhemin historiantulkintaan sen nyt tarkastellulta osalta. Asialla on kylläkin ilmeinen periaatteellinen ulottuvuus: jos historiallinen selonteko esitetään osittain termeissä, jotka ovat olennaisesti teoreettisia ja saavat siten merkityksensä osittain tietystä epistemologisesta opista, kyseisen doktriinin mahdollinen inkohereenssi voi tuskin olla heijastumatta historiallisen argumentaation sisäisenä ristiriitaisuutena.

Käytännöllinen instrumentalismi rajoittaa astronomian tehtäväksi ilmiöiden pelastamisen hypoteesien avulla, joista ei esitetä mitään havaintojen ennustamisen ylittäviä totuusvaateita;

tietoarvosta koskee tietysti myös *abstrakteja* teorioita (vrt. Rankinen erottelu, s.59).

²²⁸ Duhemin positio totuus-kysymyksen suhteen on mahdollisesti ilmaistavissa siten, että teoreettisten lausumien ainoa empiirinen tulkinta tulee teorian sovellutusten kautta niin, että tällaisten sovellutusten (teoreettiset) kuvaukset ovat tosia tai epätosia, mutteivät teorian abstraktit periaatteet sinänsä. Vrt. erottelu jonka Sneed[1971] tekee teorian formaalin matemaattisen rakenteen ja sen avulla esitettävän empiirisen väitteen välillä (p.16; holismista vrt. ibid., pp.70 ja 90ff).

teorioita käytetään pelkästään ilmiöiden kuvailun välineinä. Kysymyksessä on siis tutkimuksen tavoitteen määrittely, ei väite teorioiden loogisesta luonteesta. Käytännöllinen instrumentalismi perustuu teorian empiiriseen alideterminaatioon, siihen tosiasiaan, että koska teoriat sisältävät väitteitä, jotka ylittävät evidenssin, mitään teoriaa ei ole mahdollista osoittaa havaintojen nojalla välttämättömäksi tai ainoaksi selitykseksi.²²⁹ Paavi Urbanus VIII, yksi Duhemin ylistämistä metodologeista, ja jonka mielipiteeseen viittaa Simplicion viimeinen repliikki Galilein *Dialogossa*, korostaa nimenomaan tätä fallibilismin näkökohtaa. Loogiselta kannalta tällainen instrumentalismi lienee vastaansanomaton; sen heikkoutena on, että se on skeptinen, ja siten oleellisesti konservatiivinen konseptio, minkä tosiasian voi toisaalta nähdä ainakin osaksi selittävän sen suosiota. Juuri skeptismin torjuminen onkin Galilein ongelma, katsoo Hans Blumenberg: Paljas tietoisuus luomistyössä avoimena olleiden vaihtoehtojen äärettömästä paljoudesta hävittää kaiken suhteen nykyisen ja tulevan tiedon väliltä, uhaten itse äärellisyyden kokemusta äärettömyyden edessä, kokemusta, mikä Galilein mielestä voidaan saavuttaa erityisesti ja vain tiedollisten mahdollisuuksien toteuttamisen kautta.²³⁰

Realismi, teorioiden kognitiivista statusta koskevana 'formaalina' oppina, voi olla metafyyssistä: teorioiden postuloimat oliot ovat todella olemassa, teoreettiset termit viittaavat olemassaoleviin olioihin. Episteemistä: teorian hyväksyminen merkitsee uskoa, että teoria on tosi, että sen termit viittaavat olemassaoleviin olioihin; tai vaihtoehtoisesti, että peruste teorian omaksumiselle on peruste uskoa, että teorian postuloimat objektit ovat olemassa. Semanttista: teorian termit on tulkittava viittaaviksi todellisiin olioihin. Duhemin ei voida katsoa hyväksyneen mitään näistä realismin lajeista. (Goddu[1990], p.312).

Mitä tulee menestyksellisiin selityksiin teorian totuuden kriteerinä, Duhemin ajatus, että teorian aikaansaama luokittelu voi olla 'luonnollinen' kuvastaen ontologista järjestystä, merkitsee eräänlaista retroduktiota metatasolla; objektitasolla Duhem ei kuitenkaan hyväksynyt mitään vastaavaa päätelmää (McMullin[1990], pp.421, 427).

McMullin on ilmeisesti oikeassa kvalifioidessaan 'metatason retroduktiota', sillä Duhem näyttää tässä yhteydessä johdonmukaisesti tarkoittavan episteemistä tai psykologista relaatiota (omaksuen siten ratkaisun, jonka Hume antoi vastaavaan ongelmaan):

Vaatia luokittelua osoittamaan etukäteen paikka olioille, jotka vasta tulevaisuus paljastaa, merkitsee mitä suurimmassa asteessa sen julistamista, että pidämme luokittelua luonnollisena; ja kun kokemus vahvistaa teorian ennustukset, tunnemme vahvistuvan itsessämme vakaumuksen, että henkemme asettamat abstraktien käsitteiden väliset relaatiot vastaavat todella asioiden välisiä suhteita. (Duhem[1914], p.38)

Kuten edellä todettiin, realismilla on Duhemin tieteenfilosofiassa kahtalainen tehtävä: *usko* transsendenttiin järjestykseen *tekee* fyysikon menettelyn rationaaliseksi, ja se *selittää* pyrkimyksen käyttää teoriaa ennustamiseen. Kysymys ei siis ole suoraviivaisesta realistisesta päätelmästä parhaan selityksen antavan teorian totuuteen.

²²⁹Ei ole aivan selvää, miten empiirinen alideterminaatio olisi määriteltävä. Esimerkiksi Quine vaatii, että empiirisesti ekvivalenttien teorioiden on oltava yhtäpitävät kaikkien mahdollisten observaatioiden suhteen, missä potentiaalisuus viittaa kaikista avaruus-aikapisteistä saataviin havaintoihin.

²³⁰*Legitimacy of the Modern Age*, pp.394-5. Vastaavanlaisen väitteen retrograadisuuudesta on formaalin instrumentalismin osalta m.m. Paul Feyerabend esittänyt (ks. "Realism and Instrumentalism", M. Bunge, ed., *The Critical Approach to Science and Philosophy*).

Tutkimuksen käytännöllisen päämäärän näkökulmasta realismi voi merkitä tietynlaista eksploratiivista asennetta²³¹: tähtitaivaan rakenne on tuntematon, se voidaan selvittää vain empiirisesti, ja teoriat ovat välineitä, joiden avulla kosmografista tietämystä voidaan laajentaa. Duhem itse erottaa, tosin jonkin verran kryptisesti, tämänkaltaisen merkityksen yhtenä mahdollisena tulkintana vaatimukselle että astronomisten hypoteesien tulisi olla tosia:

[vaatimus, että astronomisten hypoteesien tulisi olla fysikaalisesti todeksi osoitettuja] ...voisi merkitä, että astronomiset hypoteesit ovat arvostelmia taivaankappaleiden luonteesta ja todellisista liikkeistä. Tai se voisi merkitä, että kokeellinen menetelmä, toimien astronomisten hypoteesien oikeellisuuden kontrollina, tulee rikastuttamaan kosmologista tietämystämme uusilla totuuksilla. (Duhem[1969], p.116).

Duhemilla tähän käsitykseen liittyy kuitenkin erityismerkitys, koska 'kosmologinen' tietämys koskee luonnontieteelle transsendenttia todellisuutta. Millä tavalla yhtenäisteorian avaama mahdollisuus alistaa astronomiset hypoteesit kokeelliseen testiin voisi laajenta kosmologista tietämystä? Ajatus on ilmeisesti se, että yleispätevämpi teoria merkitsee askelta kohti luonnollisempaa luokittelua. Toinen mahdollisuus olisi kenties tulkita asia niin, että Duhem myöntää fysikaalisilla teorioilla voivan olla metodologista merkitystä kosmologialle, s.o. kosmologisten totuuksien keksimisen ja todistamisen välineinä, mutta että teoreettiset käsitteet eivät sisälly näiden totuuksien *ilmaisuu*n.

Toinen ei-formaali realismin laji merkitsee tieteellisen teorian alistamista teologialle tai metafysiikalle, joiden katsotaan edustavan kosmologisen totuuden mittapuuta. Kartesiolainen fysiikka on tunnettu esimerkki tästä lajista, se kun vaati fysikaalisten selitysten perustamista sille lähtökohdalle, että ulottuvuus on aineen atribuutti, ja että kaikki fysikaaliset käsitteet tulee palauttaa aineen ja liikkeen käsitteisiin (vrt. esim. Duhem[1914], p.60ff, p.430).

Formaalin realismin eri lajit yrittävät ilmaista erään tavan jolla teoria voi olla tiedollisesti merkitsevä. Asia voidaan myös muuttaa tavallaan käännteiseksi ja väittää, että fysikaalisen todellisuuden kuvaaminen olennaisesti edellyttää teorioita ja teoreettisten käsitteiden käyttöä. Näin esimerkiksi Paul Feyerabend, jonka mukaan teoreettinen muutos voi merkitä uuden 'luonnollisen tulkinnan' ja sille korrelatiivisen 'observaatiokielen' luomista, kuten tapahtui Galilein perustaessa kopernikaanisen järjestelmän mahdollistavan dynamiikan (Feyerabend[1975], pp.73, 79). Teorian kognitiivinen merkitsevyys seuraa siitä, että se on konstitutiivinen kokemukselle.²³² Tällaisten käsitysten paradigma on tietysti Kantin luonnonfilosofia, joka pyrki osoittamaan aprioristen käsitteiden välttämättömyyden fysikaalisen tiedon konstituutiossa (vrt. *Prolegomena*, pykälä 15). Galilein nerokkuus oli Feyerabendin mukaan siinä, että hän oivalsi luonnollisten tulkintojen olevan sekä välttämättömiä että muutettavissa: ne eivät olleet a priori-periaatteita, joista ei voitu päästä irti, eivätkä ennakkoluuloja, joista kokonaan piti päästä irti, ne olivat tulkintoja, jotka voitiin korvata toisilla tulkinnoilla.

Onko teoria Duhemin käsityksessä konstitutiivinen kokemukselle? Ylempänä todettiin, että fysikaalinen koe käsittää aina teoreettisen tulkinnan ja että kokeelliset faktat ovat 'teorian läpäisemiä'. Tämän nojalla voisi ehkä sanoa, että teoria on fysiikassa konstitutiivinen ainakin

²³¹ *Dialogon* esipuheessa on kohta, jossa Galilei näyttää rinnastavan työnsä löytöretkiin, vedoten samalla italialaisten kansallisyylpeyteen: "...jos muut kansakunnat ovat purjehtineet enemmän, täällä ei ole ajateltu vähemmän".

²³² Kuhn omistaa vastaavan konstitutiivisen funktion asioiden luokittelua heijastavalle kielen sanastolle (Kuhn[1981], p.28; Irzik & Grünberg[1995], p.302).

eksperimentaatiolle. Sitä paitsi teoria on geometriselle hengelle välttämätön kokemuksen kokonaisuuden hallitsemiseksi. Puhuessaan teorian tietoarvosta (*valeur de savoir*) Duhem ei kuitenkaan ota lukuun näitä näkökohtia. Looginen analyysi voi paljastaa vain teorian *käytännöllisen* arvon, tietoarvo näyttää jäävän kokonaisuudessaan analogiaa koskevan uskon varaan. (vrt. Duhem[1914], p.495).

Kysymys tavallisen ymmärryksen teoreettisuudesta on potentiaalisesti tärkeä yrityksille tulkita kansanomaista reaktiota (vrt. Luther y.m.) kopernikaaniseen teoriaan sekä menetelmää, jolla tuo teoria voitiin saada hyväksytyksi; Alexandre Koyré näki Galilein joutuneen *Dialogossa* ensiksi valmistamaan tavallista ymmärrystä ottamaan vastaan kokemusperäiset todistukset hävittämällä sen entiset henkiset tottumukset ja luomalla uusia (vrt. *Etudes galiléennes*, p.213). Edellä (s.67) jo viitattiin siihen, ettei *sens commun* ole Duhemin mukaan muuttumaton, vaan historian kuluessa sisällyttää itseensä teoreettisesta tieteestä peräisin olevia elementtejä. Taipumus pitää teoriaa pelkästään formaalina lakien esittämisen ja luokittelun välineenä ilmeisesti esti häntä hyödyntämästä tuohon näkemykseen sisältyneitä tulkinnallisia mahdollisuuksia.

Kopernikuksen realismi

Sozein ta phainomenassa (ks. Duhem[1969]) Kopernikuksen realismin laadusta esitetyt todisteet nojaavat *De Revolutionibus*-teoksen paaville osoitetun omistuskirjoituksen tulkintaan sekä Kopernikuksen oppilaan Joachim Rheticusin kirjoituksiin. Duhemin mukaan Kopernikus ymmärsi astronomian probleeman olevan pelastaa ilmiöt hypoteesien avulla, jotka ovat sopusoinnussa fysiikan periaatteiden kanssa.²³³

Kopernikuksen mukaan

...tämän oletuksen [että Maa liikkuu] perusteella tähtien, sfäärien ja itse taivaan järjestys ja magnitudit osoittautuvat niin läheisesti toisiinsa sidotuiksi, että tulee mahdottomaksi järjestää uudelleen mitään osaa taivaasta syöksemättä muita osia, ja kokonaisuutta, sekaannukseen. (lihavointi minun).

Duhem pitää tätä evidenssinä siitä, että Kopernikus tahtoi todistaa hypoteesinsa todeksi, ja itse teossa uskoi tehneensä niin; Kopernikus väittää, että hänen hypoteesinsa on ainoa mikä voi pelastaa ilmiöt (Duhem[1969], p.63). Tulkinta ei vaikuta kiistattomalta, sillä Kopernikus näyttäisi sanovan vain, että p.o. seikat määräytyvät yksikäsitteisesti heliosentrisen **oletuksen** nojalla. Esimerkiksi Kuhnin *The Copernican Revolution*issa antaman selityksen mukaan Kopernikus tarkoittaa tässä juuri järjestelmänsä sitä piirrettä, ettei yksittäisen planeetan orbitaalin mittakaavaa ole sen puitteissa mahdollista muuttaa muista planeettaradoista riippumatta, niin kuin oli laita Ptolemaioksen järjestelmässä.²³⁴ Kopernikus olisi siis tarkoittanut hypoteesiansa kykyä määrätä yksikäsitteisesti tiettyjen teoreettisten parametrien arvot jotka geosentrisissä järjestelmissä jäävät epämääräisiksi.

²³³Kopernikuksen kritiikki olemassaolevia järjestelmiä kohtaan on, että homosentriin perustuvat järjestelmät eivät ole sopusoinnussa ilmiöiden kanssa, kun taas eksentreja käyttävät hypoteesit rikkovat liikkeen tasaisuuden periaatetta, mikä näyttää olevan ainoa Kopernikuksen mainitsema fysikaalinen periaate. (Duhem[1969], p.62).

²³⁴(Kuhn[1957], pp.142, 176-7). Ratojen järjestys ja suhteelliset koot tulevat Kopernikuksen teorian perusteella yksikäsitteisesti määräytyiksi, ja empiirinen riippuvuus kiertoajan ja radan koon välillä voidaan määrittää. Geosentrisessä teoriassa tämä ei ollut mahdollista ilman *ac hoc* oletuksia, kuten että planeetan suurin etäisyys Maasta on sama kuin lähinnä ulomman pienin etäisyys (vrt. esim. *ibid.* pp.81-2, 173-7).

Duhem myöntääkin, että väite heliosentrisen hypoteesin välttämättömyydestä on Kopernikuksella vain "implisiittisenä", mutta vetoaa Rheticusin, "Kopernikuksen uskollisen oppilaan", kirjoituksiin, joissa väite esiintyy "eksplisiittisesti" (Duhem[1969], p.64). Hän lainaa Rheticusilta m.m. kohdan jossa tämä kirjoittaa, että "...opettajani hypoteesit vastaavat ilmiöitä hyvin, että ne voidaan vaihtaa keskenään, niin kuin hyvä määritelmä määritellyn asian kanssa" (ibid. p.65).

Toinen realistinen motiivi, minkä Duhem tuomitsee ovat syyselitykset. Viitaten Rheticusin sanoihin, että "meidän täytyy mennä, mihin observaatio ja itse taivaiden todistus meidät vie", Duhem kysyy, mitä opastusta tämä ilmiöistä odotti, ja asettaa vaihtoehdoiksi, että ne antavat tietoa ilmiöiden vaikuttavista syistä, tai että ne ehdottavat ilmiöiden pelastamiseen sopivia fiktiivisiä hypoteeseja. (ibid., p.64). Kopernikaanit olisivat siten pitäneet Maan liikettä taivaanilmiöiden vaikuttavana syynä. Duhem näyttää Kopernikaaneista puheenollen (ibid., p.65) katsovan analyttisen menettelyn käytön sinänsä merkitsevän fyysikon roolin omaksumista:

Kopernikus päätyi hypoteeseihinsa fyysikon menetelmällä, se on siirtymällä vaikutuksista syihin.

Mutta toisaalla osoittautuu, että itse Ptolemaios eteni hypoteeseihinsa *dioti*, analyttisesti ja induktiivisesti, minkä Duhem ei selvästikään katso merkitsevän fyysikon roolin omaksumista:

Hän [Ptolemaios] tarkasteli ilmiöitä ja, sellaisen tarkastelun kautta, ehdotti hypoteeseja, joiden avulla ilmiöt voitaisiin esittää.

Reinholdin luonnehdinnassa, jonka mukaan Ptolemaios tutki "ilmiöiden syitä", 'syyt' on Duhemin mukaan ymmärrettävä niiksi yksinkertaisiksi liikkeiksi, joilla näennäiset liikkeet selitetään, ei syiksi "metafyysisessä mielessä". (ibid., p.70).

Edelleen, kysyen kuinka *varmoina* kopernikaanit pitivät hypoteesejaan, Duhem ottaa Rheticusilta katkelman, jossa tämä lainaa Aristoteleen lausumaa "Tosin (verissimum) on se, mikä on seuraustensa totuuden syy" ja jatkaa opettajansa sen vuoksi uskoneen, että olisi asetettava hypoteeseja, joiden sisältämät syyt vahvistavat aiemmat havainnot sekä jotka saattaisivat olla myös uusien ennusteiden totuuden syinä. Duhemin mukaan

[j]ohtopäätös ...on väistämätön: Kopernikaaniset hypoteesit ovat ...*verissimae*, tosimpia.

Duhem näyttää tulkitsevan tämän niin, että *verissimum* merkitsee varmuuden astetta. (ibid., p.65)

Duhemin kritiikki spesifioi siis kolme suhdetta, joissa kopernikaanien realismi oli harhaista: (1) että hypoteesit on mahdollista osoittaa ilmiöiden perusteella välttämättömiksi; (2) että he perustivat selitykset "metafyysisiin" syihin; (3) että he pitivät hypoteeseja *varmoina*, ilmiöitä varmempina.

Kuten ylempänä kävi ilmi, Duhemin asettamat vaihtoehdot ovat, että ilmiöt antavat tietoa vaikuttavista syistään, tai sitten ne ehdottavat pelastamiseensa sopivia fiktiivisiä hypoteeseja. Tästä voi päätellä, että Maan liikettä on hänen mukaansa pidettävä sen avulla selitettävien ilmiöiden vaikuttavana syynä, mikä selittää viittauksen "metafyysisiin" syihin. Kysymys ei ole siitä, että Duhem arvostelisi Kopernikusta yrityksestä selittää todelliset liikkeet, vaan kysymys on itse näistä liikkeistä.²³⁵ Duhem itse asiassa tuomitseekin vaarallisena ja illoogisena

²³⁵Goddu näyttää ymmärtävän Duhemin väittävän, että Kopernikuksen tarkoituksena oli havaittujen liikkeiden fyysikaalisesti kausaalinen selitys; Goddu myöntää, että tämä olikin Kopernikuksen perimmäinen tarkoitus, mutta että tämä ei silti uskonut absoluuttisen totuuden olevan edistyneen välttämätön ehto (Goddu[1990], p.311).

käsityksen. että astronomiset hypoteesit ovat arvostelmia taivaankappaleiden todellisista liikkeistä (Duhem[1969], p.116).

Duhemin antirealismi on siten läpikotaista. Mutta se on myös johdonmukaista (vrt. Goddu[1990], p.313). Sillä lienee joka tapauksessa myönnettävä, että oletus Maan tai taivaankappaleiden todellisista liikkeistä on olennaisesti teoreettinen. Ja Duhem kieltää, että teoreettisilla käsitteillä voi olla referentiaalinen suhde objekteihin (vrt. Goddu[1990], p.312). Siten kosmografinen kuvailu, joka vetoaa 'todellisten liikkeiden' kaltaisiin käsitteisiin, on tieteen valepuvussa kulkevaa metafysiikkaa.

Goddun mukaan realismi, jonka Duhem Kopernikuksen attribuoi sisältää väittämät, että astronomisten hypoteesien tulee olla tosia ja että ne tulee voida osoittaa tosiksi. Jälkimmäinen väite implikoi sen, että hypoteesit on voitava osoittaa paitsi riittäviksi myös välttämättömiksi oletuksiksi ilmiöiden perusteella. Goddu tulkitsee tämän niin, että Duhemin Kopernikukselle omistama käsitys on, että tämä olisi uskonut hypoteesinsa olevan absoluuttinen, erehtymätön ja lopullinen totuus, sekä uskonut todistaneensa sen sellaiseksi (Goddu[1990], p.308).

Goddu argumentoi, vedoten lähinnä tulkintoihin, jotka Noel Swerdlow ja Otto Neugebauer esittävät teoksessa *Mathematical Astronomy in Copernicus's De Revolutionibus*, että Duhemin Kopernikukselle omistama kanta on vain osaksi oikea. Kopernikuksen voidaan sanoa uskoneen, että hypoteesien tulisi olla tosia, ja että oletus Maan liikkeistä on oikea; mutta on vähän todisteita siitä, että Kopernikus uskoi todistaneensa, missään perinnäisessä mielessä, hypoteesinsa totuuden. Ensinnäkin on olemassa Kopernikuksen epäröinti *De Revolutionibusin* julkaisemisen suhteen: jos hän todella uskoi osoittaneensa hypoteesinsa totuuden, hänen epäröintinsä ja pelkonsa niiden vastaanotosta on vaikeasti selitettävissä. Toiseksi Kopernikuksella ei ollut todistusta, koska hän ei kyennyt osoittamaan Maan liikkeen syytä: Kopernikuksen argumentti lepää sillä tosiasialla, että ensiksi Maan liikkeen oletuksella on välittömästi observaabeleita seurauksia, ja toiseksi sillä, että hän antaa etusijan näiden havaintojen välittömyydelle suhteessa maanpäällisiä liikkeitä koskeville observaatioille; tässä tarkoituksessa hän nostaa esiin keskiaikaiset vakioepäilyt maanpäällisten liikkeiden yksinkertaisuudesta. (Goddu[1990], p.309-10).

Kopernikuksen voi katsoa siten pitäneen hypoteesejaan vain todennäköisinä. Mutta, niin kuin Goddu huomauttaa (ibid., p.311), Duhemin kannalta tämäkään ei ole hyväksyttävää, sillä hän rajoitti johdonmukaisesti totuusattribuutiot empiirisiin lakeihin (vrt. ylempänä).

Artikkelissaan "Metaphysics and the New Science" Gary Hatfield on kritisoinut perinpohjaisesti Tieteellisen Vallankumouksen klassisia historioita niiden tavasta käsitellä metafysiikan ja luonnonfilosofian suhdetta. Hatfieldin arvostelun aihe Cassirerin, Burtin ja Koyrén edustamaa historiallista analyysitapaa kohtaan on se, että metafysiikan samaistaminen 'presuppositioihin', mikä termi voidaan ymmärtää R.G. Collingwoodin sille antamassa merkityksessä, hämärtää 'metafysiikan' kontekstuaalisen merkityksen, ja seurauksena peittää näkyvistä erot historiallisten hahmojen käyttämissä eksplisiittisissä argumentointitavoissa (vrt. Hatfield[1990], pp.93-5).

Eräs 'metafyysiseksi' mielletty motiivi varhaisen modernin tieteen edustajien ajattelussa on näiden realismi. Taipumus ymmärtää realismi metafyysiseksi polveutuu Hatfieldin mukaan juuri Duhemilta; tämän ja muiden käyttämä metafyysisen realismin käsite sekoittaa väitteen totuuden tuntemisesta joidenkin luonnon aspektien osalta väitteeseen siitä, että tunnetaan todellisuuden olemus tai luonne (ibid., p.140).

Hatfieldin mukaan Kopernikuksen argumentit järjestelmänsä todellisuuden puolesta olivat: (1)päiväntasauspisteiden precession selitys; (2)ekvantin eliminointi ja pelkästään tasaisten ympyräliikkeiden käyttö; (3)järjestelmän rakenteen 'symmetria', ja liikkeiden 'harmonia'. Lisäksi Kopernikus yrittää poistaa joitakin Maan liikkeeseen yleisesti kohdistettuja vastaväitteitä.

Tasaisen ympyräliikkeen puolesta hän esittää sekä sen matemaattisen argumentin, että planetaaristen tapahtumisen jaksollisuus edellyttää niiden perustumista ympyräliikkeisiin (Hatfieldin (ibid., p.155 n.32) referoima Kopernikus-teksti ei kuitenkaan sisällä viittausta nimenomaan **tasaiseen** ympyräliikkeeseen). Toinen, 'fysikaalinen' peruste palauttaa ympyräliikkeen pallon symmetriaan. Kopernikus ei esitä kohtaa (2) argumenttina heliosentrisyyden puolesta. Ekvantin edustama kauneusvirhe on silti toimia motiivina vaihtoehtojen etsimiselle Ptolemaioksen järjestelmälle.

Kopernikuksen argumentti koostuu kahdesta osasta: hän osoittaa, että ilmiöt voidaan johtaa aurinkokeskisestä mallista yhtä suurella tarkkuudella kuin maakeskisestäkin, ja toiseksi hän antaa perusteluja pitää selityksiään (*causae*) geosentristä oletusta parempina. Näitä perusteluja ovat 'yksinkertaisuus' ja 'taloudellisuus' jotka seuraavat siitä, että liikkeet osoitetaan pienelle Maalle eikä valtavalle kiintotähtien kehykselle, ja että prekessio selitetään Maalle osoitetun toisen ja kolmannen liikkeen yhteisvaikutukseksi (ibid., p.155, n.33). Lisäksi tulevat 'symmetria' ja 'harmonia', jotka viittaavat ratojen suhteellisten kokojen ja järjestyksen määräisyyteen (ibid., p.155 n.43). 'Koherenssi' ja 'ykseys', joihin Kopernikus viittaa luvaten selventää niitä myöhemmin, osoittautuvat merkitsevän juuri planeettaratojen järjestyksen ja suhteellisten kokojen yksikäsitteistä määräytymistä hänen järjestelmässään.

Miksi 'yksinkertaisempi' tai 'harmonisempi' järjestelmä on tosi? Kopernikus käyttää näitä (todellisuuden) kriteereinä ilman eksplisiittistä puolustusta. Ovatko nämä kriteerit inherentisti metafyyysisiä? Ne voivat sitä olla, jos ne perustetaan esimerkiksi arveluihin Luojan intentioista. Mutta niiden ei tarvitse olla metafyyysisiä, jos ne esimerkiksi omaksutaan siksi, että ne ovat näytelleet tiettyä osaa aikaisemmassa matemaattisessa käytännössä ja niitä pidetään konstitutiivisina terveelle arvostelukyvyllle luonnonilmiöitä koskevissa asioissa. Hatfield asettaa seuraavat vaihtoehdot: vedotessaan esimerkiksi käsitykseen, että luonto toimii yksinkertaisimpien keinojen avulla, hyväksyykö Kopernikus tietyn metafyyysisen periaatteen, vai nojautuuko hän siihen mitä pitää hyvänä astronomisena käytäntönä omalla oikeudellaan? (ibid., p.105). Huomattakoon, että viimeainittu merkitys on täsmälleen se, minkä Collingwood antaa 'metafysiikalle'; t.s. kysymyksessä on kulttuurinen ja käytännöllinen presuppositio, joka hyvin voi olla osittain tiedostamaton ja joillaisten eksplikointi on aikakauden filosofian tehtävä.

Hatfield päätyy käsitykseen, että Kopernikus katsoi argumenttiansa tekevän mallinsa uskottavaksi, vaikka ne eivät olleetkaan lopullisia ja ratkaisevia. Hänen perustelutapansa ei ollut metafyyminen. Jos hänellä oli implisiittinen metafyyminen oletus, sen sisältönä oli, että systemaattinen esitys, joka antaa kattavamman ja yhtenäisemmän selityksen ilmiöille, tulisi hyväksyä totena ennen kilpailevia oletuksia. Viitaten (Duhemia) uudempiin tutkimuksiin Hatfield huomauttaa, että yritys määrätä taivaan todellinen rakenne mallien fysikaaliseen uskottavuuteen vedoten kuului matemaattisen astronomian perinteiseen käytäntöön²³⁶. Tämä olisi Kopernikuksen ympäristössä ollut mainitun 'metafyyysisen' oletuksen tulkinta. (ibid., pp.107-8).

Teoreettisten traditioiden välinen konflikti

Tieteellisessä kumouksessa voidaan erottaa käsitteellinen ja institutionaalinen puoli. Esimerkiksi Kuhn esittää, että kumous merkitsee aina uuden spesialiteetin syntymistä; tämä prosessi sisältää aikaisempien käsitteiden osittaisen korvaamisen uusilla niin, että niiden mahdollistama käytäntö tulee kattamaan vain osan emospesialiteetin alueesta. Kumouksen jälkeen spesialiteettien määrä

²³⁶ Siis toisin kuin m.m. Edward Grant ja I.B. Cohen esittävät; vrt. alempana.

on säännöllisesti suurempi kuin sitä ennen. Vanhemmat, laajat ja vähemmän erikoistuneet käytännöt kuolevat vähitellen pois (Kuhn[1991], p.19).

Uuden fysiikan luominen merkitsi käsitteellisesti ennen muuta taivaallisten ja maanpäällisten (kuunalisten) liikkeiden teorioiden yhdentämistä; tästä ovat yhtä mieltä niinkin erilaiset historioitsijat kuin Duhem ja Koyré. Alkuna tälle kehitykselle voidaan nähdä Kopernikuksen vaatimus, että astronomisten mallien tuli olla fysikaalisesti puolustettavissa (Grant[1962], p.216). Duhemin näkemyksen mukaan Kopernikuksen ja Galilein realismi oli tieteellisesti perusteleamatonta; kysymyksessä oli kosmologinen oppi, johon tieteelliselle ajattelulle suotava vapaus ei ulottunut (vrt. Duhem[1969], p.112). Käsitteellisesti Kopernikaaninen kumous oli Duhemille vain "modifikaatio" (I.B. Cohen[1985], p.562).

Astronomia luettiin Keskiajalla taitoihin (*artes*). Sen vetäminen fysiikan ja tieteen piiriin rikkoi vallitsevaa disiplinaarista rakennetta. Kopernikuksen realismi merkitsi siten "vallankumousta, tai joka tapauksessa kapinaa" astronomisen tradition piirissä (I.B. Cohen[1985], p.492).

Näyttää siltä, että Kopernikuksen työn julkaisua seuranneina vuosikymmeninä katolinen asenne tieteeseen jäykistyi. Jesuiittajärjestön piirissä skolastiset käsitykset tulivat obligatorisiksi. Fysiikassa tämä merkitsi sitoumista aivan määrättyihin metodologisiin ja teoreettisiin käsityksiin, kuten neljän syylajin olemassaolo ja neljän alkuaineen oppi (Ariew[1990], p.296). Kun oppinut jesuiitta Christopher Clavius määrittelee (1581) hyväksyttävälle astronomiselle teorialle asetettavat vaatimukset, näitä on kolme: ilmiöiden pelastaminen, yhdenmukaisuus (Aristoleen) fysiikan kanssa ja yhdenmukaisuus kristillisen opin kanssa. Duhem huomauttaa, että jälkimmäiset kaksi olivat täsmälleen ne perusteet, joiden nojalla Inkvisitio v.1633 arvosteli Kopernikuksen hypoteeseja: molempien todettiin olevan *falsae in Philosophia*; toinen oli lisäksi *erronea in fide*, ja toinen *formaliter haeretica*.

Teologis-filosofinen imperialismi astronomiaa kohtaan ei rajoittunut vain katolisiin. Peruste jolla Tycho Brahe (1578) oikeuttaa uuden järjestelmänsä esittämisen on, että huolimatta siitä että Kopernikuksen teoria "täydellisesti välttää kaiken mikä on tarpeetonta ja epäsointuista Ptolemaioksen järjestelmässä" eikä "missään kohdin loukkaa matematiikan periaatteita", sen kuitenkin kumoavat sekä "fysiikan periaatteet" että "Pyhien Kirjoitusten auktoriteetti". (Duhem[1969], p.95). Käänteestä realismin suuntaan todistaa myös Keplerin 1596 *Mysterium cosmographicum*in esipuheessa antama selostus syistä, jotka joitakin vuosia aiemmin saivat hänet omaksumaankin Kopernikuksen järjestelmän:

Tuosta ajasta alkaen päätin omistaa Maalle ei vain ensimmäisen liikuttajan vaan myös Auringon liikkeen. Ja kun Kopernikus teki näin matemaattisista syistä, minä osoitin Auringon liikkeen Maalle fysikaalisista, tai jos niin tahdotaan, metafysisistä syistä.

Kepler - joka Duhemin luonnehdinnan mukaan oli protestantti mutta syvästi uskonnollinen - piti hänkin tärkeänä sitä, että astronomia on sopuinnossa Raamatun kanssa (Duhem[1969], p.100).

Eräs merkillepantava piirre Duhemin selonteossa modernin fysiikan syntyajoista on teologeille siinä osoitettu metodologisen opposition rooli. Tämä tuo mieleen Etienne Tempierin tuomioille ja kristilliselle oikeaoppisuudelle *Système du Mondessa* myöhemmin myönnetyn tärkeän roolin peripatetismin häviössä ja modernin tieteen syntyyn johtavan kehityksen alkuunpanossa. Tekijä, joka Duhemin kannalta on kenties ollut jonkin verran hankala, on protestanttisten teologien, kuten Osiander ja Melanchthon, panos Kopernikuksen järjestelmän episteemisen merkityksen oikeassa tulkinnassa. Duhem ei huomauta siitä mahdollisuudesta, että luterilaisten astronomien, esimerkiksi Wittenbergin yliopistossa opettaneen Reinholdin ilmaisema, teologiselta kannalta hyväksyttävä käsitys astronomisten hypoteesien arvosta saattaisi kuvastaa tähtitieteelle ulkoapäin asetettuja rajoituksia. Voisi ainakin epäillä, että syynä tähän on, paitsi pyrkimys olla kompromettoimatta protestanttisten astronomien mielipidettä ilmiöiden pelastamisen konseption

edustajina, myös osaksi halu välttää korostamasta protestanttisen teologian osuutta kritiikkiin joka yritti pitää astronomiaa oikealla tiellä.

Duhemin esityksessä on se, ainakin näennäinen ristiriitaisuus, että hän ilmeisesti hyväksyy Kirkon puuttumisen tieteen autonomiaan samalla, kun arvostelee ankarasti tiedemiehiä, jotka haluavat ottaa metafysiset periaatteet teoreettiseksi lähtökohdakseen. Voidaan tietysti kysyä onko historioitsijan esittämien normatiivisten käsitysten analysointi ollenkaan vaivan arvoinen. Kysymyshän on lähinnä hänen omaa aikaansa heijastavista arvioista, jotka eivät sinänsä liity käsiteltävään asiaan. Mutta toisaalta kenties juuri normatiivisissa arvostelmissa voi nähdä avaimen historioitsijan omaksumiin suuriin tulkintalinjoihin. Erityisesti Duhemin, tiedemiehen ja tieteenfilosofin, normatiiviset kannanotot epäilemättä kuvastavat käytännön kysymyksiin löydettyjä vastauksia, ja niiden täytyy siten olla tulosta käsitteellisen analyysin täydestä mobilisaatiosta. On luonnollisesti otettava huomioon tuo 'käytäntö', niin kuin ylempänä on käynyt ilmi, käsittää enemmän kuin vain tutkimuksellisen tarkoituksenmukaisuuden vaatimuksen. Joka tapauksessa Duhemin asenne tässä kysymyksessä on tavallaan sopusoinnussa hänen metodologiansa kanssa: teologien puuttumista metodologisiin kysymyksiin ei voida moittia, koska heidän suosittamansa linjan noudattaminen juuri olisi taannut astronomian riippumattomuuden suhteessa filosofiaan ja teologiaan.

Duhem oikeuttaa Galilein vetämisen inkvisition eteen sillä, että tämän edustama realismi oli tieteellisesti perusteetonta. Luonnehdinta vuoden 1633 oikeudenkäynnistä on melkoisen eufemistinen: "Vastustaakseen Galileon katumatonta realismia hän [paavi Urbanus VII] antoi vapaat ohjaket Pyhän Kanslian peripateetikkojen taipumattomalle realismille" (Duhem[1969], p.112). Kysymys olisi siis kahden kilpailevan realismin yhteentörmäyksestä pikemmin kuin Katolisen Kirkon ja tieteen välisestä ristiriidasta.

Johtopäätös, minkä *Sozein ta fainomenan* (joka siis ilmestyi ennen kuin D. aloitti *Système du Monden* kirjoittamisen) perusteella voi vetää, on kuitenkin se, että teologien edustaman instrumentalismin - ja siten myös kristillisen oikeaoppisuuden - panos varhaisen modernin tieteen nousuun oli Duhemin mielestä merkityksetön: Historia ei ole ollut väärämielinen luokitelllessaan Keplerin ja Galilein kokeellisen menetelmän suurten uudistajien joukkoon samalla, kun se on sivuuttanut vaieten Osianderin, Bellarminon ja Urbanuksen (ibid., p.113). Aritmeetikko-astronomien metodologinen oikeassaolo osoittautuu samoin hedelmättömäksi; kopernikaanien "itsepäinen ja epälooginen realismi" on se tekijä, joka johtaa edistystä. Tuon edistyksen sisältönä on fysiikan teorian unifikaatio (ibid., p.116). Duhemin tieteenfilosofian realistinen momentti saa siten kannattaa modernin fysiikan historian konstitutiivisen episodin tulkinnan painoa. Niin kuin kaikki muutkin, Duhem uskoi että kopernikaaninen taksonomia, jossa Aurinko samaistetaan kiintotähtien ja Maa muiden kiertotähtien kanssa edustaa askelta kohti luonnollista luokittelua. Ainoa peruste sen vaateelle esittää todellisuutta on kuitenkin vain sen empiirinen adekvaattisuus, sen kyky ennakoida kokemusta ja ehdottaa uusia säännönmukaisuuksia. Galilein mukaan "teoriasta ei voida eikä pidä etsiä etsiä muuta tai suurempaa totuutta kuin tämä, että se vastaa kaikkia yksityisiä ilmiöitä" (Duhem[1969], p.109). Antinaturalistiselta kannalta ei tietenkään ollut hyväksyttävää, että tämä olisi kaikki, mitä 'todellisuudella' voidaan tarkoittaa.²³⁷

Hiukan merkillinen piirre Duhemin esittämässä kopernikanismin historiassa on se, ettei hän näytä ottavan riittävästi huomioon mahdollisuutta, että astronomian ja fysiikan keskinäisen sopusoinnun vaatimus olisi voinut itsestäänselvästi johtaa molempien uudistamiseen, vaikka hän toteaaakin, että italialaisten averroistien ja Ptolemaioksen järjestelmän kannattajien välinen kiista

²³⁷ Duhemin mukaan metafysiikan tai teologian lauseet ('Ihminen on vapaa, 'Sielu on kuolematon', 'Paavi on uskonasioissa erehtymätön'...), toisin kuin fyysikaalisen teorian lauseet, koskevat objektiivista todellisuutta. Ne voivat joutua ristiriitaan terveen järjen tai kokeellisten lakien kanssa, jotka myös koskevat objektiivista todellisuutta. (Duhem[1914], p.429).

oli se "kipinä joka sytytti Kopernikuksen neron", ja että tämän pyrkimykseksi tuli italialaisten fyysikkojen vaikutuksesta "*pelastaa ilmiöt fysiikan periaatteiden kanssa sopuossuinnussa olevien hypoteesien avulla*" - ongelmanasettelu, joka näyttää syntyneen dialektisena johtopäätöksenä mainitusta kiistasta (Duhem[1969], p.62). Avain teoreettisen konfliktin hedelmällisyyden aliarvioimisen ymmärtämiseen voisi olla tuolloisen fysiikan samaistaminen metafysiikan kanssa. Tästä määritelmästä seuraisi, että fysiikka on staattinen ja tarkistuksen ulkopuolella. Ajatus, että metafysiikka saattoi olla spekulatiivista ja empiirisesti selittävää ei ollut Duhemille vieras, mutta hän ei näytä vetäneen tästä johtopäätöstä, että metafysiinen teoria voisi olla dynaaminen. Osittain syynä lienee ollut se ettei Duhem, joka pyrki kieltämään selittävien teorioiden heuristisen arvon, uskonut niin yksityiskohtaisen metafysiikan konstruoimisen mahdollisuuteen, että siitä voitaisiin johtaa koeteltavissa olevia seurauksia.

V.Alexandre Koyré

Alexandre Koyré oli 1950- ja 1960-luvuilla vaikutusvaltaisin hahmo tieteen historiankirjoituksessa. Hänen tutkimuksensa modernin fysiikan synnystä, *Études galiléennes* (1940), on ollut seminaali tieteen historiografiassa tapahtuneelle vallankumoukselle.²³⁸

Kyseisen kumouksen sisältönä on se, että menneisyyttä ei enää nähdä vain sikäli, kuin se on antanut panoksen nykyisiin tiedon rakennelmiin, vaan menneet tieteelliset ajatusmuodot pyritään rekonstruoimaan koko eheydessään periaatteena se, että tulkintamme antaa niille mahdollisimman suuren sisäisen koherenssin sekä mahdollisimman hyvän yhteensopivuuden luonnon tosiseikkojen kanssa.²³⁹

Toisin kuin useimmat varhaisemmat tieteenhistorioiden kirjoittajat, jotka olivat olleet tiedemiehiä tai tieteenfilosofeja, Koyré - oman luonnehdintansa mukaan *uskonnollisten ideoiden ja tieteellisen ajattelun historioitsija* - lähestyi tiedettä lähinnä humanistisesta sfääristä käsin.²⁴⁰ Koyré'n pääasiallinen koulutus oli filosofinen, mutta hän oli saanut myös matemaattista koulutusta. Kuten Kuhnin sanoista ilmenee, eräänä hänen ansioinaan voidaan pitää humanististen standardien - mikä merkitsee ennen muuta kontekstuaalista käsittelytapaa - vakiinnuttamista tieteenhistoriassa.

5.1. Tieteellisen ajattelun historia

Koyré on siis ennen muuta tieteellisen *ajattelun* historioitsija. Hänen historiografiassaan tiede - fysiikka ja astronomia - sijoittuvat ensisijaisesti *teoreettisten toimintojen* yhteyteen. Tieteen intellektuaalinen ympäristö, ajalle ominaisten filosofisten ja jopa uskonnollisten katsomusten vaikutus tieteellisten teorioiden ja selitysten muodostumiseen ja niiden hyväksyttävyyden mittapuihin tulevat osaksi tieteenhistoriallisen selonteon kohdetta. Lähestymistapa jo tekee ymmärrettäväksi sen, että tieteellisen keksimisen kuvaamisessa käsitteelliset rakenteet, '*theoria*' ja '*ontologia*', nousevat keskeisiksi tarkastelun kohteiksi²⁴¹. Lähestymistavasta voinee nähdä selittyvän osittain myös Koyré'n tieteenhistoriallisia tulkintoja luonnehtivat määrätynlainen realismi sekä antiempirismi²⁴², joka torjuu teorian instrumentalistisen tulkinnan ja pitää abstraktin metodologian roolia vähäisenä²⁴³: teoreettiset symbolijärjestelmät, jotka toimivat pelkästään empiirisen aineiston representaation ja luokittelun välineinä, kuten myös tiedon metodinen konstruktio, jättävät ilmeisesti vain vähän sijaa filosofisluonteisille vaikutteille. Teoreettisten toimintojen yhteys merkitsee tietynasteista vastakohtaa yhtäältä tieteen teknisen ja '*positiivisen*' sisällön kehitystä analysoivalle sisäisen historian muodolle, ja toisaalta myös

²³⁸I.B. Cohen[1985], 396-97.

²³⁹Kuhn[1962], p.3.

²⁴⁰Redondi[1986], p.x.

²⁴¹Hiebert[1994], p.101.

²⁴²Vrt. Koyré[1966], p.86.

²⁴³Vrt. Koyré[1966], pp.77-8.

tieteen mahdolliselle yhdentämiselle teknologiseen kontekstiin, vaikkakin Koyré ilmaisee²⁴⁴ käsityksensä, että tekniikan historia on sekin erottamaton intellektuaalisesta historiasta.

Koyrélla tiede samaistuu lähinnä teoreettiseen sisältönsä sekä *metodeihinsa*. Metodit - esimerkiksi Galilein tapa käyttää geometriaa liikkeen tutkimiseen - ovat eri asia kuin abstrakti *metodologia*; teorian tavoin ne ovat muuttuvia, ja tieteen on tarpeen aika aika ajoin uudistaa metodejaan siinä missä teorioitaankin.²⁴⁵

Koyré'n historiografialle on ominaista tietyssä mielessä *fenomenologinen* tarkastelutapa. Tämä sisältää sen, että kysymys tieteenhistorian ilmiöiden olemuksesta on ensisijainen: tulee vastata kysymykseen "Mitä?" ennen kuin etsitään vastausta kysymykseen "Miksi?", kuvata ennen kausaalisten yhteyksien selittämisyrityksiä²⁴⁶. Olemuksen etsintä koskee erityisesti Tieteellistä Vallankumousta, historiallista kategoriaa, jonka määrittelyyn Koyré enemmän kuin kukaan toinen historioitsija lienee vaikuttanut²⁴⁷.

Koyré'n tavassa argumentoida voidaan havaita toiminnassa matemaatikon ote asioihin. Tämä ilmenee ydinkäsitteiden loogisena kehittelyinä, mikä pystyy järjestämään suuren joukon tosiseikkoja koherentiksi kuvioksi. Johdonmukaisuus on sekä vahvuus että heikkous: yhtäältä unitaarinen näkemys tarjoaa strategisen aseman, josta tuoda esiin, kehitellä ja laajentaa omaa positiotaan, mutta toisaalta rakennelman itse kiinteys altistaa sen kertakaikkisen kumoamisen vaaralle, mikäli jokin sen osa joutuu kysymyksenalaiseksi.²⁴⁸

Koyré'n filosofisesta taustasta nousevat hänen tieteenhistoriansa yhteydessä vahvasti esiin *platonismi ja fenomenologia*. Vuosisadan alun *ranskalaisen filosofian* perintöä edustaa m.m. tietoisuus ajan ja rationaalisuuden suhteen ongelmallisuudesta, jonka kanssa uuden dynamiikan perustajat Koyré'n historiografiassa joutuvat konkreettisesti kamppailemaan. Platonistinen aihe on ajatus teorian ensisijaisuudesta kokemukseen nähden.

Platonistinen ja fenomenologinen tematiikka kietoutuvat yhteen näkemyksessä modernin ihmisen tietoisuuden jakautumisesta tieteen maailman ja jokapäiväisen elämän maailman kesken, matematiikan merkityksen korostamisessa sekä käsityksessä teknologian ja tieteellisen instrumentaation edustaman "tarkkuuden universumin" teoreettisesta alkuperästä 1600-luvun fyysikkojen yrityksessä matematisoida luonto ja luonnon tutkimus. Modernin teoreettisen luonnontieteen kantava periaate oli Koyré'n mukaan 'arkhimedisen' mallin tai paradigman käyttöönotto fysiikassa. Tämä merkitsi avaruuden, ajan, liikkeen ja aineen käsitteiden geometrisointia, joka "räjäytti" äärellisen Kosmoksen äärettömäksi Universumiksi ja jonka sovellutus käytännön ongelmiin mahdollisti tekniikan tieteellisen tutkimuksen, teknologian, kehittymisen. Mutta se merkitsi myös tieteellisen ontologian jyrkkää erkautumista jokapäiväisen elämän konkreettisesta, laadullisesta ja arvokäsitteiden järjestämästä maailmasta, sekä kokemuksen alueen uudenlaista jakoa objektiivisen ja subjektiivisen piiriin.

Koyré, joka tässä kohtaa jossain määrin liittyy Edwin A. Burtin ja Husserlin kaltaisten modernin tieteen kriitikoiden joukkoon, näyttää ajattelevan, että samalla kun koetun maailman kvalitatiiviset ja aksiologiset piirteet tulivat subjektista riippuviksi, kun ne eivät enää olleet

²⁴⁴Vrt. Koyré[1961], p.345.

²⁴⁵Vrt. Koyré[1966], pp.84, 86.

²⁴⁶Vrt. Koyré[1964], p.28.

²⁴⁷H.F. Cohen[1995], p.21.

²⁴⁸H.F. Cohen[1994], p.79.

tieteellisesti 'todellisia', ne kokivat alenemisen arvossa, millä on ollut kielteinen vaikutus modernin ihmisen henkiseen eheyteen²⁴⁹.

Mainittu johtopäätös ei sinänsä liene kiistaton: Se että jokin, Galilein sanontaa lainaten, "riippuu animaalisesta", ei tee siitä epätodellista, eikä ontologinen toissijaisuus sinänsä implikoi suhteellista alemmuutta arvossa²⁵⁰ - esimerkiksi evoluutioajattelun mukaan korkeammat toiminnot rakentuvat ontologisesti aksiologisessa suhteessa alemmille. Tämänkaltaisten harkintojen seurauksena herää kysymys, missä määrin kehitys joka mahdollisti "Universumin arvoituksen ratkaisun" vain "ihmisen itsensä ongelman" esiinnousemisen hinnalla²⁵¹, oli välttämätön seuraus fyysikaalisen ontologian luonteesta, ja missä määrin se johtui siitä riippumattomista tekijöistä. Ajatellen kulttuuria koskevien yleisempien johtopäätösten vetämistä voidaan huomauttaa Koyrén tietehistoriallisen työn tietystä rajoittuneisuudesta siinä suhteessa, että se keskittyi lähes yksinomaan teoreettiseen fysiikkaan ja astronomiaan. Moderni fysiikka sijoittui stationaariseen maailmankuvaan, jota karakterisoivat elämän ja tietoisuuden alueella vastaavanlaiset ontologis-aksiologiset erottelut jotka tavataan sen fyysikaalisessa kosmologiassa - ruumiin ja sielun dualismi, jako vegetatiiviseen, animaaliseen ja rationaaliseen sieluun sekä lajien muuttumaton hierarkia. Tämä maailmankuva, jota fysiikka yksin ei luonnollisestikaan pystynyt muuttamaan ja joka ei voinut olla vaikuttamatta fysiikalle annettuihin tulkintoihin, säilyi läpi 1600-luvun vallankumouksen ja vielä pitkään sen jälkeen. Olemisen järjestykseen perustuvaksi ajateltu tieteiden hierarkia oli osa modernia tieteenfilosofiaa 1800-luvulle saakka.²⁵² Fyysikaalisen ontologian ominaisuutena ei siis ole tarvinnut olla ainoa syy 'elämissämaailman' ja tieteen universumin toisistaan erkanemisen taustalla. Toinen mahdollinen tekijä, johon Koyré ei myöskään kiinnitä paljon huomiota, on kausaalisen tehokkuuden tavoittelu: jos se, mitä Renessanssista lähtien arvostettiin tieteellisessä tiedossa, oli tekninen sovellettavuus, sellaisten piirteiden jotka edistävät tätä päämäärää aksiologinen etusija tulee ymmärrettäväksi niille olemisen järjestyksessä ajattelusta asemasta riippumatta.

Jos Koyrén historiografinen konseptio merkitsee tietehistorian asettamista sisäiseen yhteyteen filosofian historian kanssa, platonismi historiallisena ilmiönä on se lähempi kehys, joka luo yhtenäisyyttä tähän lähestymistapaan. Gérard Jorland'n mukaan Koyré ei ollut yhden epöokin tai yhden alueen historioitsija, 1600-luvun tutkija tai fysiikan historian spesialisti, vaan *keston* (durée) historioitsija, joka tutki platonismin kehitystä pitkällä aikavälillä sille teologian, metafysiikan ja fysiikan piirissä annetuissa peräkkäisissä reformulaatioissa yhdenneltätoista vuosisadalta ja P. Anselmin ajattelusta Kantiin ja Hegeliin. Tutkittu periodi ei enää ole mielivaltaisen, vaan kestää yhtä kauan kuin objektinsa. Platonismin historiaa on mahdollista seurata sen keskiaikaiselle ajattelulle 1000- ja 1100-luvuilla antamasta innoituksesta aina sen hajoamiseen siinä oudossa liitossa, jonka se 'newtonilaisessa synteesissä'²⁵³ solmi Demokritoksen

²⁴⁹Vrt. Koyré[1964], p.43.

²⁵⁰Vrt. Drake[1980], pp.70-1.

²⁵¹Ibidem.

²⁵²Cassirer[1950], pp.90, 98. Descartesin vertauksen mukaan tieteet muodostavat puun, jossa metafysiikan juuri ruokkii mekaniikan, moraalin ja lääketieteen oksia kantavaa fysiikan runkoa (Dijksterhuis[1950], p.404).

²⁵³Koyrén itsensä käyttämä termi; ks. Koyré[1964], p.27.

atomismin kanssa. 1600-luvun vallankumous sijoittuu tähän pitkän aikavälin kehukseen, jota hallitsee aristotelismin ja platonismin keskinäinen kamppailu.²⁵⁴

Koyrén tieteenhistoriallinen työ käsittelee kuitenkin pääasiassa nimenomaan kautta Kopernikuksesta Newtoniin. Tästä johtuen juuri tuon ajan tieteelle ja filosofialle leimalliset piirteet hallitsevat hänen historiografiastaan välittyvää tieteen kuvaa, johon kuuluu ennen muuta käsitys, että tieteellinen ajattelu, *theoria*, merkitsee ontologian konstruoinnista. Voidaan herättää kysymys siitä, missä määrin Koyrén filosofinen näkemys tieteestä on nimenomaan 1600-luvun matemaattis-fysikaalisen teorioinnin erityisluonteen selitystä. Paul Hazard esittää teoksessaan *La Crise de la conscience européenne*, että aika 1680-1715 todisti eurooppalaisessa ajattelussa yleistä siirtymää transsendenssista positiiviseen asennoitumiseen. Sen mitä Pufendorf yritti tehdä lainopille, Richard Simon raamatunselitykselle, Shaftesbury moralille ja Locke filosofialle, teki Newton fysiikalle onnistuessaan yhdistämään kritiikin vaatimukset ja kokeelliset tosiseikat, torjuen näin järkeä uhanneen pyrrhonismin vaaran.²⁵⁵ Voidaan edelleen väittää, ettei aristotelisen metafysiikan romahdus voinut olla vaikuttamatta, paitsi tiedon sisältöön, myös sen organisaatioon. Koyrén itsensä mukaan moderni kehitys merkitsi metafysiikan kuihtumista sekä tämän välittäjän puuttuessa, uskonnon ja tieteen välisen yhteyden katkeamista. Näiden suhdetta koskevaa ongelmaa ei ole ratkaistu, se on *unohdettu* - vaarallinen kehitys, mikä aiheuttaa sekaannusta ja helpottaa kaikenlaisten sekajärjestelmien, kuten uskonnollisten filosofioiden, luomista.²⁵⁶ Paradoksaalinen seuraus historismista, joka pyrkii rekonstruoimaan Tieteellisen Vallankumouksen epookin sen ainutkertaisuudessaan, on siten Comten historianteorian jonkinasteinen vahvistaminen.

5.1.1. Historianfilosofia ja historiografinen metodi

Koyré tutki tieteen historiaa intellektuaalisena historiana, johtotähtenään ajattelun ykseys. (Koyré[1966], pp.11-2).

Johtuen tieteen luonteesta teoriana sillä on sisäinen tai immanentti historia. (Koyré[1966], p.399).

Tieteenhistoria tieteellisen ajattelun historiana on merkityksellistä siksi, että se tarjoaa epistemologisen näkökulman ihmisen ja ihmiskunnan kehitykseen. (Koyré[1966], p.399).

Koyrélainen tieteenhistoria on keksimisen historiaa, joka pyrkii "tavoittamaan ajattelun kulun sen luovassa toiminnassa" (Koyré[1939], 11; Koyré[1964], 11; Koyré[1966], p.14).

Sosiologisten tekijöiden avulla on mahdollista selittää, miksi tiede on joissakin yhteiskunnissa mahdollinen, ja miksi sitä ei toisissa voi esiintyä. Sitä, miksi joissakin yhteiskunnissa tiedettä

²⁵⁴Jorland[1981], p.76. Jorland vertaa Koyrén tapaa kirjoittaa historiaa siihen 'analyttisen' tai 'struktuurialisen' historian konseptioon, jonka 'Annalistit' Marc Bloch ja Lucien Febvre määrittivät (nimitys tulee aikakausjulkaisusta *Annales d'histoire économique et sociale*, jonka nämä perustivat v.1929), ja josta Ferdinand Braudelin *Välimeri*-teos on edustavin esimerkki. Annalistit vastustivat poliittisen historian muotoa, joka olisi vain kertova esitys tai tapahtumien historiaa (*histoire événementielle*). Tapahtumien, jotka ovat vain pintaa ja näennäisyyttä, analysoimiseksi ja selittämiseksi on välttämätöntä paljastaa niiden taustalla olevat rakenteet. Kertomus, narratiivi, ei ole metodi, vielä vähemmän objektiivinen metodi *par excellence*, vaan yksi filosofia muiden joukossa. (Callinicos[1995], pp.44-5; Bloch, *The historian's craft*, p.vi).

²⁵⁵Hazard[1935], t.2, p.113. Arvio Hazardin teesistä, ks. H.F. Cohen[1994], pp.215-6.

²⁵⁶Jorland[1981], p.51.

todella esiintyy, ja vielä vähemmän sitä, miksi se niissä saa tietyt muodot, ei ole mahdollista selittää sosiologisilla tekijöillä. (Koyré[1966], p.398).

Koyré torjuu myös mahdollisuuden selittää tieteen luonne ja kehitys sen käytännöllisten sovellutusten avulla. Varhaisen modernin tieteen teknologisen ja sosiaalisen merkityksen painottaminen on nykyisempien olosuhteiden heijastamista menneisyyteen. (Koyré[1966], 397-8; Koyré[1961], pp.323-4).

Tekninen kehitys ja tekninen ajattelu ovat, tietylle asteelle saakka, riippumattomia tieteestä. Sen sijaan Koyré ei väitä tieteen olevan olevan riippumaton tekniikasta. (Koyré[1966], pp.395-7).

Koyré'n kiinnostuksen tieteenhistoriaan herättivät keskustelut Emile Meyersonin kanssa 1920-luvulla; toinen kiinnostuksen herättäjä oli Edwin A. Burtin *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, joka ilmestyi 1924 (Koyré[1986], ch.4, n.19). Koyré'n ensimmäinen tieteenhistoriallinen työ oli Kopernikuksen teoksen *De Revolutionibus* ensimmäisen kirjan käännös ja kommentaari 1930-luvun alussa.²⁵⁷ Välttämättömyys integroida tieteenhistoria uskonnon ja filosofian historiaan tuli esille saksalaisen mystikon, suutari Jacob Böhmén ajattelun tutkimisen kautta. Uskottuaan aluksi että Böhmeä oli tulkittava alkemistien kielen avulla, Koyré päätyi huomaamaan, että teosofin ajattelu oli päinvastoin yritettävä vapauttaa tästä lainatusta asusta ja että sen ymmärtäminen oli mahdotonta yhdistämättä sitä Kopernikuksen kosmologiaan. Kopernikaaninen kosmologia ei merkitse vain maailman yksinkertaisempaa, taloudellisempaa representaatiota, vaan se sisälsi "uuden *mielikuvan* maailmasta, uuden *tunteen* Olemisesta" ja se oli erottamaton valon metafysiikasta. Tieteenhistoria ei siten tullut korvamaan filosofian historiaa Koyré'n praktiikassa, vaan tuli integroiduksi siihen sen periaatteen mukaisesti, että tiede ja ylitieteelliset ideat (*idées transscientifiques*) ovat toisistaan erottamattomia. (Jorland[1981], pp.43, 49).

Koyré'n sanojen mukaan häntä oli tutkimustensa alusta asti innoittanut vakaumus inhimillisen ajattelun *ykseydestä*, erityisesti sen korkeimmissa muodoissa; filosofinen ajattelu kylpee uskonnollisessa, milloin sitä vastustaakseen, milloin etsien siitä innoitusta. Tutkimusperiaatteksi muunnettuna tämä vakaumus oli hänen arvionsa mukaan osoittautunut hedelmälliseksi keskiaikaisen ja modernin ajattelun ymmärtämisessä jopa niin epäuskonnollisen filosofin kuin Spinozan tapauksessa. Mahdottomuudesta erottaa toisistaan uskonnollisen ja filosofisen ajattelun tarinat ykseyden idea laajeni pian koskemaan tieteellisen ajattelun yhteyttä muihin älyllisen kulttuurin alueisiin. Tieteellisen ajattelun ja tieteellisten maailmannäkemyksen vaikutus on läsnä ei ainoastaan sellaisten suoranaisesti tieteeseen tukeutuvien ajattelijoiden kuin Descartesin tai Leibnizin järjestelmissä, vaan myös opeissa, kuten Jacob Boehmén mystiikka (Koyré'n Thèse d'État'n aihe), jotka näyttävät olevan mahdollisimman etäällä tämän laatusista vaikutteista: systeemejä muodostava ajattelu sisältää aina käsityksen maailmasta, ja asettaa itsensä suhteeseen tämän maailman kanssa. Mutta toisaalta tieteellisen ajattelun kehitys ei muodosta itsenäistä sarjaa, vaan sitoutuu läheisesti ylitieteellisten - metafyyssisten, filosofisten ja uskonnollisten - ideoiden evoluutioon; näin ainakin uudenaikaisen tähtitieteen, fysiikan ja matematiikan synnyttävässä prosessissa 16:nnella ja 17:nnellä vuosisadalla. Keplerin kaltaisen

²⁵⁷ Tieteenhistorian tuolloista tilaa kuvaava on Koyré'n hämmästykseseen tekemä havainto, että "Kopernikus oli hyvin vähän tunnettu, ja että, siinä kun Kopernikuksen kansallisuudesta on olemassa kokonainen sarja töitä, Kopernikuksen fysiikasta niitä ei niin sanoakseni ole; Duhemin ja Meyersonin huomautukset - siinä kaikki, mikä lisää jotain Delambre'n. Saatoimme todeta kuinka köyhä on kuva Kopernikuksesta joka löytyy parhaista fysiikan ja tähtitieteen historian käsikirjoista." (siteerattu teoksesta Jorland[1981], pp.141-2).

astronomian ja matemaatikon työtä ei todella ymmärretä, ellei sitä nähdä filosofin ja teologin ajattelun läpäisemäksi. (Koyré[1966], pp.11-12).

Esimerkiksi Newtonia koskevien tutkimustensa kokoavaksi periaatteeksi Koyré määrittelee pyrkimyksen "osoittaa, *käsiteanalyysin* resurssisiin nojautuen, millä tavoin perustavat tieteelliset ideat liittyvät filosofisen ajattelun päävirtauksiin samalla, kun ne ovat kokeellisen todennuksen määräämiä". (Koyré[1964], "Avertissement").

Tieteellisen ajattelun historian, sellaisena kuin Koyré sen omien sanojensa mukaan ymmärsi ja pyrki harjoittamaan, tarkoituksena on "tavoittaa tämän ajattelun kulku sen luovassa toiminnassaan". Tutkittavat lähteet on asetettava älylliseen ja spirituaaliseen ympäristönsä, ja niitä on tulkittava niiden tekijöiden henkisten tottumusten, mieltymysten ja vastenmielisyyksien mukaisesti. Tulee vastustaa kiusausta saattaa entisaikojen usein hämärä, kömpelö ja jopa sekava ajattelu helpommin lähestyttävään muotoon kääntämällä se nykyaikaiselle kielelle, joka vääristää samalla kuin selventää; mikään sitä vastoin ei ole opettavaisempaa kuin Arkhimedeon, Cavalieri'n, Robervalin ja Barrowin samalle teoreemalle esittämien todistusten vertaaminen toisiinsa, vakuuttaa Koyré (Koyré[1966], p.14).

Historiankirjoituksen on kyettävä yhdentämään tieteellisen ajattelun kuvaukseen tähän ajatteluun liittynyt itseymmärrys sekä tapa, jolla se sijoitti itsensä suhteessa edeltäjiinsä ja seuraajiinsa (ibid.).

Mikään ei ole opettavaisempaa ajattelun historioitsijalle, toteaa Koyré, kuin tieteellisten keksintöjen historian tutkiminen niiden koko konkreettisuudessa. Keksimisen prosessiin kuuluvat epäonnistumiset, erehdykset ja loppuunviemättömät yritykset näet paljastavat ennen totuuden kirkastumista kohdattujen älyllisten vastusten olemassaolon ja laadun. Tieteellinen keksintö merkitsee usein sellaisten uusien käsitteiden valloittamista, jotka niiden kompleksisuus tai perustava yksinkertaisuus tekevät vaikeasti erotettaviksi ja jotka vain juuri kyseisen keksinnön ansiosta tulevat helppopääsyisiksi kaikille ja jopa itsestäänselviksi niin, että nykyään on äärimmäisen vaikeaa, ellei mahdotonta, havaita keksinnön tiellä olleiden älyllisten vastusten merkitystä (Koyré[1939], 11; Koyré[1964], 11; Koyré[1966], p.14).

Historianfilosofialle Koyré omisti vain kaksi tutkielmaa²⁵⁸, molemmat kriittisiä. Vastoin epookkia, joka oli "siinä määrin historismin tartuttama, ettei se ajattele voivansa omata itsestään muuta tietämystä kuin historiallinen, epookki, joka ei myönnä voivansa ymmärtää ja selittää itseään muutoin kuin menneisyytensä, historiansa, kautta ja avulla", Koyré näyttää suhtautuneen skeptisesti historismin mahdollisuuksiin. Näin sen vuoksi, että historiallinen tietämys lepää sekä tosiasioiden että teorian puolesta perin epävarmoilla perustuksilla.²⁵⁹

Ensiksikin menneisyyden jäänteet ja merkit, joiden pohjalta historialliset faktat on konstruoitava, ovat kolminkertaisen valikoinnin tulosta: aikalaisten, ajan, sekä nykyisten historioitsijoiden:

Menneisyys menneisyytenä jää meille ainaisesti luoksepääsemättömäksi: se on haihtunut, sitä ei enää ole, emme voi sitä koskettaa ja yksinomaan sen jäänteiden ja jälkien kautta jotka ovat *vielä läsnä* - teokset, monumentit, dokumentit jotka ovat vältäneet ajan ja ihmisten tuhoavan vaikutuksen - yritämme sitä rekonstruoida. Mutta objektiivinen historia, se jonka ihmiset kokevat, välittää vähät historioitsijoiden historiasta; se sallii tälle arvottomien esineiden säilyä, ja tuhoaa sääliä mitä tärkeimpiä dokumentteja, kauneimpia teoksia, maineikkaimpia monumentteja.

²⁵⁸ "Perspectives sur l'histoire des sciences" (ks. Koyré[1966], pp.390-9), sekä "Philosophie de l'histoire" (*Europe*, sept. 1946, pp.108-117).

²⁵⁹ Jorland[1981], p.72.

Historioitsija ei koskaan kerro kaikkea tietämäänsä, ainoastaan sen mikä on tärkeää; historioitsijan historia, *historia rerum gestarum*, ei sisällä kaikkia *res gestae*, ainoastaan ne niistä, jotka unohdukselta säästämisen arvoisia. Tapahtumien aikalaiset ja niiden välittömät tai välilliset seuraajat, läsnäolevan ajan historioitsijoina tai menneisyyden kirjaajina, merkitsevät annaaleihinsa, kirjoituksiinsa ja muistelmiinsa vain sen, mikä heistä näyttää merkittävältä; mutta hitaat prosessit jäävät aikalaisilta huomaamatta, samoin tapahtumat joiden tärkeys paljastuu vasta ajan myötä - hallitsijan syntymä, tekninen innovaatio. "Pauvre petite science conjecturale", lainaa Koyré Ernest Renanin sanontaa historiasta. (Koyré[1966], p.391).

Historian teoreettinen heikkous taas johtuu perimmältään siitä, että ajan metafysiikka antaa odottaa itseään:

Saavuttaakseen päämääränsä, [tiedon] täytyy omaksua sen olemisen [l'être] alueen rakenne, jota se yrittää tavoittaa, teoria lepää, viime sijassa, ontologialla; mutta, jos luonnollisen todellisuuden ontologinen rakenne alkaakin erottua, sosiaalisen todellisuuden vastaava pysyy kovin hämäränä emmekä edes vilaukselta näe vastauksia [kysymyksiin] uskon, instituution, historiallisen tapahtuman, olemisen tavasta - ja kestosta.²⁶⁰

Huolimatta teoreettisesta heikkoudestaan historialla ei ole veruketta empirismissä, joka väittää dokumenttien puhuvan, sillä ne puhuvat vain, jos niiltä tiedustellaan, koska "täytyy osata katsoa nähdäkseen, täytyy osata tehdä kysymyksiä saadakseen vastauksia". Historioitsijan kysymykset ovat nykyisiä kysymyksiä, ja tulevat muutoksen kokemuksesta, sillä "yksin muutoksen kautta paljastuu meille ajan todellisuus" (ibidem).

Historioitsija projisoi historiaan oman aikansa intressit ja arvojen asteikon: oman aikansa ja henkilökohtaisten ideoidensa mukaan hän ryhtyy rekonstruktioonsa. Tämän vuoksi historia uudistuu, eikä mikään ole muuttuvampaa kuin muuttumaton menneisyys.²⁶¹

[O]n normaalia, että epookille, joka läpikäy taloudellisen vallankumouksen niin kuin teki 1800-luku, taloudellisten tekijöiden merkitys tulee tunnetuksi (ei niin että koskaan olisi unohdettu, että *omnia revertunt ad nummos*, mutta se on elämän vakinainen piirre, ei historian elementti); on normaalia, että yhä voimakkaampien sosiaalisten konfliktien epookkina näiden tärkeys, luokkataistelun rooli - josta jo kreikkalaiset näkivät pilkahduksen - lopulta keksitään; astuttuamme viimein pysyvän teknisen vallankumouksen aikaan olemme ymmärtäneet teknologisten tekijöiden merkityksen. Listaa voisi jatkaa: demografiset, uskonnolliset, biologiset, etc. tekijät. Joka kerta, sellaisten asioiden löytäminen menneisyydestä, jotka siihen saakka olivat paenneet huomiotamme.²⁶²

Tieteenhistoriassa uusia tulkinnallisia perspektiivejä tarjosivat erityisesti 1900-luvun alkuvuosikymmenten todistamat tieteelliset kehitykset:

Koettuamme itse kaksi tai kolme syvällistä kriisiä tavassamme ajatella - matematiikan "perustakriisi" ja "absoluuttien eklipsi", suhteellisuus- ja kvanttivallankumous - koettuamme entisten ideoidemme häviön ja yritettyämme sopeutua uusiin, olemme edeltäjäimme soveltuvampia ymmärtämään entisaikojen kriisejä ja polemiikkeja. [...] Emme elä enää newtonilaisessa, emme edes maxwellilaisessa maailmassa, ja tämän vuoksi olemme kykeneviä tarkastelemaan niitä niin sisältä kuin ulkoakin, analysoimaan niiden rakenteita, huomaamaan niiden epäonnistumisten syyt, niin kuin olemme paremmin varustettuja ymmärtämään sekä keskiaikaisten, jatkumon rakennetta ja "muotojen latitudia" koskevien spekulatioiden mieltä että matemaattisen ja fysikaalisen ajattelun rakenteen kehitystä viime vuosisadan

²⁶⁰ "Philosophie de l'histoire", lainaus Jorland[1981], p.73.

²⁶¹ Koyré[1966], 392.

²⁶² "Philosophie de l'histoire", lainaus teoksesta Jorland[1981], pp.73-4.

Koyré ei näe ratkaisua erikoistumisen ongelmaan: tieteitä on tutkittava niiden konkreettisuudessa todellisuudessa, mikä merkitsee niiden historiallisesti annettua erillisyyttä. (Koyré[1966], pp.394, 399).

Henry Guerlac'in kritiikki 'idealismista': Tulisi lakata eristämästä tieteenhistorian faktoja historiallisesta ja sosiaalisesta ympäristöstään, ennen muuta luopua jaosta sovellettuun ja puhtaaseen tieteeseen, teoriaan ja käytäntöön. Tulisi yrittää tavoittaa tieteellisen toiminnan todellinen ykseys, aktiivinen ajattelu ja ajatteleva toiminta, joka on kehityksessään sidottu yhteiskuntiin, jotka ovat sen synnyttäneet, sitä ruokkineet ja ehkäisseet, ja joiden historiaan tiede puolestaan on kohdistanut vaikutuksia (Koyré[1966], p.393).

Koyré torjuu syytöksen idealismista, sovelletun ja puhtaan tieteen yhteyden riippuvuuden huomiotta jättämisestä, ja siitä johtuvasta tieteen merkityksen sivuuttamisesta historiallisena tekijänä. Hän huomauttaa sitä paitsi asenteensa olevan reaktiota niitä tulkintoja vastaan, jotka näkevät uudenaikaisen tieteen -*scientia activa, operativa* - olevan tekniikan edistämistä: joko tätä tiedettä ylistetään sen tehokkaan ja käytännöllisen luonteen takia, ja sen syntyä selitetään modernin ihmisen - nousevan porvariston - toiminnallisuudella, jonka vastakohtaksi asetetaan antiikin ja keskiajan ihmisen passiivinen katselijan asenne; tai se tuomitaan 'insinööritieteenä', joka tavoittelee menestystä pikemmin kuin ymmärtämistä, ja selitetään vallantahdon hybriksellä, jolla on taipumus hylätä teoria praksiksen hyväksi pyrkimyksessään tehdä ihmisestä luonnon herra ja omistaja. Koyré näkee molempien asenteiden ilmentävän puuttuvaa tieteellisen ajattelun luonteen tuntemusta (Koyré[1966], p.395).

Koyré epäilee, että sovellutuksen ja teorian välisen läheisen yhteyden sekä tieteen yhteiskunnallisen merkityksen korostaminen tieteen historian tulkinnassa ovat nykyisten olosuhteiden heijastamista menneisyyteen; hänen mukaansa kyseiset piirteet ovat olennaisesti uudenaikainen ilmiö: antiikkisesta tai keskiaikaisesta tieteestä niistä ei juuri löydy esimerkkejä; uudella ajalla taas tieteen merkitys käytännöllisenä ja historiallisena tekijänä on jatkuvasti kasvanut, kunnes se on saavuttanut nykyisen vallitsevan asemansa. Tiede ei ole välttämätön yhteiskuntien elämälle, kulttuurin kehittämiseksi, valtioiden tai valtakuntien rakentamiselle: temppeleitä ja palatseja voidaan pystyttää, rakentaa siltoja ja kaivaa kanavia, harjoittaa keramiikkateollisuutta tai metallurgiaa aivan alkeellisellä tieteellisellä tietämyksellä, tai kokonaan sitä ilman; on ollut kokonaisia valtakuntia ja sivilisaatioita, kuten Persia tai Kiina, joissa joko tiedettä ei ole ollenkaan esiintynyt, tai jotka eivät Rooman tavoin ole sitä mitenkään edistäneet; sielläkin, missä sitä on menneisyydessä tavattu, niin kuin Kreikassa ja esimodernissa Euroopassa, sen historiallinen merkitys on ollut vähäinen (Koyré[1966], pp.395-7).

Tieteen esiintyminen, tai sen saama erityinen muoto eivät ole johdettavissa yhteiskuntien rakenteista. Sosiologisten selitysten alue rajoittuu sen osoittamiseen, kuinka tai miksi tiede oli tietyssä yhteiskunnassa *mahdollinen* ja miksi sitä ei toisessa yhteisössä *voinut* kehittyä.²⁶⁴ esim. suurten byrokraatioiden vihamielisyys vapaata ajattelua kohtaan selittää tieteellisen ajattelun kehittymättömyyttä Kiinassa tai Persiassa, sotilasariistokratioiden tai voittoa tavoittelevien

²⁶³Koyré[1986], p.130. Puhe 'intuitiivisesta' ja 'loogisesta' perustasta on ilmeisesti ymmärrettävä viittauksena filosofien - Frege, Russel, Husserl - harjoittamaan matematiikan filosofiaan; on kyseenalaista, voidaanko matematiikan sisäistä pyrkimystä täsmällisyyteen, joka ilmeni erityisesti analyysin aritmetisoinnissa ja sen peruskäsitteiden määrittelyssä, kuvata näin.

²⁶⁴H.F. Cohen katsoo Koyré'n aliarvioineen mahdollisuuden ehtojen selvittämisen tärkeyden selitystehtävänä. Yksi syy tähän saattoi olla se, että Koyré oli kiinnostunut olemuksen formuloimisesta, ja olemus ei hänen filosofiansa mukaansa ole sama kuin mahdollisuuden ehdot tai alkuperä. (H.F. Cohen[1994], p.327; Jorland[1981], p.136).

kaupallisten yhteisöjen tieteeseen kohdistama halveksiva asenne voivat olla selityksenä Spartan tai Korintin vähäiselle asemalle tieteellisen kulttuurin historiassa; toisaalta vapaata aikaa omaavan miesluokan olemassaolo ja teoreettisen mietiskelyn sosiaalinen arvostus tekevät ymmärrettäväksi Kreikan filosofian mahdollisuutta, mutta tämänkaltaiset syyt eivät voi selittää, miksi se todella syntyi. Yritykset johtaa kreikkalainen tiede kaupunkivaltion sosiaalisesta rakenteesta, tai jopa *agorasta*, Koyré arvioi turhiksi; Ateena ei selitä Eudoxosta tai Platonia, eikä Syrakuusa Arkhimedestä tai Firenze Galileita. Sama koskee Uutta aikaa, huolimatta puhtaan ja sovelletun tieteen lähentymisestä; 1600-luvun Englannin sosiaalinen struktuuri ei selitä Newtonia enempää kuin Nikolai I:n Venäjä valaisee Lobatchevskin työtä. Moiset selitykset ovat täysin kimeerisiä; ne ovat yhtä vailla pohjaa kuin tieteen tulevan suunnan ennustaminen oman aikamme yhteiskuntia koskevan tiedon varassa. (Koyré[1966], p.398).

Tieteen olemus on *theoria*, ja tämä koskee yhtä hyvin nykyistä kuin kreikkalaistenkin tiedettä; juuri luonne totuuden tavoitteluna antaa tieteelle sen oman elämän, immanentin historian, ja historioitsija voi ymmärtää sitä vain sen omien probleemojen, sen oman historian tuntemisen kautta. Koyré uskoo, että juuri tästä johtuu tieteenhistorian merkitys yleiselle historialle: jos Pascalin ajatuksen mukaisesti ihmiskunta on vain yksi ihminen joka elää aina ja oppii aina, tieteen historia on meidän omaa älyllistä elämäkertaa. Tiede on *itinerarium mentis in veritatem*, mutta tämä ei ole suora reitti: se on täynnä umpikujia, kiertoteitä ja takaisinpaluita, erehdysten ja epäonnistumisten täyttämä, mutta juuri niiden kautta ihmishenki etenee kohti totuutta. (Koyré[1966], p.399).

5.1.2. *Itinerarium mentis in veritatem*?

Totuuden tavoittelun ja todellisuuden tuntemuksen näennäisesti hyödytön päämäärä on Koyré'n mukaan tieteellisen edistyksen voimanlähde (Koyré[1966], pp.86, 399). Ajatus tieteestä totuuden tavoitteluna on varmasti problemaattinen monessakin suhteessa. Voiko ensinnäkin olla puhtaasti intellektuaalista totuutta, totuutta, joka on vailla moraalisia ja poliittisia ulottuvuuksia tai käytännöllisiä sovellutuksia? Ja toiseksi, mikä voi olla tällaisen totuuden tavoittelun taustalla oleva motivaatio?

Jälkimmäinen kysymys liittyy eräältä osaltaan tieteellisen uteliaisuuden, *curiositas*, oikeuttamisen problematiikkaan, jota on m.m. Hans Blumenberg käsitellyt. Seuraavassa kosketellaan modernin tieteen historioissa käsiteltyjä totuuden merkityksiä ja tiedon tavoittelua motivoineita tekijöitä, sekä arvioidaan niille Koyré'n historiografiassa annettuja suhteellisia painotuksia.

Tieteellinen totuus voi teknisen kontekstinsa ulkopuolella olla merkityksellistä ainakin kolmessa eri suhteessa joista voisi käyttää termejä sosiologinen, kosmologinen ja teknologinen:

Käsityksiin tieteellisten oppien poliittisesta tai sosiaalisesta potentiaalista ovat paljolti vaikuttaneet tekijät joita täytynee pitää historiallisesti satunnaisina. Tieteen itsenäistyminen Uuden ajan Euroopassa merkitsi tietynasteista kulttuuritaistelua kristinuskon - sekä katolisen että protestanttisen²⁶⁵ - kanssa samalla, kun se, erityisesti fysiikan osalta, oli erkaantumista

²⁶⁵ Protestanttiset teologit kuten Luther ja Melanchthon tuomitsivat kopernikanismin jo varhaisessa vaiheessa, itse asiassa 1539 ja 1541, siis ennen *De Revolutionibus*in julkaisua. Toisaalta protestantti Kepleristä saattoi kehittyä kopernikaani protestanttisessa yliopistoympäristössä ilman, että häneen sen vuoksi olisi kohdistunut painostusta viralliselta taholta tai ilman että hän itse olisi kokenut sen aiheuttaneen ristiriitaa varsinaisen kutsumuksensa - teologian - kanssa; jälkimmäisessä suhteessa voinee tosin todeta, että se teologia, josta Kepler löysi astrofysikaalista innoitusta, oli jokseenkin epäortodoksista (uusplatonismi tosin oli osa augustiinolaista teologiaa, johon

filosofiasta. Ideologisesti taistelu ekklesiastista mahtia vastaan kärjistyi Valistuksessa, mihin kärjistymiseen voinee katsoa olleen syynä enemmänkin Katolisen kirkon aseman Vallankumouksen edellisessä Ranskassa kuin uskonnollisen vallankäytön suoranaisten tukahduttavan vaikutuksen tieteellisiin ideoihin ja niiden levittämiseen.

Tieteen itsenäistymiseen filosofiasta liittyy Francis Baconin esittämä skolastiikan kritiikki, *Novum Organum* eli uusi logiikka sekä 'eksperimentaalisen filosofian' synnyttäminen. Empirismi tuli - erityisesti Voltairen kautta, jolle Locke merkitsi filosofian huippua siinä missä Newton tieteen - osaksi Valistuksen tieteenfilosofiaa (Koyré[1964], p.38, n.44 p.49).

Institutionaalisella tasolla autonomiaa ilmensivät uudet tieteelliset seurat ja akatemit, joita osaksi perustettiin kirkon hallitsemien yliopistojen vastapainoksi.²⁶⁶ Siten Englannin Royal Societyn perustajista jotkut ehdottivat organisoitavaksi ei-monastista luostaria, s.o. sekulaarista- tai maallikkoyliopistoa; Robert Boylen, amatööritutkija William Wottonin oppilaan, joka jälkimmäinen oli ollut Baconin ystäviä, vaikutuksesta päädyttiin kuitenkin amatöörien seuraan (Agassi[1981], p.373). Toinen instituutio, jolla oli merkitystä varhaisen modernin tieteen kehitykselle, oli suojelijajärjestelmä (*patronage*); yhtäältä tämä oli keskeinen toimeentulon lähde tiedemiehille, ja toisaalta se saattoi heidät kosketuksiin hovielämän ja siten muun korkeamman kulttuurin kanssa. (Westfall[1994], pp.10-11; H.F. Cohen[1994], p.277).

Koyré huomauttaa, että Galilein vastaisen reaktion, joka alkoi ennen kaikkea yliopistomiljööstä, sisältöä ei ole aina ymmärretty: Galilein löydöt mullistivat koko yliopistollisen tieteen järjestelmän; ne horjuttivat kemiaa yhtä paljon kuin astronomiaakin, hävittivät hyvin järjestyneen Kosmoksen käsitteen, sekä pyrkivät eliminoimaan yhden teorian korvaamalla sitä toisella, mikä on jotain, mitä tiede ei koskaan historiassaan ole hyväksynyt. (Koyré[1986], p.44). Kartesianismi, joka monien historioitsijoiden mielestä on nähtävä luonnonfilosofisena reaktiona uutta tiedettä vastaan, sai osaksi kiittää suosiostaan sitä, että sen katsottiin järjestelmällisyytensä ansiosta palvelevan hyvin pedagogista tarvetta. Tässä suhteessa sillä oli sama funktio kuin Aristoteleen teoksilla Keskiäijällä, ja se olikin ensimmäinen aristotelismin jälkeinen tiedon synteesi.²⁶⁷

Valistus merkitsi tietysti ja ehkä ennen muuta yksilön autonomian korostusta - Immanuel Kantin mukaan (*Was ist Aufklärung?*) Valistus tarkoitti yksilön autonomiaa ja rationaalista

Lutherin reformaatio tukeutui). Lukuunottamatta kirjaimellista ristiriitaa joidenkin Raamatun kohtien kanssa, sekularisaation merkkejä ei esiinny Keplerin ajattelussa; vielä vähemmän näin oli laita Tyko Brahellalla, joka asetti yhdeksi kolmesta kosmologisen totuuden kriteeristä yhtäpitävyyden ilmoituksen kanssa. (Duhem[1969], pp.88, 97; Koyré[1961a], pp.128, 284).

²⁶⁶Uudemmat tutkimukset korostavat tässä suhteessa pikemminkin työnjaollista näkökohtaa kuin ideologista tai filosofista konfliktia: seurojen ja akatemioiden perustamisen tarkoitus oli edistää tutkimusta, kun taas yliopistot perinteensä mukaisesti olivat keskittyneet lähinnä opetukseen (Gascoigne[1990], p.251). Voidaan toisaalta asettaa kysymys seurojen ja akatemioiden todellisesta merkityksestä verrattuna epävirallisiin yhteyksiin, esimerkiksi Mersennen piiri ja kirjeenvaihto, tai Galilein oppilaiden muodostama piiri. (Westfall[1994], p.14).

²⁶⁷Drake[1994], p.19; Gascoigne[1990], p.215ff. Koyré kuvaa pedagogisen tarpeen pakottavuutta joka oli Aristoteleen keskiaikaisen suosion takana: "...Aristoteles ... on siunaus professorille. Aristoteles opettaa ja ottaa selvää; hän keskusteleee ja kommentoi. Niinpä ei ole hämmästyttävää, että tultuaan kerran käyttönotetuksi kouluissa hän heti juurtui niihin (logiikan osalta hän sitä paitsi oli aina ollut niissä läsnä), ja ettei mikään inhimillinen voima voinut ajaa häntä niistä ulos. Kiellot ja tuomiot pysyivät kuolleena kirjaimena. Aristotelesta ei voitu ottaa pois professoreilta antamatta jotain tilalle. Mutta Descartesiin asti mitään, ehdottomasti mitään, ei ollut heille antaa. ("Aristotelisme et platonisme dans la philosophie du Moyen Age", Koyré[1966], p.30).

ajattelua. Bacon-oppinut Robert Leslie Ellis on ehdottanut Baconin suosion syyksi sitä, että hän väitti jokaisen voivan tulla hänen metodinsa avulla filosofiksi; kaikki mitä tarvittiin oli joidenkin yksinkertaisten havaintojen ja kokeiden tekeminen: niin kuin harppi ja viivoitin korvaavat ammattimiehen silmän ja käden tarkkuuden, induktion menetelmää soveltamalla jokainen voi harjoittaa tieteellistä tutkimusta. Paul Hazardin mukaan Järjen Aikakaudella tieteellinen tutkimus olikin suosituin hobby. (Agassi[1981], pp.372, 373).

Konflikti vakiintuneiden auktoriteettien, Katolisen kirkon sekä skolastisen aristotelismin edustaman filosofian, kanssa tuli olennaiseksi osaksi modernin tieteen alkumyyttiä²⁶⁸. Voidaan väittää, että Valistusajattelu on sävyttänyt käsityksiä tieteen poliittisesta roolista jossain määrin nykyaikaan saakka.²⁶⁹ Galilein hahmossa ideaan tieteellisestä läpimurrosta on erottamattomasti yhdistynyt auktoriteetin ja ajatuksenvapauden vastakkainolon teema, uskonnollisen ja filosofisen ennakkoluulon sekä tieteellisen kriittisyyden ja avoimuuden kontrasti. Kaikki tämä on voinut olla omiaan luomaan illuusiota tieteellisen tiedon sosiaalisesta merkityksestä sen käytännöllisistä sovellutuksista riippumatta. Mutta erillään kiistasta koskien kansanhimmisten²⁷⁰ oikeutta tietää tosiasiat ja tiedemiesten oikeutta julkaista ajatuksiaan on epäiltävää, voiko luontoa koskevalla tieteellisellä totuudella sinänsä olla erityisempää poliittista tai psykologista ulottuvuutta, esimerkiksi emansipatorista potentiaalia siihen tapaan kuin esimerkiksi Marx tai Freud väittivät teorioillaan olevan. Kopernikanismi tai darwinismi saattoivat olla vapauttavia tekijöitä, jos lainkaan, vain epäsuorasti ja sattumalta, sen kautta, että vastustettava taantumuksellinen taho oli sitonut arvovaltansa erilaiseen teoriaan, jonka paljastuminen erheelliseksi siis heikensi sen auktoriteettia.

Mahdollisena sisäisen yhteyden muotona kosmologian ja politiikan välillä voidaan viitata (Durkheimin primitiivisestä uskonnosta esittämän kaltaiseen; Durkheim[1912], p.371) hypoteesiin kosmologiasta yhteiskunnan symbolina. Kirjallisuudessa ei näytä esiintyvän mitään yleisemmin tunnettua teesiä, että esimerkiksi keskiaikainen kosmologia olisi ollut tällä tavoin sidoksissa määrättyyn yhteiskuntajärjestykseen, joskin tällaista yhteyttä on ehdotettu m.m. kreikkalaisen kosmologian ja kreikkalaisen poliiksen kesken. Keskiaikaisen kosmologian osalta vastaavia tulkintoja varmasti vaikeuttaisikin sen heterogeenisuus, kreikkalaisen ja kristillisen motiivin konflikti, jota m.m. Duhem voimakkaasti korostaa (vrt. Duhem[1985]). Se tosiasia, että esimerkiksi Anaksagoraan tai Aristarkhoksen ideat nostattivat syyttöksiä jumalattomuudesta, kieltämättä näyttää viittaavan jonkinlaiseen sisäiseen yhteyteen kosmologian ja yhteiskunnallisen järjestyksen välillä olettaen, että uskonnolliset käsitykset ovat kiinteä osa edellistä. Tahtomatta

²⁶⁸ Jälkimmäisestä näkökohdasta löytyy esimerkkejä m.m. Koyrén artikkelissa "Galilée et l'expérience de Pise: A propos d'une légende", (Koyré[1966], pp.213-23; pp.213-16), jossa siteerataan m.m. seuraavia töitä: J.J. Fahie, *Galileo, his Life and Work*, London, 1903, pp.24sq.; J.J. Fahie, "The Scientific Work of Galileo", *Studies in the History and Method of Science*, ed. Charles Singer, vol.ii, Oxford, 1921, p.215; Emil Namer, *Galileo, the Searcher of the Heavens*, New York, 1931, pp.28-9.

²⁶⁹ Kuvaava esimerkki on Rober Mertonin kirjassaan *Technology and Society in Seventeenth-Century England* (1938) esittämän väitteen jonka mukaan puritanismi oli instrumentaalinen tieteen aseman vakiinnuttamiselle 1600-luvun Englannissa herättämä huomio (ks. Merton[1970]).

²⁷⁰ 'Kansa' tarkoittaa lähinnä sivistyneitä maallikkoja, ei varsinaista rahvasta. Kansankielet kuten italia, jolla Galilei kirjoitti polemiikkinsa kahdesta maailmanjärjestyksestä, olivat hovin ja porvariston kieliä siinä, missä latina oli kirkon ja oppineen maailman - koulujen ja yliopistojen - kieli. (Koyré[1939], p.212). Kansankielten käyttöönoton tieteellisen kommunikaation välineenä voi katsoa edustavan yhtä puolta yliopistojen ja niiden keskiaikaisen tradition sekä uuden tieteellisen aloitteen välisessä kamppailussa (vrt. esim. Drake[1994], p.24).

kieltää kosmologisen vision yhteiskunnallista merkitystä, voidaan kuitenkin väittää, ettei sellainen koskaan voi rakentua yksinomaan tieteellisten oppien varaan. Niinpä historioitsija Lucien Febvre, vaikuttuneena "moraalisen äänensäyvyn varmuudesta" josta useat sukupolvet juuri ennen hänen omaansa näyttivät nauttineen, löytää sille kaksi syytä: Laplacen kosmologisen järjestelmä lisäksi vaikuttamassa oli rahan poikkeuksellinen vakaus (Marc Bloch, *The historian's craft*, p.153).

Tieteellinen oppi voi tietysti olla kosmologisesti kumouksellinen. Karl Popperiin viitaten voisi kenties väittää, että potentiaalinen kumouksellisuus tässä suhteessa on jopa tieteen määrittelevä ominaisuus sikäli, että tiede merkitsee kritiikkiä joka pyrkii muotoilemaan falsifioituvan version kosmologisista teorioista. Konstrukttiivinen puoli taas näyttää olevan jo huomattavasti monisyisempi: painottaako kosmologinen näkemyksemme esimerkiksi enemmän luonnon lainalaista ja universaalia puolta - niin kuin erityisesti 1600-luvulla näyttää olleen asianlaita - vaiko sitä mikä on kontingenttia ja partikulaarista (mikä taas näyttää olleen Renessanssiajan asenne; vrt. alempana s.161) ei ole kysymys joka ratkeaa yksinomaan varsinaisen tieteen sisällön perusteella. Arthur N. Whiteheadin mukaan kosmologioiden taustalla voi olla erilaisia intressejä: tiede, estetiikka, etiikka ja uskonto. Jokaisena aikautena kukin näistä ehdottaa omaa näkemystään maailmasta. Sikäli kuin sama joukko ihmisiä on kahden tai useamman eri intressin hallitsema, heidän katsomuksensa tulee olemaan näiden eri lähteiden yhteisvaikutusta. Mutta jokaisella ajalla on dominoiva harrastuksensa, ja edeltävän kolmensadan vuoden aikana tieteestä johdettu kosmologia on vallinnut vanhempien näkökulmien kustannuksella. (*Science and the Modern World*, p.ix). Tieteellä on Uudella Ajalla siis syystä tai toisesta ollut keskeisempi rooli kosmologian määrittelijänä kuin pelkkä looginen välttämättömyys vaatisi.

Koyrén mukaan modernin tieteen syntyyn liittynyt Kosmoksen häviö merkitsi tarkoituksen ja arvon käsitteiden karkoittamista tieteellisten selitysten piiristä, mitä voinee pitää identtisenä eettisten ja esteettisten näkökohtien sulkemiselle tieteellisen kosmologian ulkopuolelle. Sama prosessi kohtaa uskontoa: uskonnollinen apologia ei voi enää vedota luonnontieteeseen; niinpä esimerkiksi Giambattista Vicon työssä se kokee etsiä perustaa antropologiasta ja historiasta (Koyré[1966], p.170; Koyré[1986], p.54).

Koyrén tulkinnoissa modernin tieteen synnystä auktoriteetista vapautumisen näkökulma ei näyttele suurta osaa²⁷¹ - huolimatta siitä, että hänen poliittinen ajattelunsa näyttää liittyvän Valistuksen individualismiin²⁷². Modernin tieteen perusteiden laskeminen on hänelle

²⁷¹Hän yleensä sivuuttaa sen maininnalla; vrt. esim. Koyré[1966], p.168.

²⁷²Ks. Louis de Bonaldin, Vallankumouksen vastaiseen reaktioon kuuluneen filosofin, yhteiskunnan sopimusteorioiden kriitikon, ajattelua esittelevä artikkeli (Koyré[1961], pp.127-45). De Bonald esitti m.m. sen alkuperäisen idean, että kieli on annettu (ibid. p.140). Vastoin Hobbesilla, Rousseaulle y.m. keskeistä 'luonnontilan' käsitettä hän väitti että sivilisoitu tila juuri on luonnollinen, koska se on "kehittynyt ja täydellinen" tila (ibid., p.131). Bonald tahtoi tarkastella uskontoa "ei enää yksilön, vaan yhteiskunnan näkökulmasta", minkä vuoksi Kirkko hänen kuolemansa jälkeen tuomitsi hänen oppinsa; tämän Bonald Koyrén mukaan olisi saattanut arvatakin, koska hän syyllistyi vastaavaan erheeseen kuin aikanaan Averroesin ja Avicennan kannattajat kieltäessään yksilöllisen ajattelukyvyn. Mitä de Bonald ei olisi sen sijaan voinut arvata on, että "sata vuotta hänen jälkeensä demokraattisen ajattelun edustajat - tai sellaisina esiintyvät - julistaisivat yksilön lähes olemattomuuden ja sosiaalisen ensisijaisuuden, etsisivät yhteiskunnan muodoista ja traditioista moraalimme alkuperää ja ajattelumme kategorioiden lähdeksi, sekä alistaisivat rajulle kritiikille 'muodollisen demokratian latteen individualismin ja abstraktin atomismin', asettaen sen vastakohtaksi konkreettisesti todellisuudessaan, työssään, ammatissaan, sosiaalisissa funktioissaan tarkastellulle ihmiselle perustuvan demokratiakäsityksen." Opetus, jonka "naurettava ja syvällinen vanha reaktionääri" Louis de Bonald,

ensisijaisesti intellektuaalinen saavutus; sellaisena se vetää vertoja kreikkalaisten luomalle Kosmokselle, jonka korvaamisesta tieteellisen ajattelun kehiksenä siinä itse asiassa onkin kysymys.²⁷³ Ei kuitenkaan niin, etteikö asiaan liittyisi erehdyksestä vapautumista - tiede on loppujen lopuksi *itinerarium mentis in veritatem* - mutta erehdys ei ole triviaali, vaikka voikin olla jossain mielessä sosiaalisesti ylläpidetty ja uusintuva. On kysymys teoreettisesta ajattelusta, jolla suhteellisesta epäadekvaattisuudestaan huolimatta on oma integriteettinsä (Koyré[1939], p.17). Niinpä Koyré m.m. tulkitsee Galilein *Dialogin* - paitsi poleemisena teoksena - myös filosofisena ja pedagogisena panoksena kulttuuriin: Kolme voimaa vastustaa uutta kosmologiaa: traditio, auktoriteetti ja tavallinen ymmärrys; jälkimmäinen näistä on merkittävin, ja Galilei näkee tehtäväkseen sen kouluttamisen uudelleen. Tässä hän onkin pätevämpi kuin kukaan toinen, sillä omassa ajattelussaan hän on läpikäynyt saman kehityksen, ja teorian *transformaatio* on (vielä) aktuaalinen hänen tietoisuudessaan. (vrt. Koyré[1939], pp.212, 213, 215).

Koyré viittaa historiografiassaan vähän tieteen mahdollisiin käytännöllisiin tai teknologisiin yhteyksiin ja sovellutuksiin. Hänen oman tunnustuksensa mukaan kysymyksessä on osittain reaktio määrättyjä modernin tieteen luonteesta ja alkuperästä annettuja tulkintoja vastaan (vrt. ylempänä s.112); pääasiassa se on tietenkin seurausta hänen lähtökohdastaan ideoiden historioitsijana. Oli miten oli, voisi väittää että kun tiedettä ei nähdä käytännön elämän erikoistuneena funktiona, ongelmaksi nousee sen osoittaminen, mikä on yrityksen intellektuaalisen vakavuuden perusta. Koyrélla tämän on siis tapahduttava oleellisesti puhtaan ajattelun kontekstissa. Näyttää siltä, ettei Koyré'n käsitystä tieteestä ole mahdollista ymmärtää asettamatta sitä yhteyteen hänen yleisemmän filosofiansa kanssa, jonka ehkä keskeisin ongelma on ajattelun olemus. Koko hänen historiografiansa voidaan katsoa olevan historian tasolla vastauksen etsimistä kysymykseen, mitä ajattelu on (Jorland[1981], p.23).

5.2. Filosofinen tausta

Koyré'n voidaan katsoa saaneen - myös hänen tieteenhistoriallisissa töissään näkyviä - vaikutteita Henri Bergsonilta ja Edmund Husserlilta, joiden molempien opetusta hän seurasi vuosien 1908 ja 1914 välillä. Mainitut filosofit johtivat vuosisadan alussa positivismin vastaista reaktiota, joka vaati filosofialle merkittävämpää asemaa kuin positivismin sille jättämä mahdollisuus sulautua psykologiaan ja sosiologiaan. (Jorland[1981], p.27). Bergson voidaan nähdä spiritualismin esitaistelijana skientismiä vastaan. Hänen filosofiaansa, joka asettui kantilaista idealismia

siitä huolimatta, että hänen oppinsa vallan ja kielen jumalallisesta alkuperästä on ilmeisen ja kouriintuntuvan virhellinen meille jättää, ei ole millään tavalla vanhentunut, nimittäin että demokratia ja individualismi kuuluvat yhteen: "demokraattinen valtio (cité), ihmisen ja kansalaisen (citoyen) oikeuksien valtio, voi rakentua vain yksilöille ja yksilöiden toimesta, ja ainoa asia jolla voidaan vastustaa auktoriteetin ilmeisyyttä on se, mitä de Bonald nimitti *ilmeisyyden auktoriteetiksi*, mikä on sama kuin 'abstraktin' yksilön riippumattomuus. De Bonald ei erehtynyt, kun hän tunnisti Descartesissa päävastustajansa: vain jos yksilö onnistuu 'abstrahoimaan' itsensä yhteiskunnasta ja kaikesta sosiaalisesta, onnistuu erottamaan minänsä ympäröivästä meistä, koostumaan minäksi meidän edessä, on mahdollista muodostaa vapaa yhteiskunta - yhteiskunta joka perustuu sopimustyypisille, vapaasti asetetuille ja hyväksytyille suhteille ulkoapäin määrättyjen, 'todellisten' ja 'konkreettisten' perinnäisten suhteiden sijasta." (Koyré[1961], 145).

²⁷³Vrt. Koyré[1939], pp.12, 15).

vastaan, sisältyi vahva metafyyysinen aspekti, mikä merkitsi kosmisen filosofian takaisintuomista moderniin ajatteluun.²⁷⁴

5.2.1.Fenomenologia ja 'galileilaisen tyylin' tiede

Koyré piti fenomenologiaa liikkeenä ja metodina, ei metafysiikkana tai filosofiana: hänen vuodelta 1932 olevan analyysinsa mukaan se oli Husserlin alulle panema liike, joka lähti selkeyden ja varmuuden kaksinaisesta vaatimuksesta tietoisuuden toimintojen ja tietoisuudelle annetun analyysissa. Analysoimalla filosofian ja psykologian perinnäisiä käsitteitä metodi pyrki valaisemaan sitä, mitä niiden mieli tekee mahdolliseksi nähdä siitä, mikä on. Kyseessä on olemusten intuition menetelmä joka, perustuen intention käsitteelle, johtaa olemusten suhteen objektivismiin tai realismiin, jossa niiden nähdään virtuaalisesti sisältävän ontologian. Myöhemmin hän luki Husserlin vaikutuksen ansioksi mielenkiintonsa kreikkalaisen ja keskiaikaisen ajattelun objektivismia, näennäisesti puhtaasti käsitteellisten dialektiikkojen intuitiivista sisältöä sekä ontologisten järjestelmien historiallista ja ideaalista konstituutiota kohtaan; tähän vaikutukseen kuuluu myös platoninen realismi, jonka Husserl itse myöhemmin hylkäsi. Koyré omaksui Husserlin ensimmäisten oppilaiden fenomenologiakonseption, joka perustui eideettisen reduktion käsitteelle, mutta hylkäsi transsendentaalisen reduktion idean.²⁷⁵ (Jorland[1981], pp.28-30).

Kenties keskeisimmäksi epistemologiseksi teemaksi Tieteellistä Vallankumousta koskevissa tulkinnoissa on, kokeellisuuden merkityksen ohella, vakiintunut kysymys matematiikan asemasta. Tieteenhistoriassa tämä näkemys on peräisin suhteellisen myöhäiseltä ajalta, 1920-luvulta, jolloin sen ensimmäisinä esittivät Eduard Dijksterhuis ja E.A. Burt. (H.F. Cohen[1994], pp.62, 73). Husserl korostaa modernin fysiikan käsitteellistä erikoislaatuisuutta: matemaattisen fysiikan soveltamat käsitteellistyksen muodot ovat idealisaatio, formalisaatio sekä algoritmisuus. (Gurwitsch[1974], pp.42-3).

Koyré tiivistää sen "mentaalisen tai intellektuaalisen asenteen" muutoksen, jota modernin tieteen synty merkitsi, kahteen piirteeseen, joista toinen on avaruuden geometrisaatio, euklidisen geometrian abstraktin ja homogeenisen avaruuden asettaminen "esigalileilaisen" fysiikan konkreettisen ja laadullisesti erilaistuneen avaruuden tilalle. Geometria tarjosi myös sen kielen, jolla kokeellinen fysiikka esitti kysymyksensä luonnolle ja tulkitsi saamansa vastaukset.

²⁷⁴Fossati, W.J, "Ambivalence and admiration: Jacques Maritain Toward Henri Bergson", *Cont. phil.*, 17(2), pp.22-30, Mr-Apr 1995.

²⁷⁵ ..the world of the primitive is his "Lebenswelt"; it is perhaps the "Lebenswelt". It is real for him; but not for us. And not only not for us - it is not the real world. Husserl speaks about the relative right of historicism - and certainly the "greek" world, the "medieval" world are concepts that have good meaning. But what are the connections between these "worlds" and the world of the "Selbstverständlichkeiten". I do not see that the transcendental phenomenology gives any answer. Or, it answers by postulating the transcendental unity of an inaccessible *Ego* - substitute for God or the Weltgeist. ...how far I am still a phenomenologist - I don't know myself. I have been deeply influenced by Husserl, probably learnt from him - who did'nt know much about history - the positive approach to it; the interest for the objectivism of greek and medieval thought, for the intuitive contents of seemingly purely intellectual dialectics; for the historical - and ideal - constitution of systems of ontology. I inherited from him the Platonic realism that he discarded; the antipsychologism and the antirelativism. (kirjeestä v:lta 1953, lainattu teoksesta Jorland[1981], p.28).

Matemaattisen kielen käyttöönotto luonnon tutkimisessa oli hänen mukaansa vapaaehtoinen ratkaisu, päätös, jota empiiriset tosiseikat eivät voineet sanella.²⁷⁶

Aron Gurwitsch kertoo Koyrén katsoneen, että Husserlin esittämä analyysi "galileilaisen tyylin" tieteestä tarjoaa avaimen Galilein työn syvälliseen ja radikaaliin ymmärrykseen²⁷⁷. Husserl, joka Koyrén mukaan ei ollut historioitsija enempää koulutukseltaan ja temperamentiltaan kuin kiinnostuksen suuntaumiseltaan, käsitteli Galileita symbolisena hahmona erottamatta riittävästi Galilein ansioita tämän edeltäjien ja seuraajien panoksesta. Galilei oli Husserlille modernin fysiikan symboli, ja hänen tarkoituksenaan oli alistaa tämä fysiikka kriittiseen tarkasteluun. (Gurwitsch[1967], pp.74-5). Husserlin modernissa tieteessä arvostelema piirre on sen *traditionalismi*, sen taipumus edetä pimitettyjen tai jopa unohdettujen edellytysten pohjalta. Formaaleja tieteenaloja leimaa historiallisen tietoisuuden puute: fyysikko tai matemaatikko toimii traditionsa sisällä, välittämättä tutkia tieteensä alkuperää ja muodostumista. Matematiikkaa pidetään autonomisena siinä mielessä, ettei sillä ole ennakkoehtoja itsensä ulkopuolella. (Gurwitsch[1974], p.44).

Husserlin tähtäimessä näyttää olleen 'fundamentaalin' epistemologinen ohjelma, jonka oli määrä vahvistaa 'elämismaailman' (*Lebenswelt*) jonkinasteinen prioriteetti tieteen universumiin nähden, teoria siitä, miten elämismaailman rakenne toimii tieteellisten konstruktioiden presuppositiona, josta johtuvat myös modernin tieteen ja luonnon etenevän matematisoinnin mieli ja rajoitukset. (vrt. Gurwitsch[1967], eritt. pp.76, 78, 88; Gurwitsch[1974], p.3).

Gurwitschin fenomenologinen *potted history* esittää modernin tieteenfilosofian jakautuneena kolmeen vaiheeseen, joista ensimmäinen ulottuu 1600-luvulta 1700-luvun puolimaihin. Tämän vaiheen edustavana dokumenttina voidaan pitää Descartesin *Metafyysisiä mietiskelyjä*. Descartesin ongelmana oli löytää perusta ja validaatio uudelle tieteelle lähtien teesistä, ettei maailma ole sellainen millaisena se näyttää tavalliselle kokemukselle, etteivät sen luonne ja rakenteet ole avoinna havainnolle, vaan ne täytyy paljastaa matemaattisten käsitteiden avulla. Tämä käsitys ulkomaailmasta ja matemaattisuusluonteinen tieto saavat oikeutuksensa viime kädessä Jumalasta, jonka totuudellisuus takasi kartesiolaisten totuuskriteerien - selvyys ja tarkkuus - sekä aistihavainnon luotettavuuden. Toinen vaihe tieteenfilosofian kehityksessä alkaa 1748 kun Leonhard Euler jättää muistionsa *Réflexions sur l'espace et le temps* Preussin tiedeakatemialle. Muistio on tieteen autonomian julistus, sillä Euler katsoo, että kysymys teoreettisten käsitteiden - kuten absoluuttinen aika ja absoluuttinen avaruus - hyväksyttävyydestä on tieteen sisäinen, vaikka hän myöntääkin, että filosofian tulee tutkia tieteen peruskäsitteitä. Tieteen sisällä kysymys käsitteiden hyväksyttävyydestä ratkaistaan sen perusteella, mikä funktio näillä käsitteillä on siinä teoreettisessa kontekstissa, johon ne kuuluvat; siten esimerkiksi newtonilaiset

²⁷⁶Koyré[1939], p.13; Koyré[1966], pp.169, 170). Sen sijaan esim. Karl Popper ei näytä pitävän fysiikan matemaattisuutta epistemologisessa suhteessa mitenkään periaatteellisenä kysymyksenä; hänen mukaansa matematiikka on vain erityisiä tarkoituksia varten kehitelty kieli. Vaikka tämä olisi tottakin, se ei ymmärtääkseni sulje pois sitä, etteikö matematisointi olisi ollut merkittävä ongelma uuden fysiikan synnyssä. Asiaa voi verrata kemian 'kielen' kehitykseen: kemian symbolismi otettiin käyttöön alusta alkaen kemian yhteydessä, mutta geometriaa ei kehitetty kinemaattisten ja dynaamisten tutkimusten yhteydessä: se oli olemassa valmiina, ja Koyrén mukaan kysymys oli ajan matematisoinnista ja siitä, miten euklidisen avaruuden symmetriat voidaan sisällyttää liikkeen lakeihin.

²⁷⁷Kyseinen analyysi sisältyy postuumisti koottuun v.1954 julkaistuun teokseen *Die Krisis der Europäischen Wissenschaften und die Transzendente Phänomenologie*; Galileita koskeva diskussio muodostaa keskeisen osan samannimistä v.1936 ilmestynyttä artikkelia, joka kattaa kirjan ensimmäisen kolmanneksen. (Gurwitsch[1967], p.71).

absoluutit ovat legitiimejä, jos ja koska niitä tarvitaan dynamiikan lakien esittämiseen. Toisen vaiheen tieteenfilosofiassa tieteen ei enää katsottu olevan oikeuttamisen tai päteväksi osoittamisen tarpeessa, vaan se oli jotain mikä oli hyväksyttävä faktana; tämä oli m.m. Kantin lähtökohta. Kolmannessa vaiheessa, jonka Husserl panee alulle, tiedettä ei enää pidetä faktana, vaan se nähdään ongelmana; teoria "galileilaisen tyylin" tieteestä tulee Gurwitschin mukaan sijoittaa tähän perspektiiviin. (Gurwitsch[1967], pp.72-4; Gurwitsch[1974], pp.35-8).

Missä mielessä moderni, tai galileilaisen tyylin, tiede on ongelma? Ensinnäkin Husserl katsoo, että moderni tiede on olemukseltaan distinktiivisesti matemaattinen, se perustuu matemaattiselle luonnonkäsitykselle. Mutta matemaattinen luontokäsitys ei ole mitenkään olennaisesti ihmishenkeen kuuluva asia. Lukuisien vuosisatojen ajan sivistynyt ihmiskunta saattoi tulla toimeen sitä vailla, ja se nousi merkittävyyteen vasta 1600-luvulta alkaen. On totta, että yrityksiä luonnon matematisointiin oli tehty aikaisemminkin historiassa - näin Pythagoras tai Arkhimedes - mutta heidän ponnistuksensa eivät jättäneet jälkeä seuranneeseen intellektuaaliseen kehitykseen.

Samoin kuin Paul Tannery tai Pierre Duhem, joiden mukaan aristoteliset käsitteet ja lait olivat huomattavasti moderneja vastineitaan lähempänä empiriaa, Husserlkin korostaa modernin tieteen käsitteiden etäisyyttä välittömästä kokemuksesta: välittömässä kokemuksessa luonto ei näyttäydy matemaattisena systeeminä, mistä johtuen on ollut alusta alkaen olemassa eriparisuus fysikaalisen tieteen konstruoiman universumin ja perseptuaalisessa kokemuksessa annetun maailman kesken. (Gurwitsch[1967], pp.76, 77).

Yksi puoli näiden erottautumisessa on (eräiden) aistikvaliteettien, jotka arkikokemuksessa hahmotetaan esineiden sisäisinä ominaisuuksina, siirto subjektiivisen piiriin (epistemologinen näkemys joka löytyy nimenomaisena sekä Galileilta että Descartesilta; heidän mukaansa objektiin kuuluvia ovat kvaliteetit, jotka ovat merkitseviä fysikaalisen todellisuuden eri tekijöiden tai osien välisissä vuorovaikutuksissa, s.o. esiintyvät fysiikan lakien formulaatioissa; näitä ovat geometriset, aritmeettiset ja kinemaattiset ominaisuudet - koko, muoto, lukumäärä, liike, läpäisemättömyys). Toinen kehitys, joka vie fysiikan todellisuutta etämmälle havainnosta, on käsitteiden ja teorioiden intuitiivisen tai visualisoituvan sisällön väheneminen: kun vielä esimerkiksi 1800-luvun kenttäteoriat saattoivat tukeutua analogioihin konkreettisten mallien kanssa, nykyisempi fysiikka luottaa yhä enemmän luonteeltaan abstrakteihin konstruktioihin, joita täytyy käsitellä algoritmisten operaatioiden avulla. (Gurwitsch[1967], p.77-8).

Ottaen huomioon sen *Lebensweltin* ja fysiikan universumin erkaantumisen toisistaan, mitä tieteen käsitteiden perseptuaalisen ja intuitiivisen sisällön oheneminen merkitsee, voidaan kysyä, mitkä ovat ne tavallisen kokemuksen piirteet, jotka tarjosivat alkuperäisen motivaation matemaattisen luontokäsityksen muodostamiselle. Tällaisia piirteitä ovat m.m. kokemuksen sijoittuminen aikaan ja avaruuteen; ilmiöiden säännönmukaisuudet (empiiriset lait); sekä se tosiasia, että kohteiden esiintymisessä ilmenee tietty suhteellisuus kokeviin subjekteihin (tämä näyttää tarkoittavan sekä yksilöllisiä perspektiivejä että intersubjektiivisen 'maailman' suhteellisuutta sosiaaliseen ryhmään ja sen käytännöllisiin tarpeisiin). (Gurwitsch[1967], pp.78-81).

Tavallisen kokemuksen tarjoaman alkuperäisen motivaation lisäksi matemaattisen fysiikan aktuaalinen, historiallinen kehittäminen sisälsi tietyn lisäedellytyksen, nimittäin geometrian asettamisen tiedon malliksi. Tällöin on kysymys aivan määrättyllä tavalla tulkitusta geometrisesta tiedosta: Galilei muka vetoaa geometrian suhteen käsitykseen aidosta tiedosta (Parmenideen *episteme*) ja todesta Olemisesta, vieläpä yrittämättä mitenkään oikeuttaa tätä menettelyään tai edes huomaamatta, että se kaipaa oikeuttamista (Gurwitsch vahvistaa omaan tiliinsä Cassirerin, Koyrén ja Crombien tulkinnan Galileista platonistina; kysymykseen tulevan platonismin hän määrittelee kahden maailman opin puolustuksena, kahden ontologiselta asemaltaan erilaisen alueen erottamisena). Kun geometria on hyväksytty tiedon ideaalina, luonnontieteen, jos

sellainen on lainkaan mahdollinen, täytyy muodostua jollakin tapaa geometrian mallin mukaisesti. Galilein platonismi ilmenee erottelussa luonnon perseptuaalisen näennäisyyden ja sen todellisen matemaattisen rakenteen välillä. Tämän rakenteen paljastaminen on uuden tieteen tehtävä, tieteen, joka etenee kohti luonnon läpikotaista matematisointia. Spatio-temporaaliset tapahtumat tulee siten idealisoida, saattaa täsmällisten matemaattisten suhteiden alaisuuteen, mikä merkitsee m.m. nopeuden ja kiihtyvyyden - käsitteiden, joilla jo oli tietty rooli elämismaailman kuvailussa - uudelleenmäärittelyä vastaavalla tavalla, jolla geometria sai aikaan spatiaalisten käsitteiden idealisaation. (Gurwitsch[1967], pp.83-4).

Geometrinen idealisaatio sai alkunsa elämismaailmassa suoritettujen mittausten yhteydessä. Mittauksen tarkkuus, ja itse tarkkuuden mieli määräytyivät sen käytännöllisen tarpeen pohjalta jota mittaaminen palveli; mittaamista tarkasteltiin Husserlin sanonnan mukaan "äärellisyyden horisontissa". Mittaamisen ja ideaalisen suhde tavallaan kääntyy kun postuloidaan eksakti matemaattinen relaatio, "ideaalinen raja-napa", joka toimii tarkkuuden normina. Tämä antaa tarkkudelle uuden mielen; nyt voidaan puhua approksimaatiosta, avautuu tarkkuuden rajattoman parantamisen mahdollisuus. Mittaaminen tapahtuu edelleenkin elämismaailman olosuhteissa, mutta sitä tarkastellaan nyt "äärettömyyden horisontissa", ja se vapautuu käytännöllisen tarkoituksensa alaisuudesta palvelemaan matemaattista idealisaatiota. (Gurwitsch[1967], pp.82, 85).

Husserl on *common sense* realisti, jolle *Lebenswelt* on varsinainen todellisuus. Tieteen konstruoima universumi on vain ideoiden kudos, *Ideenkleid*, jota ei tule sekoittaa todellisuuteen huolimatta siitä, mitä systematisoinnin ja ennustamisen mahdollisuuksia galileilaisen tyylin tieteen kehitys on avannut. (ibid., p.88).

5.2.2.Ranskalaisen filosofian perinne

Henri Bergson näyttäytyi Koyrélle vain tietyn, aina Émile Boutroux'hin ulottuvan ranskalaisen filosofian perinteen tunnetuimpana edustajana. Kyseisen tradition filosofiakonseptio merkitsi puhtaan järjen kritiikkiä, tieteen kritiikkiä, joka konvergoi ja keskittyy ajan probleemaan. Koyré omaksui idean että modernin tieteen konstituutio merkitsi ajan poissulkemista, mikä aiheutti jaon Olemisen ja Tulemisen välillä, ajattelun ja eletyn maailman välillä. (Jorland[1981], pp.62).

Bergson arvostelee käsitystä, joka näkee filosofian ainoaksi mahdolliseksi tehtäväksi positiivisen tieteen tuottaman tiedon kritiikin tai perustelun. Tämän käsityksen mukaan filosofia lisäisi tieteelliseen tietämykseen tietokyvyn kritiikin, tai mahdollisesti metafysiikan, mutta ei puuttuisi sisältöön tai faktoihin. (*Évolution créatrice*, p.195). Analogia tosiasiakysymyksen ja oikeuskysymyksen erottamisen kanssa (johon Kant vetosi) on virhellinen tieteen ja filosofian välistä suhdetta ajatellen (ibidem, p.196).

Bergson kehitteli käsitystään ajasta kestona (*durée*) Kant-kritiikkinsä kehityksessä. Kantin erehdys olisi ollut pitää suureen (*Grosse*) kategorian skeemaa ajan determinaationa, kun se tosiasiaassa on avaruuden määre. Se mitä Kant piti aikana ja sisäisen aistikyvyn muotona oli itse asiassa avaruus. Bergsonin siirto oli kehitellä perustavampi kuva sisäisyydestä (*Innerlichkeit*) kestona.²⁷⁸

Kant attribuoi termeille, jotka äly suhteuttaa keskenään, extra-intellektuaalisen alkuperän, palaten näin alkuperäiseen kartesianismiin. Hän oletti kuitenkin, että tiedon extra-intellektuaalinen aines koekstenssiivinen älyn kanssa tai sitä kapeampi. Kantin tarkoitus oli erottaa luontoa koskevassa tiedossamme se, mikä kuuluu henkeemme siitä, mikä kuuluu

²⁷⁸ Roland Breeur, "Bergson, Duration, and Singularity", *Tijdschr Filosof*, 58(3), 439-460, S 96.

luontoon, lähtien edellytyksestä, että tieteen vaateet ovat oikeutettuja. (*Évolution créatrice*, p.357-8). Bergson kiistää tämän edellytyksen. Positiivinen tiede on puhtaan intelligenssin tuote (ibidem, p.196). Äly ei ole kuitenkaan koko henki, aika ei ole analoginen avaruuden kanssa, ja kestolla on absoluuttinen olemassaolo (ibidem, p.207).

Tässä yhteydessä on mielenkiintoista todeta, että Bergsonin yritys näyttää tähänneen, paitsi kantilaisen tietokritiikin ylittämiseen, 'ontologisen' perustan löytämiseen biotieteille²⁷⁹: Tieteen tuloksilla on eri alueilla (fysiikka, biologia, psykologia) hyvin erilainen pätevyys, mikä johtaa horjumiseen dogmatismiin ja skeptisismiin välillä noita tuloksia koskien. Kun ei ole ymmärretty kyseisen asiointilan johtuvan älyn luonteesta ("älyn ominaispiirre on luontainen kyvyttömyys ymmärtää elämää"; *Évolution créatrice*, p.166), filosofian ja tieteen välisen konfliktin välttämiseksi filosofia on uhrattu ilman, että tiede on siitä juurikaan hyötynyt. Sen näennäisen kehän välttämiseksi, että älyä käytetään sen itsensä ylittämiseen

pyöritään hyvin todellisessa kehässä, joka muodostuu siitä, että löydetään vaivalloisesti uudelleen, metafysiikassa, ykseys, joka on alkujaan asetettu a priori, ykseys, joka on hyväksytty sokeasti, tiedottomasti sillä, että on hylätty kaikki kokemus tieteelle ja kaikki todellinen puhtaalle ymmärrykselle.

Bergson uskoi, että on mahdollista astua tietokritiikin kehän ulkopuolelle evolutionaarisen näkemyksen avulla: Jos aloitamme merkitsemällä rajalinjan elottoman ja elävän välille, havaitsemme, että edellinen sopii luontevasti älyn kehyksiin, kun taas elävä sopii sinne vain keinotekoisesti, mikä johtaa omaksumaan erityisen asenteen, joka ei ole positiivisen tieteen asenne. Filosofia valtaa näin kokemuksen alueen, tiede, tietoteoria ja metafysiikka joutuvat samalle maaperälle. (ibidem, p.199).

Äly on nähtävä hengen erityistoimintona, joka on olennaisesti suuntautunut aineeseen. Kolmen perinteisen vaihtoehdon - äly järjestyy asioiden mukaan, asiat järjestyvät älyn mukaan, niiden välillä ennalta-asetettu harmonia - lisäksi on neljäs: äly ja aine ovat sopeutuneet toisiinsa päätyen lopulta yhteiseen muotoon. "Tämä sopeutuminen olisi tapahtunut luonnollisesti, koska saman liikkeen sama inversio luo hengen intellektuaalisuuden ja aineen materialisuuden." (ibidem, p.207).

Bergson selittää älyn toimintakyvyn lisäkkeeksi (ibidem, p.v). Hän on hyvin selvillä siitä, että tämä on ongelmallista, koska toiminta tapahtuu *järjestyneessä* maailmassa. Emme voi, niin kuin esimerkiksi Herbert Spencer yritti, selittää älyä palauttamalla sen aineen yleisiin piirteisiin, sillä aineen inherentti järjestys on intelligenssi itse. (ibidem, 153-4). "Mitä enemmän tietoisuus intellektualisoituu, sitä enemmän aine spatialisoituu." (ibidem, p.190).

"Järkeilyn (*raisonnement*) olemukseen kuuluu sulkea meidät annetun kehään. Mutta toiminta särkee kehän." (ibidem, p.193). Bergsonin ajatus näyttää olevan, että kehän särkemiseksi vaadittava toiminta ei ole muuta kuin uuden metafysiikan ja vastaavan epistemologian postuloiminen. Hänen mukaansa tietoisuuden leikkautuminen älyyn ja intuitioon vastaa todellisuuden jakautumista kahteen muotoon, elämään ja aineeseen; tietoteoria ja metafysiikka tulisivat muodostamaan kehän, jolla on keskuksenaan evoluution empiirinen tutkimus (ibidem, pp.179-80). Jos päämääränä pidetään sellaisen tieteen luomista, joka kykenee ymmärtämään elämää (vrt. ylempänä), Bergsonin ideat voi nähdä tieteessä tapahtuvan vallankumouksellisen edistyksen mahdollisuuden esiintuomisena. 'Vallankumous' on radikaali, se merkitsee ei vain uusien teorioiden, vaan ennen muuta uusien epistemologisten ja metafysiisten presuppositioiden asettamista.

²⁷⁹ Sekä kokemukselle ja tiedolle. Bergsonin ajattelu kehittyi intuition ja järjen radikaalista vastakkainasettamisesta ontologisen epistemologian konseptioon, jossa järki ja intuitio ovat älyn komplementaarisia aspekteja. (Evangelos Moutsopoulos, "Intuition et raison chez Bergson", *Diotima*, 24, 156-64, 1996).

Bergson tahtoo siis perustaa positiivisen tieteen kritiikin evoluution pikemmin kuin ihmishengen historiallisen kehityksen tutkimukselle. Kysymyksessä on nimenomaan biologinen evolutionismi, ei evolutionaarisen metaforan soveltaminen historialliseen kehitykseen. Bergsonilla ei ole mitään halua kieltää fysikaalisen tieteen 'positiivisuutta', sitä, että se tavoittaa tai voi tavoittaa totuuden kohteestaan.

Tieteessä ilmenevä kyky on intelligenssi, ja tiede on korrelatiivinen luonnolliselle kohteelleen, jona on eloton aine. Intelligenssi on toiminnan väline, ja kaikki tiede tähtää viime kädessä käytännölliseen hyötyyn, kuinka spekulatiivista se sitten onkin muodoissaan ja kuinka intressitöntä välittömissä päämäärissään. *Homo faber*in intelligenssi alkuperäisessä toiminnassaan on "kyky valmistaa keinotekoisia esineitä, erityisesti työkaluja työkalujen valmistamiseksi, ja muunnella rajattomasti niiden valmistusta". (*Évolution créatrice*, pp.329, 140)

Bergson oli pannut merkille Aristoteleen (tai Platonin) käyttämien käsitteiden ja nykyaikaisen tieteen käyttämien käsitteiden välisen eron: Ideat tai muodot edustavat olioiden historian silmiinpistäviä vaiheita, yleensä niitä jotka ovat puhekielen kiinnittämiä kuten nuoruus tai vanhuus. Ilmiö katsotaan riittävästi luonnehdituksi kun on määrätty sen globaalit piirteet, kuten kulminaatiokohta tai päämäärä (*akme, telos*). Aristotelinen liikkeen kategorisointi kuvastaa tätä seikkaa: liike on selitetty kun on määrätty, mikä on sen määräpaikka, onko sen suunta ylös vai alas, onko se suora vai käyrä, luonnollinen vai pakotettu. Ajan jäsenys erityisesti tapahtuu siten, että siitä erotetaan niin monta jakamatonta hetkeä kuin kielen ja luonnollisen perseption kategoriat siitä leikkaavat jollakin tapaa yksilöitävissä olevia peräkkäisiä tapahtumia. Keplerin tai Galilein käyttämä aika on sitä vastoin homogeenista, vailla olioiden kehityksen kriisikohtien määrittämää luonnollista jäsenystä. Liikkeen kuvaus sisältää sen kaikki vaiheet, ja jokainen vaihe on yhtäläisessä asemassa. Moderni tiede etsii kvantitatiivista muutosta kvalitatiivisesti muuttumattomien periodien sisällä. Muutos antiikkisesta moderniin tieteeseen on syvälinen, mutta kysymyksessä on pikemminkin aste- kuin laatuero. Siirtymä merkitsee vähittäistä täydellistymistä, joka tapahtuu yksinkertaisesti suuremman tarkkuuden tavoittelun kautta. Modernia tiedettä ei luonnehdi niinkään kokeellisuus sinänsä kuin kokeiden suorittaminen mittaamistarkoituksessa. Kun antiikkinen tiede koski käsitteitä, nykyaikainen tiede etsii lakeja, muuttuvien suureiden välisiä vakioisia suhteita; kun antiikin tiede käsitteli staattisia suhteita, nykyaikainen määrittänyt ennen muuta siitä että se ottaa ajan riippumattomaksi muuttujaksi. (*Évolution créatrice*, pp.330-5).

Bergson näkee siis modernin tieteen aikaansaaman kielen ja havainnon luonnollisen kategorisoinnin särkemisen olevan yhteydessä kvantitatiivisten käsitteiden käyttöönoton ja mittaavien kokeiden kanssa. Käsitesysteemin muutos olisi siten sisäisessä yhteydessä matemaattisen todistustavan fysiikkaan introdusoimisen kanssa. Luonnon ja fysiikan matematisointi, sekä 'tarkkuuden universumiin' siirtyminen taas ovat kaksi keskeistä tekijää Koyrén tulkinnessa 1600-luvun vallankumouksen konstruktiiivisesta puolesta.

Bergsonin näkemyksessä kreikkalainen ja moderni tiede perustuvat molemmat kuitenkin samalle "kinematografiselle" menettelylle (ibidem, p.328). Molemmat tieteet seuraavat pohjimmiltaan samaa logiikkaa, joka saavuttaa eräänlaisen kulminaatiopisteen geometriassa. Fysiikan määrittelee logiikka, ja logiikkamme ennen muuta kiinteiden kappaleiden logiikkaa. Tämän johdosta älymme viettää riemuvoittoa geometriassa, jossa paljastuu loogisen ajattelun sukulaisuus elottoman aineen kanssa. Geometriassa riittää, että äly seuraa luonnollista liikettään voidakseen tehdä yhä uusia keksintöjä lähtien vähäisimmästä mahdollisesta kosketuksesta kokemukseen (ibidem, pp.327, v). Myös ajan käsittelyssä tiede menettelee kuten tavanomainen tietämys. Se täydellistää tätä, lisää sen tarkkuutta ja kantavuutta, mutta toimii samassa mielessä ja panee peliin saman kinematograafisen mekanismin. Moderni tiede, toisin kuin antiikkinen edeltäjänsä, joka pysähtyi olennaisina pitämiinsä liikkeen kohtiin, on kiinnostunut yhtäläisesti

sen kaikista kohdista. Mutta kysymyksessä ovat aina kohdat, aina virtuaaliset seisaukset, liikkumattomuudet. Matemaattisessa aikakäsitteessä seuraanto korvataan rinnakkaisuudella, virta kuvitteellisten pysähdysten sarjojen vastaavaisuudella. Näillä sarjoilla ei ole kiinteää suhdetta keston, mikä osoittaa, ettei tiede pidä lukua seuraannosta sen erityisyydessä, ajasta sen virtauksessa. Tieteeltä puuttuu merkki, jolla ilmaista seuraannosta ja kestosta se, mikä niissä iskee tietoisuuteemme. Tiede ei sovellu tulemiseen sikäli kuin tämä on liikkuvaa. (ibidem, pp.336-8).

Bergsonilta Koyré lainasi tulkinnan, jonka mukaan XVII:n vuosisadan tieteellisen vallankumouksen kaksi luonteenomaista piirrettä olivat taivaallisen ja terrestisen fysiikan yhdistäminen sekä "tarkkuuden universumin" (*univers de la précision*) asettaminen arkielämän "likimääräisyyden maailman" (*le monde d'à peu près*) sijalle. (Jorland[1981], pp.61-2).

Bergsoniin viittaava motiivi on myös käsitys ajan ja avaruuden radikaalisti erilaisesta asemasta kognition suhteen, jolle nojaavat mm. *Galileolaisiin tutkimuksiin* sisältyvät tulkinnat Galilein ja Descartesin kamppailusta putoamislain keksimiseksi: mainioiden miesten erehtyminen näennäisesti yksinkertaisen ongelman ratkaisuyrityksissä selittyy sillä, että "on helpompi kuvitella avaruudessa kuin ajatella ajassa"²⁸⁰.

Toinen lähde tässä suhteessa on Emile Meyerson, jonka tekemä erottelu lainomaisuuden ja kausaalisuuden välillä nojaa avaruuden ja ajan epistemologiseen eroon. Meyersonin mukaan "...kausalisuuden periaate vaatii sellaisen postulaatin soveltamista aikaan, jota lainomaisuuden alaisuudessa sovelletaan vain avaruuteen." ja "...kausalisuuden periaate ei ole muuta kuin identtisuuden periaate sovellettuna objektien olemassaoloon ajassa." (Meyerson[1930], pp.39, 43). "Avaruus on rationaalinen - tai ainakin rationaalisuuden skeema - kun taas aika on dialektinen" toteaa Koyré Meyersoniin viitaten (*Études galiléennes*, n.1 p.97).

5.2.3.Emile Meyerson

Instrumentalismmin ja positivismmin vastustuksessaan Koyré'n tieteenfilosofia liittyy tieteellisen realismmin teemoihin: teorian status ei ole olla pelkkä väline; teorat sisältävät aisteille annetun ylittävän ontologian, mikä tekee mahdolliseksi ilmiöiden selittämisen eikä vain niiden kuvailun ja ennustamisen. Koyré'n realismiin antoi vaikutteensa fenomenologian ja platonismin lisäksi Emile Meyersonin tieteenfilosofia, jonka voi lukea kuuluvaksi uskantilaisuuteen. Tähän vaikutukseen viittaa m.m. Koyré'n omaksuma erottelu kuvailun ja selittämisen välillä, samoin teesi teorian ja ontologian erottamattomuudesta.

Lublinissa, Venäjän vallan alaisessa Puolassa 1859 syntynyt Meyerson opiskeli kemiaa Göttingenin, Heidelbergin ja Berliinin yliopistoissa. Vuonna 1882 hän asettui Ranskaan, toimien aluksi kemistinä ja myöhemmin (1898-1923) hallinnollisessa virassa Pariisissa. Hänen innostuksensa kemian historiaan herätti Hermann Koppin kuuluisa työ tältä alalta. Valaistakseen filosofisia aiheitaan suoritti Meyerson itsekin alkuperäistä tutkimusta tieteenhistoriassa. Teoksen *Identité et Réalité* englanninkielisen laitoksen toimittaja J.H. Muirhead toteaa (1929) Meyersonin olevan "kenties suurin elävä auktoriteetti luonnontieteen historian alueella". (Meyerson[1930], pp.8-9, 11). Thomas Kuhn pitää Meyersonin ja eräiden muiden uskantilaisien epistemologioiden työtä yhtenä uudemman tieteenhistoriallisen konseptin lähteistä. Etsiessään "kvasiabsoluuttisia kategorioita vanhemmissa tieteellisissä ideoissa, he tuottivat loistavia geneettisiä analyyseja käsitteistä, jotka aiempi historiankirjoitus oli väärinkäsittänyt tai

²⁸⁰"Il est plus facile - et plus naturel - de voir, c'est-à-dire, d'imaginer, dans l'espace, que de penser dans le temps" (*Études Galiléennes*, p.96).

torjunut". (Kuhn[1977], p.108). Albert Einstein viittaa (*The Times*, February 5, 1929) Meyersonin "loistaviin tutkimuksiin tietoteoriassa" jotka, vastakohtana niin monien fyysikoiden epäilevälle asenteelle, ilmentävät samaa uskoa luonnon yhdenmukaisuuteen ja spekulatiivisen älyn mahdollisuuteen lähestyä sitä kuin se, mikä on innoittanut matemaatikon työtä. (Meyerson[1930], p.14). Koyrén arvioissa Meyerson oli "yksi aikamme suurimmista epistemologeista sekä tieteen ja filosofian historioitsijoista".²⁸¹

Meyerson korosti positivistien, erityisesti Comten ja Machin, pragmatismia vastaan ymmärtämisen motiivia tieteessä: ennustaminen ja toiminta kuuluvat yhteen, ymmärtämisen tarve taas johtaa etsimään ilmiöiden selitystä; ennustaminen nojautuu lainomaisuuden periaatteelle, kun taas selittämisen taustalla on kausaalisuuden idea. 'Legalismi' ja kausalismi ovat käänteisiä menettelyjä: edelliselle toiminta on päämäärä ja tieto vain keino sen saavuttamiseksi, jälkimmäiselle toiminta taas on keino saavuttaa päämäärä, joka on ymmärtäminen. (Meyerson[1930], p.41-2, 48ff; Jorland[1981], pp.65-6).

Meyerson kritisoi "positivistista erehdystä", tavallinen sitten Berkeleyyn ja Humen, joka assimiloii lain ja syyn käsitteet (Meyerson[1930], pp.18, 389). Hän huomauttaa siitä - mikä lienee vastaansanomaton - ettei samaistus millään tavoin seuraa logiikasta tai kyseisten käsitteiden merkityksistä (ibid., p.18). Toden käsityksen kausaalisuudesta Meyerson löytää Leibnizin riittävän perusteen laista ja skolastikkojen periaatteesta *causa aequat effectum* (ibid., pp.28-9).²⁸² Kysymyksessä on identtisuuden periaatten sovellutus: "...kausaalisuuden periaate ei ole muuta kuin identtisuuden prinssiippi sovellettuna objektien olemassaoloon ajassa." (ibid., p.43). Meyersonin kannattama syysuhteen konseptio on siis vähintään yhtä eksplikatiivinen ja kiistanalainen kuin positivistien vastaava, s.o. kysymyksessä ei missään tapauksessa ole kausaalisten puhetapojen kuvailu. Suhde aikaan ja avaruuteen erotta kausaalisuuden lainalaisuudesta: "...kausaalisuuden periaate vaatii sellaisen postulaatin soveltamista aikaan, jota lainomaisuuden alaisuudessa sovelletaan vain avaruuteen." (ibid., p.39).

Identiteetin periaatteella on Meyersonille vain psykologinen status: "Identtisyys on henkemme ikuinen kehys. Voimme siksi vain löytää sen yhä uudelleen kaikessa minkä se luo". Kysymyksessä on siis ihmishengen pyrkimys, joka lisäksi käy tietyissä mielessä todellisuutta vastaan: Eksplikatiivinen tiede, joka tekee asiat ymmärrettäviksi, rationaalisiksi, mutta on kykenemätön tunkeutumaan todelliseen Tulemiseen, ei ole koko tiede. On empiirisen tieteen tehtävä tunkeutua todelliseen Tulemiseen, muutos ajassa on sen ominta aluetta, ja sen vuoksi tiedettä yhä enemmän hallitsee Carnot'n periaate (termodynamiikan toinen pääsääntö eli entropian kasvun laki). Näin tiede itse palauttaa todellisuuden oikeuksiinsa. Se todistaa, vastoin sitä, minkä kausaalisuus postuloii, ettei aikaa ole mahdollista eliminoida, koska tämän eliminoinnin edellytyksenä olisi prosessien palautuvuus (reversibiliteetti), jota ei esiinny luonnossa. (ibid., p.284).

Meyersonin tekemä erottelu eksplikatiivisen ja empiirisen tieteen kesken on ilmeisesti sukua varhaisemmille ja myöhemmille yrityksille jakaa teorit konventionaaliseen ja empiiriseen

²⁸¹"un des plus grands épistémologues et historiens des sciences et de la philosophie de notre temps" (Koyré[1986], ch.4, Note 19).

²⁸²Leibnizin mukaan "Koko vaikutus voi tuottaa uudelleen koko syyn tai sen kaltaisen". Hän osoittaa *vis viva*n säilymisen käyttäen todistusta *reductio ad absurdum*, todeten tässä yhteydessä "[Tästä] seuraisi, ettei syytä olisi mahdollista täysin palauttaa tai sijoittaa vaikutuksen tilalle, mikä on täysin vastoin luonnon tapoja ja asioiden perusteita." ja "Sillä jos tämä *vis viva* voisi koskaan lisääntyä, olisi olemassa vaikutus joka olisi syytään voimakkaampi, tai muutoin ikuinen mekaaninen liike ... mikä on absurdia. Mutta jos tuo voima kykenisi vähenemään, se lopulta tulisi olemattomaksi, ... mikä on epäilemättä vastoin aioiden järjestystä." (Meyerson[1928], p.29).

komponenttiin.²⁸³ Eduard Le Roy ("Un positivisme nouveau", 1901) ajatteli, että poikkeukset laista voidaan aina selittää *ceteris paribus* -ehdon pätemättömyydellä (ks. Duhem[1914], pp.317, 321 sekä Maiocchi[1990], p.392). Poincaré, jota voidaan pitää holismin idean esittäjänä, perusti konventionalisminsa teorian kokeellisen takuun kokonaisluonteisuudelle. Konventionalistit katsoivat, että jotkin lausumat olivat luonteeltaan määritelmiä, jotka tekivät mahdolliseksi toisten lausumien empiirisen pätevyyden koetteluun, tai olivat muuten vailla empiiristä sisältöä. Duhem argumentoi holismin pohjalta, ettei ole mahdollista tehdä kognitiivista eroa teorian eri lausumien kesken. (Brenner[1990], pp.327-9; Duhem[1914], edell. kohta ja pp.323-5). Lakatos kuvaa Poincarén kantaa suhteessa mekaniikkaan ja geometriaan "konservatiivisena konventionalismina"; Poincaré katsoi, että esimerkiksi euklidinen rakenne on niin syvään juurtunut fysikaalisiin teorioihin, että käytännölliset perusteet ainaseksi sulkevat pois geometrian muuttamisen (Lakatos[1978], p.21).

Uuskantilaiset pyrkivät käyttämään hyväkseen Poincarén ja Duhemin esiintuomaa mahdollisuutta turvata valitut propositiot empiiriseltä kumoamiselta aprioristen periaatteiden olemassaolon puolustamiseen. Albert Einstein kritisoi tällaista yritystä (1924) duhemilaisen holismin pohjalta huomauttaen, että säilytettävien periaatteiden valinta on mielivaltainen. Moritz Schlick ja Hans Reichenbach näyttävät tahtoneen ratkaisevampaa vastausta uuskantilaisille, minkä tarjosi ajatus konventionaalisen komponentin analyttisyydestä. Einstein toisti ("Physik und Realität", 1936) tätä vastaan duhemilaisen kritiikkinsä: erottelu koordinoivien määritelmien ja empiiristen propositioiden kesken on mielivaltainen ja siten todennäköisesti vailla epistemologista merkitystä. (Howard[1990], pp.371-3).

Kuhn kuvaa Meyersonia eräänlaisena uuskantilaisena (Kuhn[1977], p.11); niin kuin ilmenee, tämä ei kuitenkaan enää merkinnyt minkään suoraviivaisen apiorismin kannattamista. Kirjan *Identité et Réalité* varhaisemmissa painoksissa Meyerson, viitaten Poincarén mielipiteeseen, kannatti käsitystä, että väitetyt avaruuden kaarevuudesta todistavat ilmiöt tulkittaisiin välttämättä sovittamalla muita teorioita, esimerkiksi optiikkaa. Yleisen suhteellisuuden nousun myötä Meyerson oli pakotettu tarkistamaan kantaansa tässä kohtaa (ks. Meyerson[1930], p.39).

Propositiot, jotka määrittelevät identiteetin ajassa, vaikuttavat meistä a priori todennäköisiltä; ne ovat uskottavia (*plausible*), edustaen eräänlaista välittävää kategoriaa suhteessa apriorisiin ja aposterioriin lausumiin, katsoo Meyerson (ibid., pp.147-8). Hän tarkastelee kausaalisen tendenssin esiintymistä inertiaperiaatteen sekä aineen ja energian säilymlakien historiassa sekä pyrkimystä eliminoida aika fysiikan lakien formuloinneista. Hän pyrkii tässä mielessä osoittamaan m.m., että lämmön mekaanisen ekvivalentin kokeelliset määritykset olivat aivan liian epätarkkoja tukemaan uskoa energiaperiaatteen pätevyyteen (vrt. ibid., p.194ff). Menetelmä tuo mieleen Koyrén väitteet siitä, että Galilein suorittamien kokeiden tulokset olivat aivan liian epätarkkoja, jotta ne olisivat voineet toimia uuden tieteen perustana. Erotteluun, jonka Koyré tekee *Galileilaisissa tutkimuksissa* neliölain ja vakiokiihtyvyysslain statusten suhteen (Koyré[1939], pp.87, 155-6; vrt. s.146), on mahdollisesti vaikuttanut idea ajan eliminoinnista: Meyerson antaa ymmärtää, että se mikä Galileita todella on ohjannut siirtymisessä neliölaista vakiokiihtyvyysslakiin ei ole vain yksinkertaisuuden tavoittelu, vaan myös "pyrkimys muuntaa relaatio objektiksi, jotta nähtäisiin säilyvän, ei vain lain, vaan myös objektin, [...mikä] on kausaalisen tendenssin todellinen mieli". (ks. Meyerson[1930], pp.220-2 ja n.9 p.232).

²⁸³ Kantin a priori/a posteriori erottelun tavoin Meyersoninkin distinktio jakaa propositioita eri luokkiin (vrt. energian säilymlaki ja Carnot'n periaate). Meyerson ei kuitenkaan pitänyt identiteetin ajassa ilmaisevia lausumia apiorisina (vrt. alempana).

Koyré näkee kausaliteetin aseman toisin kuin Meyerson, hänelle kausaalisuus ei ole psykologinen vaan metafyyminen periaate:

Émile Meyerson kieltäytyi itse harjoittamasta metafysiikkaa. Hän tahtoi vain kuvailla älyn tosiasiallisia menettelyjä sen kamppailussa olevan (l'être) olennaista irrationaalisuutta vastaan. Mutta kuinka olla näkemättä hänen analyysissään järjen immanentista ideaalista metafyyssisen intuition itua? Kuinka olla näkemättä että järki joka, väsymättä, pyrkii palauttamaan erilaisen identtiseksi, eliminoiden asteittain tavallisen ymmärryksen maailmasta kvaliteetin, moninaisuuden, muutoksen, ajan, löytääkseen, lähteensä luoksepääsemättömällä rajalla, liikkumattoman olevan (l'être), joka on yhtä kuin Parmenideen tyhjiys, ei tee muuta kuin vaatii itselleen sitä minkä me, hämärästi, tunnemme itsessämme: mitä on kaikki se, mikä ei ole ikuista? (Jorland[1981], p.95).

Kuten ylempänä todettiin, todellisuuden tieteellinen hallinta merkitsee sen rationalisointia vain osittain, "Carnot'n periaate ei itsessään ole rationaalinen" (Meyerson[1930], p.313). Tässä suhteessa Meyerson liittyy ranskalaisen filosofian perinteeseen sellaisena, kuin sitä edustivat Emile Boutroux ja Henri Bergson. Niin kuin näille, hänellekin tieteen päämäärä on paljastaa rationaalisuus todellisuudessa, rationaalisuus, joka merkitsee erojen palauttamista identtisyteen. Kuten he, hänkin uskoo, ettei tätä päämäärää ei voida täysin saavuttaa; luonto sisältää aina lopulta irrationaalisen elementin, jota ei ole mahdollista selittää. (ibidem, p.13). Perustava irrationaalisuus tavataan mekanististen ontologioiden ja aistikokemuksen suhteessa: tunnemme molemmat termit täydellisesti, ja meidän on pakko hyväksyä johtopäätös, että ne ovat sidotut toisiinsa; on kysymys faktasta jonka uskomme varmaksi, mutta joka säilyy käsittämättömänä, järjen ulottumattomissa, jonakin mikä ei palaudu puhtaasti rationaalisiin elementteihin. Saman irrationaalisuuden Meyerson löytää myös tieteen sisältä: tapa jolla kappaleet vaikuttavat toisiinsa, niin kaukovaikutus kuin sysäyskin, ovat mahdottomia käsittää. (ibid., pp.298-9).

Irrationaalisen teemaan liittyen voi todeta, että modernin tieteen perustaneiden luonnonfilosofien kamppailu ei-intelligiibelin muodostaman ongelman kanssa on keskeisellä sijalla Koyré'n historiografiassa. (vrt. *Études newtoniennes*, "Newton et Descartes"). Samoin käsitys, jonka mukaan moderni fysiikka operoi - kohtalokkain seurauksin - jaon tieteen maailman ja kvalitatiivisen kokemusmaailman välillä kuuluu Koyré'n tulkintaan Uuden ajan tieteen olemuksesta ja sen merkityksestä modernille ihmiselle (vrt. ibid., "Sens et portée de la synthèse newtonienne").

Tiede ei ole 'positiivinen', eikä edes sisällä positiivista dataa siinä mielessä kuin Comte ja hänen seuraajansa ovat termille antaneet, s.o. dataa, joka on erotettu kaikesta ontologiasta, katsoo Meyerson. Hän ei kuitenkaan ehdottomasti kiellä puhtaasti fenomenalistisen tieteen mahdollisuutta. Sellainen kuitenkin eroaisi radikaalisti kaikesta meidän tuntemastamme tieteestä; kysymyksessä ei enää olisi fysiikka, vaan eräänlainen psykofysiikka, joka sekin olisi aivan jotain muuta kuin moderni psykofysiikka, joka ymmärrettävästi joka askelmallaan edellyttää tieteen ja tavallisen ymmärryksen ontologiat. (Meyerson[1930], pp.384-5).²⁸⁴

²⁸⁴ Meyerson näyttää viittaavan Machin ideoihin. Machin mukaan maailman tai luonnon elementtejä ovat aistimukset. Esineet ovat 'ajatussymboleja', jotka esittävät suhteellisen kiinteitä aistimuskomplekseja (sen sijaan että aistimukset olisivat esineiden merkkejä). Psyko-fysiologisten tutkimustensa yhteydessä Mach joutui omien sanojensa mukaan kamppailemaan päästäkseen irti 'fyysiikan ajattelukaavoista', kuten matemaattisen ajan ja avaruuden käsitteistä. (Mach[1960], p.579; Lübbe, p.114). Ei vaikuta lainkaan selvältä, että Mach olisi ehdottanut muodoltaan ontologiatonta tiedettä; hänen antiontologinen kantansa sisälsi ennen kaikkea sen, ettei intellektuaalisia välineitä tule käsittää tieteen objektiivisena momenttina (Mach[1960], p.609). Todellinen vastakkaisuus Machin ja Meyersonin välillä näyttää pikemminkin koskeneen tieteiden hierarkiaa, erityisesti mekanistisen filosofian asemaa siinä (vrt. Duhemin tieteenfilosofian taustaa käsittelevä kappale edellä sekä s.141 alempana).

Meyerson ei näytä tekevän aivan selväksi, millaiseksi hän ajattelee selittämisen, lainalaisuuden ja ontologian suhteen, mutta päätellen siitä, että hänen mukaansa ontologian lakkauttaminen merkitsisi myös loppua lainmukaisuudelle (ibid.), empiirinen tiede edellyttää ontologian myös siinä missä se ylittää intelliigibelin ja rationaalisen rajat (vrt. Carnot'n periaate ylempänä).

Kausaalisen, selittävän tendenssin todellisuus historiallisessa tieteessä on kuitenkin se nimenomainen teesi jota hän tahtoo puolustaa. Tässä niin kuin muuallakin Meyerson on kiinnostunut todellisen, historiallisen tieteen ominaispiirteistä, joita hän käsittelee suurella oppineisuudella: hän ei turvaudu historioitsijoiden kummastelemaan "filosofin tiehen" tieteenhistorian faktoihin.²⁸⁵

Meyersonin käyttämää 'ontologian' käsitettä voinee loogiselta kannalta pitää samana kuin esimerkiksi Quinen myöhemmin formuloima: (annetun teorian) ontologian muodostavat teorian lausumien loogisten subjektien, jotka ovat kvantifioituja variaabeleita, mahdolliset arvot tai referentit (Quine[1961], p.13). Referenssin määrittäminen, sen 'ontogeneesi', on korrelatiivinen kielellisten välineiden ja distinktioiden kehittymiselle (Quine[1960], ch.3). Ontologian postulointi alkaa jo tavallisen ymmärryksen ja tavallisen kielenkäytön piirissä oletuksella pysyvien esineiden olemassaolosta. Aistitiedon alue ei olekaan itsessään riittävän koherentti ollakseen autonominen, vaan sitä pitävät paljolti koossa viittaukset esineisiin. (ibidem, pp.2-3). Epistemologisesti kysymyksessä ovat hypoteettiset entiteetit, joiden läsnäolo ja vaikutus selittävät havaittavat ilmiöt. Sellaisten postulointi on välttämätön osa teorian rakentamista. Niiden reaalisuus on suhteellinen teoriaan, mutta teoriaa ei pidä vähätellä, sillä ainoa tapa välttää tietyn teorian näkökulma on jokin toinen teoria. (ibidem, p.22).

Koyrén kritiikki positivismia ja instrumentalismia vastaan paljastaa näiden historiallisen alkuperän, joka on tieteellisen ajattelun epäonnistuminen tehtävässään rationalisoida todellisuus. Näin tapahtui antiikissa, kun helleeninen astronomia, kehitettyään täydellisyyteen tieteellisen ajattelun menetelmän, havaitsi itsensä kykenemättömäksi tunkeutumaan taivaankappaleiden todellisten liikkeiden mysteeriin; samanlainen kehitys toistui Newtonin jälkeisessä tähtitieteessä joka, kyvyttömänä selittämään gravitaatiota, joutui hyväksymään tämän pelkkänä tosiasiana. (Koyré[1966], p.81; Koyré[1964], p.202; s.159). Koyrén kritiikissä on kysymys tieteellisen käytännön luonteesta, ei tieteen filosofian mahdollisista virheistä. Positivismi ei välttämättä edusta *metodologista* 'väärää tietoisuutta', rajoittuminen observaabelin formaaliin käsittelyyn on *mahdollinen* tapa harjoittaa tiedettä.

Kysymys ei ole myöskään maailman rakenteesta, vaan ajattelun asemasta: kun ajattelu luopuu maailman tuntemisesta, se luopuu itsestään, koska totuus ei jotain jonka ajattelun tulisi löytää maailmasta, vaan ajattelun itsensä tuote; sen vuoksi maailman esittäminen jakautuneena luoksepääsemättömään olemukseen ja todettavissa oleviin ilmiöihin on nähtävä merkinä ajattelun kriisistä, jossa ajattelu ikäänkuin vieraantuu itsestään attribuoiden maailmaan oman vajavaisuutensa (Jorland[1981], p.154).

5.3. Epistemologiasta historiaan

5.3.1. Ajattelu ontologiana

Gérard Jorlandin analyysin mukaan Koyrén käyttämä ontologian käsite soveltaa ajatteluamme kaksitasoista jakoa, joista ensimmäinen erottaa rationaalisen irrationaalisesta, toinen toden

²⁸⁵ Mikä oli tässä suhteessa esim. Husserlin tai Popperin menettely, vrt. Gurwitsch[1967], p.74, I.B. Cohen[1974], p.336.

epätodesta. Ensisijainen on jako ajatuksellisesti mahdolliseen (*pensable*) ja ajatuksellisesti mahdottomaan (*impensable*). Ajateltavissa oleva puolestaan jakautuu ajateltuun (*pensée*) ja ei-ajateltuun (*impensée*); näin sen vuoksi, että todellisen täydellinen deduktio, joskin legitiimi tieteen ideaalina, on sitä vain olemusten maailman suhteen, ei ajallisten ja muuttuvien asioiden osalta. (Jorland[1981], pp.68, 69).

Ajattelussamme mahdollinen käy todellisen edellä; todellinen on vain mahdollisen jäännös, ja asettuu sen kehukseen mikä ei ole mahdotonta. Rajoittavan ontologian puuttuessa meillä taas ei ole kriteeriä millä ratkaista etukäteen, onko jokin väitetty tosiasia mahdollinen; siten esim. Renessanssia luonnehtiva rajaton herkkäuskoisuus on nähtävä seurauksena siitä, ettei tuhotun aristotelisen fysiikan ja metafysiikan tilalle ollut ennen Galileita asettaa mitään vaihtoehtoista ontologiaa. (Koyré[1966], p.51).

Koska ontologia on a priori, se voi määrätä vain siitä mikä on mahdollista, ei siitä mikä on totta tai epätotta.

Ei-ajateltu, joka on ajattelumme sisäinen raja, on alati uudistuva; se on jotain mikä paljastuu tai löydetään, mutta mitä ei hallita, s.o. mikä ei ole johdettavissa aksiomatiikan muista elementeistä tai palaudu niihin. *L'impensable* taas on ulkoinen raja, se edustaa sitä mikä on epätotta sen vuoksi että se näyttäytyy ei-olevana. Molemmat rajat merkitsevät liittymiä, jotka kytkevät ajattelun historiaan.

Descartesin yritys palauttaa fysiikka geometriaan, rakentaa maailma ulottuvuuden ja liikkeen perustalle, edustaa kunnianhimoisinta yritystä dedusoida fysikaalinen todellisuus kokonaisuudessaan; kuten osoittautui, yritys ei ollut onnistunut, vaan Newton joutui introdusoimaan hyperfysikaalisen syyn painovoimalle. Tämä näyttäisi merkitsevän kartesiolaisen järjestelmän kannalta irrationaalisen elementin mukaantuloa, siis muutosta siinä, mikä oli ajateltavissa. Heittoliike, joka jäi ei-ajatelluksi aristotelisessä fysiikassa, antoi aiheen *impetus*-teorioille 1300-luvulta, mahdollisesti jo Antiikista lähtien. Nämä eivät tuoneet tyydyttävää ratkaisua ongelmaan *a quo moventur projecta*, mikä ei kuitenkaan johtanut hylkäämään aristotelista kokonaisteoriaa, jossa 'väkivaltaisen' liikkeen pysyvyys ja tyhjiö olivat ajatusmahdottomuuksia. Inertiaalinen liike oli loogisesti yhteensopimaton sekä Aristoteleen alkuperäisen- että impetus-teorian kanssa, ja tyhjiö oli aristoteliseltä kannalta *non-sens* (eikä vain *contre-sens*).²⁸⁶ Teorian revolutionarisointi edellytti sitä, että otettiin ajattelun kohteeksi juuri nämä ajatusmahdottomuudet sen sijaan, että olisi tyydytty keksimään selityksiä aristotelisen *pensablen* puitteissa. (Jorland[1981], pp.68-70; Koyré[1964], p.87; Koyré[1961], pp.256, 266; Koyré[1966], pp.179, 183).

5.3.2. Tieteellisen ajattelun rakenne ja sen 'filosofinen alarakenne'

Filosofiset asenteet ja käsitykset toimivat paitsi teorioiden hyväksymisessä tai oikeuttamisessa, myös niiden keksimisessä; Koyré epäilee lisäksi, että tieteellisen ajattelun taustalla aina on olemassa tiettyjä filosofisia oletuksia, joiden ei kuitenkaan tarvitse pysyä samoina teorian koko olemassaolon ajan. 'Positivistinen' keskittyminen annetun formaaliin käsittelyyn on suuntaumisena mahdollinen, mutta se on aina väliaikainen ja luonteeltaan kielteinen; 'matemaattinen realismi' on se filosofia joka vie tiedettä eteenpäin.

Yleisesti tunnustetaan, etteivät ne tekijät, jotka määräävät teorioiden hyväksyttävyyden supistu teorian tekniseen arvoon, sen kykyyn antaa koherentti selitys ilmiöille, joita se käsittelee; niinpä esimerkiksi kopernikaanisen astronomian tapauksessa kysymys ei ollut vain valinnasta

²⁸⁶Tästä distinktiosta, ks. Jorland[1981], p.34.

yksinkertaisemman ja vähemmän yksinkertaisen teorian välillä, vaan myös valinnasta kahden fysikaalisen teorian kesken joista toinen, Aristoteleen, näytti yksinkertaisemmalta ja toinen monimutkaisemmalta, sekä myös päätöksestä luottaa aistihavaintoon tai torjua se teoreettisen spekulatiivisuuden hyväksi. Vähemmän yleisesti tunnustettua on ollut filosofian vaikutus tieteellisen ajattelun kehitykseen, ellei sitä pidetä yleisesti haitallisena - Koyré viittaa Uudella ajalla tavanomaiseen näkemykseen jonka mukaan Antiikin ja Keskiajan tieteen hedelmättömyys johtui juuri filosofian hallitsevasta asemasta ja että 1600-luvun vallankumous merkitsi tieteen vapautumista filosofian, *Regina scientiarum*, tyranniasta. (Koyré[1961], p.253-4).

Koyré esittää seuraavat kolme teesiä tieteen suhteesta filosofiaan: 1. Tieteellinen ajattelu ei ole ollut koskaan täysin erillään filosofisesta. 2. Suuret tieteelliset kumoukset ovat aina olleet filosofisissa käsityksissä tapahtuneiden mullistusten tai muutosten määräämiä. 3. Ajattelu fysikaalisissa tieteissä ei kehity tyhjiössä, vaan sijaitsee aina (sellaisessa) ideoiden, peruseräkkeiden, aksiomaattisten itsestäänselvyyksien kehityksessä, jota tavanomaisesti on pidetty "filosofian alaan soveliaasti kuuluvana".

Hän ei silti tahdo kieltää uusien faktojen löytämisen tärkeyttä, eikä sitä että tieteellinen ajattelu kehittyy autonomisesti tai jopa autologisesti. (Koyré[1961], 256-7).

Koyré'n näkemys filosofisten ideoiden merkityksestä tieteelle eroaa toisen tunnetun positivismin kriitikon Edwin A. Burttin kirjassaan *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science* (1925) esittämästä teesistä siinä, että Burtt piti filosofisia käsityksiä vain eräänlaisina rakennustelineinä, jotka auttavat tiedemiestä formuloimaan teoreettiset käsityksensä, mutta jotka jälkeenpäin voidaan hylätä ja jotka myöhemmät sukupolvet itse asiassa hylkäävätkin: Mitkä para- tai ultratieteelliset ideat sitten ohjasivatkin Kepleriä, Descartesia, Newtonia tai Maxwellia merkitsee loppujen lopuksi vähän. Se mikä merkitsee on varsinainen keksintö: planeettaliikkeiden laki, ei Maailman Harmoniat, liikkeen säilyminen, ei jumalallinen muuttumattomuus; Heinrich Herzin sanoin: "Maxwellin teoria on yhtä kuin Maxwellin yhtälöt". (Koyré[1961], p.255).

Koyré myöntää, että tieteellinen ajattelu voi torjua *post factum* ne filosofiset konseptit, jotka tekivät sen mahdolliseksi. Hän epäilee kuitenkin, että tällöin se vain korvaa ne toisilla, tai sitten ne liukuvat unohduksiin, tiedostamattomiin, asioina joita ei enää ajatella, kuten kieliopin säännöt, jotka unohdetaan sitä mukaa kuin kieltä opitaan puhumaan ja jotka häviävät tietoisuudesta juuri silloin kun ne sitä eniten hallitsevat. (ibid., p.256).

Filosofiset käsitykset toimivat siis sekä teorioiden keksimisessä, oikeuttamisessa että konstituutiiossa. Minkälaituisia asioita tieteenhistoriassa vaikuttaneet filosofiset ideat ja periaatteet sitten käsittävät? Eräs Koyrélla keskeisimmistä huomion kohteista on *äärettömyyden* käsite. Äärettömyyden käsitteen asema hänen historiografiassaan on ymmärrettävä, sillä enemmän kuin mikään toinen elementti se kytkee varhaisen modernin tieteen ja siihen liittyneen metafysiikan teologiaan. Hänen mukaansa yksi modernin tieteen konstitutiivisista piirteistä on ajatus äärettömyyden positiivisesta luonteesta. Tämä käsitys on eksplisiittinen Descartesilla, jonka mukaan 'ääretön' on sekä loogisesti että epistemologisesti ensisijainen äärelliseen nähden, s.o. äärellinen saadaan äärettömän negaationa, ja se tunnetaan äärettömän kautta. (Koyré[1961], p.261-2; Koyré[1964], p.226).

Toinen uuden fysiikan perusteisiin liittyvä kysymys on liikkeen ontologinen status. Aristotelinen fysiikka sisällytti paikallisen liikkeen muutoksen yleisen käsitteen alaisuuteen, johon kuuluivat sen lisäksi laadun, määrän ja muodon muutos sekä syntyminen ja häviäminen. Näiden analogioiden kehityksessä paikallinenkin liike on tapahtuma, prosessi, jossa liikkuvan tila muuttuu. Lepotila määriteltiin negatiivisesti, liikkeen puuttumisena, ja se oli siis ontologisesti alempiarvoinen kuin liike. Uusi fysiikka särki aristoteliset analogiat, keskittyen yksinomaan

paikalliseen liikkeeseen, josta itse asiassa tuli kaiken muutoksen ontologinen perusta: kaikki muutosilmiöt pyrittiin nyt selittämään paikallisen liikkeen vaikutuksina (sikäli kuin niitä ei pidetä pelkästään subjektiivisina). Descartesin mukaan liike on tila, ja samalla ontologisella tasolla kuin lepo, joka on myös tila; kysymyksessä oleva liike on asia joka on helppo ymmärtää ja jonka ymmärrämme täysin, mikä ei pidä paikkaansa "filosofien liikkeestä" (joka oli määritelmältään *actus entis in potentia, prout est in potentia*, eli potentiaalisesti olevan toiminta potentiaalisesti olevana). Descartesin filosofiassa liike on puhtaasti intelliigibeli olemus, joka niin asioiden kuin perusteidenkin järjestyksessä tulee ennen muita aineellisia olemuksia. Koska liike on tila, se tottelee Luonnon yleisiä lakeja, pysymisen ja säilymisen lakeja. Ontologisen näkemyksensä pohjalta Descartes päätyy loogisesti liikkeen säilymisen lakeihin (Koyré[1939], pp.20-1, 321-3; Koyré[1966], pp.201-2; Koyré[1964], p.98, n.44 p.141). Liikkeen uusi ontologia, samalla kun se tyydytti ymmärrettävyyden vaatimukset, toimi siis apuna luonnonlakien keksimisessä.

Filosofisten käsitysten justifikatorinen rooli ilmenee vahvasti matematiikan asemaa fysikaalisessa teoriassa koskevassa kiistakysymyksessä. Tämän ongelman käsittely Renessanssin ja varhaisen modernin kauden tieteessä sisältää Koyrén mukaan määrätyn perinnäisten kantojen uudelleenmuotoilun platonismin ja aristotelismin välisessä kiistassa. Tuon ajan fyysikoille jakolinja näiden filosofioiden välillä on selvä: se, joka vaatii matematiikalle ylempää statusta, se, joka näkee sillä olevan todellista arvoa ja ratkaisevan tai hallitsevan aseman fysiikassa, on platonisti; se taas, joka pitää matematiikkaa vain abstraktina tieteenä ja sellaisena vähempiarvoisena kuin fysiikkaa tai metafysiikkaa, jotka käsittelevät todellisuutta, ja joka väittää perustavansa fysiikan välittömästi kokemukselle ja antaa matematiikalle vain avustavan roolin, on aristotelikko. (Koyré[1939], pp.290-1, 279; Koyré[1966], p.188).

Koyrén platonismia (vrt. ylempänä s.128) ajatellen on kuvaavaa se epistemologisen ja metafyyssisen asenteen keskinäinen vastaavuus, jonka hän erottaa Galilein fysiikan taustalla. Epistemologisia asenteita koskeva kysymys on aistikokemukseen perustuvan ja intellektuaalisen tiedon suhteellinen arvostus. Koyrén mukaan modernin tieteen synty merkitsi intellektuaalisen tiedon arvon nousua suhteessa empiiriseen tietämykseen, mikä kehitys oli osa 1600-luvun vallankumoukseen liittynyttä platonismin revanssia (Koyré[1961], p.261; Koyré[1939], pp.290-1). Sangen kiistanalainen on Koyrén tulkinta jonka mukaan Galilein käsitykseen tiedosta olisi kuulunut apriorismi ja Platonin anamnesis-oppi (ks. tästä aiheesta Koyré[1939], pp.226-7; Hatfield[1990], pp.120-3; Drake[1994], pp.17-8). Niin kuin jo ylempänä mainittiin (s.119), Koyré ymmärsi matematiikan käyttöönoton fysiikassa "päätöksenä", joka vasta teki mahdolliseksi kokeellisen lähestymistavan luonnon tutkimiseen. Tämä päätös vastasi muutosta "metafyyssisessä asenteessa", jonka sisältönä on *olemisen* ensisijaisuus *tulemisen* suhteen. (Koyré[1939], pp.13, 283). Liikkeen erottaminen kvalitatiivisesta muutoksesta ja sen määrittäminen tilana voidaan nähdä metafyyssisen asenteen yleisen muutoksen yksityiskohtana.

Neljäs keskeinen aihe on "Kosmoksen häviöön" liittynyt täydellisyyden, harmonian ja tarkoituksen käsitteisiin perustuvien tarkastelujen katoaminen luonnontieteen piiristä sekä teleologisten selitysten korvaaminen mekanistisilla. Maailma perii Jumalan ontologisista määreistä ikuisuuden, äärettömyyden (aika, avaruus) ja välttämättömyyden (luonnonlait), muttei täydellisyyttä. Antroposentrinen teleologia katoaa kosmologisista selityksistä; aluksi vain maailman rakennetta ei enää pyritä suhteistamaan ihmisen tarpeisiin, mutta tiedollinen antroposentrismi säilyy yhä m.m. Keplerin 'arkkityyppisen' lain käsitteessä²⁸⁷. Merkillistä kyllä, argumentit joita käytetään kognitiivista antroposentrismia vastaan ovat luonteeltaan teologisia, sillä maailman ei-intelliigibeliä luonnetta ja empiirisen kosmologian välttämättömyyttä perustellaan voluntaristisen teologian avulla (näkökanta joka edustaa vielä m.m. Newton).

²⁸⁷ Blumenberg huomauttaa kognitiivisesta antroposentrismistä myös Kopernikuksella (Blumenberg[1976], p.362).

Toinen teologinen aihe, joka yhdistyy fysikaaliseen kosmologiaan, on jumaluuden Kolminaisuus, joka toimii tietyn analogian lähteenä Keplerin kosmologiassa. Maailma on pallon muotoinen, koska tämä muoto parhaiten symboloi Kolminaisuutta: Aurinko, keskipiste, vastaa Isää, taivaanpallo, Poikaa, ja niiden välinen eetterin ja planeettojen liikkuva maailma, Pyhää Henkeä (idea on peräisin Cusanukselta, joka käytti jumaluuden mallina ympyrää). (Koyré[1966], p.170; Koyré[1961a], p.122; Koyré[1986], pp.169, 173, 166-7).

Viidentenä esimerkkinä voisi mainita aineen, avaruuden ja ajan ongelman. Koyré'n mukaan "newtonilainen synteesi" merkitsi hypostasoidun geometrian ja 'korpuskulaarisen filosofian' (Robert Boylen keksimä termi) yhdistämistä. Edellinen motiivi toisti platonilaista ideaa olevan matemaattisesta rakenteesta ja määreistä, jälkimmäinen palautui antiikin atomismiin. Tuloksena oli maailma, jossa Demokritoksen atomit liikkuivat Platonin avaruudessa (*khora*) tarjoten avaruuden ilmaisemille suhteille niiden *relata* tai *fundamenta*; tämä maailma muodostui kolmesta elementistä: aine, avaruus ja liike. (Koyré[1964], pp.33-4).

Avaruuden ontologinen status kiinnitti uuden fysiikan kritikoiden huomiota jo varhain: "Tämä avaruus, joka ei ole jumala eikä luotu, ei ainetta eikä henki, ei substanssi eikä aksidenssi, joka välittää valoa olematta läpinäkyvä, joka vastustaa omaamatta resistanssia, joka on liikkumaton ja siirtyy säiliön mukana, joka on kaikkialla eikä missään..." kirjoitti eräs näistä, mikä innoitti Blaise Pascalin raivoisaan polemiikkiin tyhjän puolesta.²⁸⁸ Avaruuden asema oli keskeinen kiistakysymys myös uuden fysiikan sisällä: Descartesin metafysiikka teki avaruudesta aineen attribuutin, minkä vuoksi ajatus tyhjästä tilasta oli *non-sens*. Newton käsitteli avaruutta ja aikaa Henry Moren metafysiikan pohjalta. More, kuten Newton itsekin, oli ollut aluksi Descartesin filosofian kannattaja, mutta kääntyi myöhemmin tämän dualismia ja maailman puhtaasti mekanistista selitystä vastaan. Newtonille aika ja avaruus olivat olemisen yleisiä määreitä. Kaikki oleva on ajassa ja avaruudessa, ainekappaleet, henget, Jumala. Viimemainittu, joka on läsnä *semper* ja *ubique*, itse asiassa konstituoii ajan ja avaruuden: nämä ovat Hänen kestoaan ja läsnäoloaan. Leibniz teki ajasta avaruudesta maailman sisäisen järjestyksen ominaisuuksia: aika oli tapahtumien seuraannon ja avaruus niiden koeksistenssin tai samanaikaisuuden järjestys. Ei voi olla tyhjää aikaa eikä tyhjää avaruutta. (Koyré[1964], p.130; Koyré[1986], pp.172-3).

Avaruuden *äärettömyys* on newtonilaisen fysiikan filosofisen alarakenteen olennainen osa; se sisältyi liikkeen lakeihin, erityisesti inertian lakiin (Koyré[1961], p.261). Vain, jos oletetaan absoluuttinen avaruus, absoluuttinen aika ja absoluuttinen liike, ovat Newtonin Axiomata seu *Leges Motus* päteviä tai edes mielekkäitä - seikka minkä Newton joka oli yhtä etevä metafysiikko kuin fyysikko tai matemaatikkokin täysin ymmärsi, väittää Koyré tiettyssä. oppositiossa Machin tunnettua kritiikkiä vastaan (alav.289). Samaa todistaa se, ettei Leibniz, joka kielsi absoluuttisen avaruuden olemassaolon, voinut koskaan ymmärtää inertian lain todellista merkitystä - mikä toisaalta teki hänelle mahdolliseksi pienimmän aktion lain keksimisen. Newtonilaisessa tieteessä ja newtonilaisessa maailmassa olevan objektiivinen rakenne määrää tietokykyjemme roolin ja arvon. Platonin sanonnan mukaan asioiden mittana on siellä Jumala, ei ihminen; Kantin esittämä tulkinta jonka mukaan tietämisen ehdot määräisivät objektien fenomenalisen olemisen ehdot on virheellinen. Newtonin seuraajat erehtyivät uskoessaan voivansa tulla toimeen ilman oletusta Jumalasta; kun tämä oletus poistettiin, newtonilainen maailma osoittautui epävakaaaksi ja uhanalaiseksi, yhtä epävakaaaksi ja uhanalaiseksi kuin aristotelinen maailma jonka se oli syrjäyttänyt. Newton saattoi perustaa absoluuttinsa Jumalaan. Mutta Einsteinin tultaessa ne olivat muuttuneet epätodellisiksi, niiden ei enää nähty perustuvan asioiden luonteeseen. Relativistinen arvostelu kohdistui tähän eikä absoluutteihin sinänsä, jollaisia sisältyy suhteellisuusteoriaankin invarianttien ja vakioiden nimellä. Vastaväite, joka voidaan oikeutetusti esittää Newtonin absoluutteja vastaan, ei ole se,

²⁸⁸ Pascalin Kirje M. Le Pailleur'ille, 1648; Koyré[1966], pp.386-7.

ettei niitä ole mahdollista perustaa ihmiseen, eikä myöskään niiden epistemologisesti kyseenalainen asema²⁸⁹, vaan se, että ne ovat pelkkiä tyhjiä kehyksiä, vailla suhdetta siihen mitä on niiden sisällä.²⁹⁰ (Koyré[1961], pp.263-4, 268-9).

Filosofisilla ideoilla voi siis Koyré'n mukaan olla tieteessä justifikatorinen ja heuristinen funktio samalla, kun ne voivat toimia 'konstitutiivisessa' roolissa tieteellisen ajattelun mahdollisuuden ehtona. Millaiseksi hän ajattelee filosofisten ideoiden ja tieteellisten käsitysten välisen suhteen? Onko kysymyksessä temaattinen, looginen vai kausaalinen yhteys? On tosin selviö että intellektuaalisessa vaikuttamisessa looginen ja kausaalinen tekijä ovat erottamattomat.

Motivatioaalinen yhteys edustaa yhtä syysuhteen tyyppiä. On ilmeistä, että Koyré'n mukaan metafysiikka tai teologia toimii usein tieteellisen ajattelun innoituksen lähteenä.

Temaattisesta yhteydestä on esimerkkinä valon metafysiikka ja Auringon keskeinen asema uusplatonilaisessa filosofiassa ja tähtitieteessä (Koyré[1966], p.95).

Teologisia ja metafysisiä oppeja voidaan usein käyttää retorisisina välineinä keskenään ristiriitaisten tieteellisten päämäärien välisessä kamppailussa. Tämä näkökohta tulee erinomaisesti esille Newton-Descartes ja Newton-Leibniz kiistoissa, esimerkiksi Newtonin karteesisen filosofiaan kohdistamassa ateismisyytöksessä (Koyré[1964], p.127). Sisäistetyn tai poliittisesti vaikutusvaltaisen ideologian tapauksessa teologis-metafysiset opit voivat johtaa todellisiin teorian sisältöä koskeviin rajoituksiin, niin kuin esimerkiksi kopernikanismin historia osoittaa (vrt. Wittenbergiläiset astronomit, Tycho Brahe, Clavius y.m.).

Eräänlaista loogista suhdetta merkitsee *analogia*, esim. Keplerillä Pyhä Kolminaisuus ja avaruuden lisääminen kolmanneksi elementiksi (s.132).

Joissakin tapauksissa yhteys näyttää olevan suoranaisesti deduktiivinen: Siten Koyré'n mukaan inertian laki implikoi avaruuden äärettömyyden; tämä on syynä m.m. siihen että Kepler, joka torjuu maailman äärettömyyden, ei kykene vapautumaan perinnäisestä dynamiikasta (Koyré[1966], p.58).²⁹¹

Kuten edellä olevastakin jollain tavoin käy ilmi, Koyré on eristänyt varhaisen modernin tieteen taustalta suuren joukon ontologisia ja epistemologisia oletuksia. Kaksi kysymystä nousee esiin: Millä loogisella tavalla nuo filosofiset oletukset toimivat tieteellisten käsitysten tukena tai perustana? Millä perusteella historioitsija omistaa filosofisia taustaoletuksia historiallisille toimijoille? Erästä mahdollista vastaustyyppiä näihin kysymyksiin edustaa R.G. Collingwoodin teoria 'absoluuttisista presuppositioista'. Collingwoodin mukaan historioitsijan tehtävä eritellä menneen ajan tieteen ja filosofian taustalla olevia, toimijoille itselleen ainakin osittain tiedostamattomiksi jääviä edellytyksiä. Sikäli kuin kysymys on nimenomaisista käsityksistä,

²⁸⁹ Tämä oli m.m. Mach'in niihin kohdistaman arvostelun kärki (ks. Mach[1893], p.271ff).

²⁹⁰ Koyré'n mukaan Kantin virhetulkinta Newtonin fysiikasta mahdollisti uuden epistemologian ja uuden metafysiikan, jotka muodostavat uuden fysikaalisen teorian mahdollisen perustan. Einsteinin teoria ei tällainen kuitenkaan ole, sen mukaan asioiden mitta ei ole enempää ihminen kuin Jumalakaan, vaan luonto itse; juuri tämän vuoksi suhteellisuusteoria vahvistaa luonnonlakien absoluuttisen arvon, luonnonlakien, jotka tulee formuloida niin, että ne ovat samat ja tiedettävät jokaiselle tietävälle subjektille. (ibid., pp.268-9).

²⁹¹ Tässä näyttäisi olevan merkittävä tapaus välttämättömyydestä tehdä ero 'objektiivisten' ja uskottujen loogisten relaatioiden välillä. Lienee myönnettävä, suljetun, äärellisen avaruuden mahdollisuus huomioonottaen, ettei liikkeen lokaali 'suoraviivaisuus' objektiivisesti sisällä avaruuden äärettömyyden vaatimusta. Galilein aikaan tunnettujen abstraktien mahdollisuuksien kannalta asia saattoi olla toisin; abstraktit mahdollisuudet voivat olla olennaisesti historiallisia.

jälkimmäinen kysymys palautuu ilmeisesti tavallisiin tulkinnan ongelmiin. Esimerkiksi äärettömyyden ongelma on aina ollut niin filosofien ja metafysiikkojen kuin loogikkojen ja matemaatikoidenkin kiinnostuksen kohteena. Tässä tapauksessa kyse oli siis eksplisiittisestä ajattelusta, ei tiedostamattomista oletuksista. Tiedostamattomien oletusten osalta mainittua kahta kysymystä tullaan käsittelemään seuraavassa kappaleessa.

5.3.3.Presuppositioanalyysi tieteenhistoriassa

Metafysiikka presuppositioina ja argumenttina

Useat kirjoittajat ovat esittäneet teesin, että Galilein, Descartesin, y.m. edustaman "uuden tieteen" olemus oli luonnon matematisointi ja että matematiikan käytön oikeuttaminen tapahtui uusplatonilaisen tai pythagoralaisen metafysiikan pohjalta - näin m.m. Cassirer, Whitehead, Burt ja Koyré; niin kuin ylempänä (s.120ff) todettiin, Husserlin käsitys asiasta oli samankaltainen. Gary Hatfieldin mukaan mainitun käsityksen taustalla on aivan tietty käsitys metafysiikasta, nimittäin, että metafysiikka ilmaisee henkilön tai aikakauden ajattelun perustana olevia presuppositioita. Tämä vastaa Whiteheadin määritelmää jonka mukaan ajankohdan filosofia muodostuu niistä "perustavanlaatuisista oletamuksista jotka eri järjestelmien kannattajat tiedostamattaan hyväksyvät".²⁹² Hatfield myöntää, että eri varhaiset modernit kirjoittajat kylläkin painottivat matematiikan tärkeyttä luonnon tutkimuksessa, mutta mitään yhtenäistä tapaa perustella matematiikan käyttöä ei ole heillä todettavissa. Kun oikeuttamisen käsite määritellään historiallisesti ja filosofisesti kestäväällä tavalla, uusplatonilaisten osuus modernin tieteen pioneerien joukossa pienenee suuresti. (Hatfield[1990], pp.93-4).

Vastakohtaksi metafysiikan samaistamiselle presuppositioihin voidaan asettaa metafysiikka eksplisiittisenä tapana argumentoida ja metafysiikka historiallisena tieteenalana.

Varhainen moderni yliopisto, keskiaikaisen edeltäjänsä tavoin, omisti suuren osan 'taiteiden' kursseista filosofialle, joka käsitti logiikan, etiikan, metafysiikan sekä luonnonfilosofian eli 'yleisen fysiikan' (Gascoigne[1990], p.212). Metafysiikkaa pidettiin tuohon aikaan legitimiin tieteenä, ellei perustavimpana tieteenä. Se oli todella presuppositioiden tutkimista, mutta ei tiedostamattomien presuppositioiden²⁹³. Sen päämääränä oli puolustaa, tai ainakin eksplisiittisesti esittää, perustavat käsitteet ja periaatteet. Määriteltiin se sitten kohteensa ('oleminen') tai, niin kuin tapahtui enenevässä määrin uudella ajalla, metodinsa (a priori, intellektio) avulla, metafysiikka muodosti oman erillisen tutkimusalan. Kun 'metafysiikka' ymmärretään tässä historiallisesti paikannetussa mielessä, ei ole lainkaan selvää että kaikilla varhaisen modernin tieteen edustajilla oli metafysiikka. (Hatfield[1990], p.94-5).

Koyré näyttää viittaavaan collingwoodilaisen tyyppisiin presuppositioihin (vrt. alempana) sanoessaan, että tieteellinen ajattelu tapahtuu "ideoiden, peruseriaatteiden ja aksiomaattisten itsestänselvyyksien kehityksessä", jotka lisäksi voivat joskus olla tiedostamattomia (vrt.

²⁹²Hatfield[1990] antaa viitteen Whiteheadin kirjaan *Science and the Modern World*, p.71. Sitaattia ei kuitenkaan näytä löytyvän a.o. kohdasta, jossa Whitehead puhuu 1700-luvun "intellektuaalisesta ilmastosta"; hänen mukaansa Keskiaika oli järkeen perustuvan uskon aikakausi, 1700-luku taas oli uskolle luonnon järjestykseen perustuvan järjen aikakausi. Muualla hän väittää m.m., että "...usko tieteen mahdollisuuteen, joka on syntynyt ennen modernin tieteellisen teorian kehitystä, on keskiaikaisen teologian tiedostamaton johdannainen." (ibid., p.16).

²⁹³Itse asiassa Aristoteleen *Fysiikan* ensimmäisen kirjan samoin kuin *Metafysiikan* dialektinen luonne paljastaa, että menetelmänä oli tietyn ajattelun alueen, joko 'ensimmäisen filosofian' tai jonkin erityistieteen, presuppositioiden tutkiminen. (Hatfield[1990], n.4 p.150).

ylempänä). Siten meillä ei olisi ainoastaan esim. Descartesin tai Newtonin fysikaalinen aksiomatiikka, vaan myös näiden taustalla olevat presuppositiot. Kyseisiä oletuksia pyrkivät niiden esittäjät itsekkin eksplikoimaan. Näitä selityksiä on ilmeisesti pidettävä tulkintoina toisten joukossa, ja historioitsijan pyrkimyksenä on aina jossain määrin ylittää asianosaisten itsensä saavuttama analyysin taso.

Hatfieldin mukaan Koyré ei, toisin kuin Burt tai Whitehead, nimenomaisesti samaistanut metafysiikkaa presuppositioihin, mutta hän käsitteli metafysiikkaa taustalla olevana presuppositiona omistaessaan metafyyysisiä positioita eri henkilöille, erityisesti Galileille (Hatfield[1990], p.149 n.4).

Hatfieldin analyysiin ja erään toisen äskettäisen kirjoittajan, Jan Golinskin, metafysiikka-attribuutiosta esittämään vastaavanlaiseen kritiikkiin palataan alempana (s.140). Seuraavassa tarkastellaan aluksi Husserlin ja Collingwoodin käsityksiä tieteellisten teorioiden taustalla toimivista ontologisista ja epistemologisista oletuksista, pitäen silmällä roolia, joka presuppositioiden analyysillä voi olla tieteen historiankirjoituksessa.

Husserl ja galileilaiset presuppositiot

Husserlin mielestä luonnon matemaattisuus on "hypoteesi". Gurwitsch tulkitsee sen regulatiivisena prinsiippinä, metodologisena normina, joka saa oikeutuksensa sille rakentuvan tieteen menestyksestä (Gurwitsch[1967], p.87). Mutta metodologinen normi tai strategia ei sellaisenaan ole metafyyysinen periaate (vrt. psykologinen status jonka Meyerson antaa kausaliteetille, jonka Koyré taas pyrkii metafysisoimaan). Metodologista linjaa voidaan tietysti puolustaa metafyyysisillä argumenteilla, tai historioitsija voi väittää, että tietyn metodin tai teorian omaksumisen syynä tai taustalla itse asiassa oli jokin metafyyysinen oletus, jolloin metafysiikka toimii (metodin tai teorian) presuppositiona. Mutta metodia voidaan myös puolustaa viitaten sen käytännöllisiin tuloksiin, kuten Gurwitsch esittää luonnon matemaattisuuden osalta olleen asianlaidan. Husserl olettaa, että galileilaisen fysiikan taustalla todella on tietty metafyyysinen presuppositio, nimittäin Parmenideen ja Platonin oletus olevan jakautumisesta kahteen ontologisesti eriarvoiseen osaan; tässä termillä 'metafysiikka' on siis tietty historiallisesti tosipohjainen merkitys. Kyseessä on tiedostamaton presuppositio Galilein puolelta, koska tämä (Husserlin mukaan) ei eksplisiittisesti lähde kahden maailman opista, vaan omaksuu sen perustelematta ja jopa huomaamatta, että kaipaisi perustelua (vrt. Gurwitsch[1967], p.84). Presuppositiot eivät välttämättä ole historiallisessa mielessä metafyyysisiä, s.o. kuuluu metafysiikkaan historiallisesti olemassa olleena/olevana tieteenalana. Parmenideen oppi on tietysti samalla sekä ontologinen että epistemologinen, ja samoin on Galilein väitetty tulkinta geometriasta.²⁹⁴ Husserl väittää myös (vrt. ylempänä s.120), että Galilei omaksui geometrian tiedon ihanteena, jolloin kysymyksessä olisi pikemminkin epistemologinen kuin metafyyysinen lähtökohta; tätä tosin voidaan perustella metafyyysisesti, mutta geometria voidaan luonnollisesti ottaa tiedon ihanteeksi myös antamatta sille mitään sellaista (tai muutakaan) metafyyysistä tulkintaa, jollaisen Husserl Galileihin attribuoi.

Collingwoodin teoria presuppositioista

Presuppositioteoriaa kehittänyt historiografisessa yhteydessä erityisesti R.G. Collingwood. Collingwoodin näkemys filosofian olemuksesta sekä eksplisiittisten filosofioiden suhteesta kulttuuriseen taustaansa liittyy hänellä yleisempään ongelmaan ihmistieteiden olemuksesta, missä suhteessa hän torjuu ajatuksen pysyvistä ihmisluonnosta selityspäristeenä ja korostaa

²⁹⁴Uuskantilainen Ernst Cassirer oli kiinnostunut nimenomaan epistemologisista presuppositioista (ks. *Erkenntnisproblem*, pp.v, 5-18).

ajattelun ja toiminnan perusteiden historiallisuutta (*The Idea of History*, pp.205-9, 223-4). Hänen mukaansa ihmistieteiden, kuten tietoteoria, moraalifilosofia, taloustiede tai valtio-oppi, positiivinen funktio on siinä, että ne voivat olla "hankittujen rikkauksien inventaareja". Niinpä *Valtio* ilmaisee kreikkalaisen poliittisen elämän ideaalin sellaisena, kuin Platon sen sai vastaanottaa ja tulkitsi, Aristoteleen *Etiikka* on kuvaus kreikkalaisen gentlemanin moraliteetista, Kantin *Puhtaan järjen kritiikki* analyysi newtonilaisen tieteen käsitteistä ja prinssiipeistä niiden suhteessa ajankohdan filosofisiin ongelmiin, ja niin edelleen. Ne ovat yrityksiä "selittää asemaa, jonka ihmishenki on saavuttanut historiallisessa kehityksessään kyseiseen ajankohtaan saakka". Jos filosofiat parhaimmillaan siis ovat kulttuuristen positioiden eksplikaatioita, se mitä ne voivat tehdä on "esittää ne loogisina, koherentteina ideoiden kokonaisuuksina". On väärinkäsitys luulla että filosofia voisi löytää oikeutuksen näille positiolle. Tieteeseen sovellettuna tämä merkitsee sitä, että filosofiat voivat tehdä eksplisiittisiksi teorioiden presuppositioita, mutta eivät kykene osoittamaan niitä oikeutetuiksi: se mitä esimerkiksi Kant onnistui todistamaan oli, että m.m. kausaaliteetin kategorialla voidaan käyttää ja sitä täytyy käyttää jos halutaan omistaa newtonilainen tiede. Tieteellisten käsitteiden kritiikki sen sijaan on työ, jonka tiede itse tekee edetessään; vaatia että tietoteoria voisi ennakoida tuota kritiikkiä merkitsisi, että sellainen teoria voisi ennakoida ajattelun historiaa. (*The Idea of History*, pp.229-30).

Mikä on presupposition looginen suhde siihen, minkä presuppositio se on? Collingwoodin mukaan suhde ei ole deduktiivinen: hän arvosteli ankarasti "propositionaalista" logiikkaa, joka pitää propositiota ajattelun yksikkönä sekä merkityksen ja totuuden subjektina, ja yritti kehittää sen sijalle "kysymysten ja vastausten" logiikkaa, jossa merkitys ja totuus kuuluvat kysymysten ja vastausten muodostamalle lajimmalle kompleksille. Hänellä oli mielessään se totuuden merkitys, jossa filosofinen teoria tai historiallinen kertomus voi olla tosi. Collingwood näyttää halunneen logiikkaa, joka vastaisi läheisesti tutkimuksen menetelmää sellaisena kuin se ilmenee historioitsijan "salapoliisityössä"; hänen logiikkansa esikuvina ovat Baconin ja Descartesin menetelmäsäännöstit. (*The Idea of History*, pp.273-4; *An Autobiography*, pp.30, 33, 37).

Collingwoodin teorian mukaan käsitteet muodostavat hierarkisia järjestelmiä, joissa eri tasoilla olevien propositioiden suhteet ovat merkityssuhteita eivätkä totuussuhteita. Siten jokin erityinen kysymys voi herätä (*arise*) tai ei riippuen siitä, mitä yleisempiä periaatteita oletetaan, ja laajemmat väitteet suhtautuvat kapea-alaisempiin niinkuin presuppositiot niistä seuraaviin kysymyksiin. Erityisempien käsitteiden looginen teho (*efficacy*) riippuu yleisempien ja laajempien käsitteiden loogisesta tehosta. Esimerkiksi optiikan käsite 'taitekerroin' edellyttää taittumislain, jonka mahdollisuus puolestaan riippuu käsitteestä 'valonsäde', joka tavallaan konstituoii geometrisen optiikan, sillä valon suoraviivaisen etenemisen periaate on alan yleisin periaate. Esimerkiksi mekaniikan historiasta voidaan löytää kolme vaihetta, jotka vastaavasti perustuivat newtonilaiselle (joillakin tapahtumilla on syy), kantilaiselle (kaikilla tapahtumilla on syy) ja einsteinilaiselle (millään tapahtumalla ei ole syytä) presuppositiolle.²⁹⁵ (Toulmin[1972], p.69, 70, 72; vrt. m. *An Autobiography*, pp.37-8 sekä Suppe[1977], pp.130-1).

Presuppositioteoria kuuluu siis menetelmäopin tai "logiikan" yhteyteen. Sen taustalla oleva ajatus näyttää olevan se, ettei voi olla edellytyksettömiä kysymyksiä, ja sen vuoksi kaikki tutkimus perustuu viime kädessä (synteettisille) oletuksille, jotka ovat ei-empiirisiä siinä mielessä, ettei niitä tosiasiaassa alisteta koetukselle (vrt. Hatfield[1990], p.149 n.4).

²⁹⁵Edellisten lisäksi Collingwood mainitsee esimerkkinä Newtonin mekaniikan presuppositioista oletuksen, että liikkeet ovat todella palautettavissa etäisyyksistä riippuviin voimiin: tässä tapauksessa presuppositio on siis oletus teorian sovellettavuudesta. Huomattakoon että hän ei ilmeisesti ollut syvällisemmin perehtynyt tieteen historiaan eikä hänen omaperäistä tulkintaansa siitä yleensä näytä pidettävän erityisen onnistuneena (Toulmin[1972], p.72).

Collingwoodin idiosynkraattisen määritelmän mukaan metafysiikka on historiallista tutkimusta. Se on yritys keksiä, mitä ihmiset tiettyinä ajankohtana ajattelevat maailman yleisestä luonteesta. Tällaiset uskomukset toimivat presuppositioina kaikelle 'fyysikalle', joka on tuon maailman yksityiskohtiin kohdistuvaa tutkimusta. Koska nämä uskomukset eivät ole kysymyksiä eivätkä vastauksia, vaan kysymysten presuppositioita, toden ja epätoden erottelu ei sovellu niihin. Yhden kysymyksen presuppositio voi tosin olla toisen vastaus. Uskomukset, joita metafysiikka käsittelee, ovat luonnontieteen kysymysten presuppositioita, mutta eivät vastauksia mihinkään kysymykseen; Collingwood nimittää niitä absoluuttisiksi presuppositioiksi. Kysymys absoluuttisten presuppositioiden totuudesta ei siten ole mielekäs; metafysiikka-historioitsijan tehtävänä on vain seurata prosessia jolla presuppositiot muuttuvat toisiksi. (*An Autobiography*, pp.66-7).

Annetun tutkimusalueen intellektuaalisen kehityksen historiallisen kuvaamisen probleema käsittää ensiksi tuolle alueelle ominaisen "absoluuttisten presuppositioiden konstellaation identifioimisen", toiseksi niiden "samankaltaisuuksien ja eroavaisuuksien tutkimisen", jotta nähtäisiin, mitkä piirteet muuttuvat ja mitkä eivät siirryttäessä epookista toiseen, ja lopuksi täytyy saada selville "missä tilanteissa ja minkä prosessien kautta yksi konstellaatio muuttuu toiseksi". (*Essay in Metaphysics*, lainaukset Toulmin[1972], p.73).

Missä tilanteissa ja minkä prosessien kautta absoluuttiset presuppositiot sitten muuttuvat toisikseen? Collingwoodin mukaan absoluuttisten presuppositioiden muutos merkitsee "ajattelun ja toiminnan lujasti vakiintuneiden standardien ja tapojen" vaihdosta. Ihmiset eivät tavallisesti ole tietoisia absoluuttisista presuppositioistaan, eivätkä sen vuoksi myöskään tietoisia niissä tapahtuvista muutoksista: muutos ei voi olla valinnan kysymys, vaan modifikaatio intellektuaalisessa rakenteessa on tiedostamattoman ajattelun luomus. Muutokseen johtavia syitä Collingwood rajoittuu kuvaamaan metaforisesti 'jännityksinä' (strains), joihin järjestelmä voi mukautua eri tavoin, mutta jotka eivät koskaan täysin poistu. "Jos jännitykset ovat liian suuria, rakenne romahtaa ja korvataan toisella, joka on vanhan muunnos ja josta tuhoisa jännitys on poissa". (*Essay in Metaphysics*, p.48n, lainattu Toulmin[1972], pp.75-6).

Collingwood ei kehitellyt pidemmälle ajatuksiaan absoluuttisten presuppositioiden muutoksen syistä ja tavoista. Toulmin katsoo, että hänen asenteensa jäi kaksiselitteiseksi siinä, tulisiko muutos selittää rationaalisten vai kausaalisten kategorioiden termeissä (Toulmin[1972], pp.76). Ilmaisu 'tiedostamaton ajattelu' kuvastaa mainittua kaksiselitteisyyttä - erityisesti ottaen huomioon sen, että Collingwoodin mukaan historia eikä psykologia on tiede ajattelusta²⁹⁶ (Toulmin[1972], p.78).

Toulmin väittää, että presuppositioteoria sulkee pois käsitteellisen muutoksen aikaansaamisen rationaalisen argumentin kautta. Kun tieteenalojen intellektuaalinen rakenne käsitetään hierarkisena loogisena järjestelmänä, muutoksen perustelu tai oikeuttaminen vaatisi vetoamista vielä yleisempiin periaatteisiin. Collingwood (Fregen tavoin) sortui "systemaattisuuden kulttiin", ja samaisti väärin 'rationaalisen' 'loogiseen'. Tämä johtaa relativismiin ja tekee käsitteellisen

²⁹⁶Collingwood itse asiassa samaistaa tietoisien ja tiedostamattoman ajattelun eron reflektiivisen ja ei-reflektiivisen ajattelun väliseen eroon. Vain edellinen voi olla historiallisen tiedon kohde. (*Idea of History*, pp.307-8). Näyttäisi siis todella siltä, että "tiedostamattomaan" ajatteluun perustuvat muutokset jäävät historiallisesti selittämättömiksi. Mutta kysymys on vain siitä, etteivät ne ole suunniteltuja tai tarkoitettuja (vrt. *ibidem*, pp.309-10). 'Tiedostamaton' ei missään tapauksessa tarkoita alitajuista; pikemminkin sen voisi tulkita viittaavan sinänsä tarkoituksellisen toiminnan tarkoittamattomiin tuloksiin. Presuppositioiden muutos voisi siten aivan hyvin olla 'rationaalisen' toiminnan tulosta, vaikkakin toiminnan, joka ei nimenomaan tähtää määrätynlaiseen presuppositioiden muuttamiseen. Näin tulkittuna Collingwoodin teoria poikkeaisi hyvin vähän tai ei lainkaan Toulminin omasta käsityksestä (vrt. *alempana*).

muutoksen ongelman ratkeamattomaksi.²⁹⁷ (Toulmin[1972), pp.77, 83). Ero relatiivisuuden ja relativismin kesken häviää:

se epäilemätön tosiseikka, että rationaaliset standardimme ovat osaksi riippuvaisia historiallisesta yhteydestä [...] nähdään perusteena rajoittaa rationaalisen vertailun mahdollisuus yhden kontekstin puitteisiin. Historiallisesta relatiivisuudesta katsotaan seuraavan historiallinen relativismi; tarpeesta pitää mielessä eri intellektuaalisten kontekstien erot niitä vertailtaessa tehdään peruste rajoittaa rationaalinen arvostelu yhden kontekstin sisäisiin suhteisiin. (ibidem, p.74).

Collingwood rajoitti loogiset tarkastelut käsitteellisten järjestelmien sisäisiin suhteisiin: loogiset suhteet pätevät synkronisesti, samaan epookkiin kuuluvien teorioiden kesken, ja suhteessa samoihin absoluuttisiin presuppositioihin. Diakronista dimensiota, kokonaisten käsitteellisten järjestelmien ja epookkien seuraantoa hän kieltäytyi tarkastelemasta dialektisin tai kvasiloogisin termein. Tämä valitettavasti myös sulki pois absoluuttisten presuppositioiden tasolla tapahtuvan käsitteellisen muutoksen tarkastelun perusteiden, harkinnan ja argumenttien termeissä, väittää Toulmin. (ibidem, pp.82).

Absoluuttiset presuppositiot palvelivat intellektuaalisen historian jakamista toisiaan seuraaviin vaiheisiin. Koska ne, historioitsijan periodisaation teoriassa, määrittelevät kullekin epookille ominaiset rationaalisen keskustelun rajat, oletus presuppositioista on välttämätön relativistiselle johtopäätökselle: ilman tällaista oletusta relativistinen positio tulee mahdottomaksi ilmaista. (ibidem, pp.82-3).

On selvää, että historiallinen relativismi on eräässä mielessä mahdollisimman etäällä Collingwoodin tarkoituksista. Hän näet korostaa voimakkaasti historiallisen tiedon *kriittistä luonnetta*. Kritiikki on immanenttia itse tutkimukselle: se sisältyy ajatuksen - toiminnan selittäminen on Collingwoodin mukaan olennaisesti siihen sisältyneen ajatuksen selvittämistä - historian jäljittämiseen, eikä tule vasta sen jälkeen kun tämä historia on selvitetty (*Idea of History*, pp.214-5). 'Filologinen' konseptio, jossa tehtäväksi asetetaan ajatuksen historian selvittäminen erillään sen totuutta koskevasta kysymyksestä on itsessään ristiriitainen (ibidem, p.300). Tieteellä tai filosofialla voi olla historia täsmälleen siitä syystä, että ajattelija toimii suunnitelman mukaan, tavoittelee tiettyä tarkoituspäätä, ja päätyy tuloksiin joita voidaan arvostella kriteereillä, jotka on johdettu noista suunnitelmista itsestään (ibidem, p.312). Historioitsijan ongelmana on useimmiten toimijaa askarruttaneen ongelman tunnistaminen. Probleeman identifioiminen on välttämätöntä, koska se tarjoaa ainoan kriteerin jolla arvostella agentin työtä. Jotta historioitsija voisi tunnistaa toimijaa vaivanneen ongelman, tämän on täytynyt se ratkaista, sillä voimme tietää, mikä tuo ongelma oli, vain päättelemällä takaisinpäin ratkaisusta.²⁹⁸

²⁹⁷ Presuppositioilla ja aksiomilla on se olennainen ero, että siinä missä deduktiivisen järjestelmän aksiomat sisältävät jo koko järjestelmän, presuppositiot eivät sisällä vastauksia niistä seuraaviin kysymyksiin. Presuppositiot, samalla kun yleisempiä, ovat ilmeisesti sisällöltään köyhempiä kuin niille perustuvat kysymykset ja alemman tason presuppositiot (Toulminin esimerkkiin viitaten, 'valonsäde' tai valon suoraviivaisen etenemisen periaate ei sisällä mitään tietoa mahdollisesta taittumislaista ja vielä vähemmän taitekertoimesta). Tähän nojaten voisi väittää, että absoluuttisten presuppositioiden muutos on sinänsä sangen yksinkertainen operatio, vaikkakin tarvitaan pakottavia syitä, jotta otettaisiin tehtäväksi vaihtoehtoisten presuppositioiden seurausten kehittäminen.

²⁹⁸ *Idea of History*, p.313; vrt. m. *Autobiography*, pp.69-72; arvostelevan asenteen välttämättömyydestä historiantutkimuksessa vrt. m. *Idea of History*, p.132.

Totuus ja suhteellisuus kontekstiin ovat molemmat siis operatiivisia historiantutkimuksessa. Collingwood näyttää tarkoittavan, että logiikka ja totuuskäsite ovat historioitsijan oman metodologian määrittelemiä eivätkä tule tutkitusta kontekstista; sellaisina ne ovat tai niiden tulisi olla universaalisti sovellettavia. 'Logiikan' tai metodologian arvo punnitaan sen kyvyllä tuoda selkoa historialliseen aineistoon (mitä esimerkiksi 'realistien' metodit ja logiikka eivät Collingwoodin havainnon mukaan pystyneet tekemään; vrt. *Autobiography*, p.42).

Collingwoodin esittämästä historiallisen tiedon määrittelystä seuraa, että vain sellaisten ajatusmuotojen historiallinen tunteminen on mahdollinen, jotka ovat 'yhteismitallisia' omiemme kanssa niin, että pystymme niitä arvostelemaan ja yhdentämään ne omaan ajatteluamme. Historiallista prosessia luonnehtii kriittisen omaksumisen synnyttämä jatkuvuus: historiallinen muutos ei merkitse entisen ajattelutavan kuolemaa, vaan sen säilymistä integroituna kontekstiin joka kritisoi ja kehittää edelleen siihen kuuluneita ideoita. Historian jatkuvuus on siis luonteeltaan rationaalinen; esimerkiksi naturalistinen tai esteettinen asenne menneisyyteen ei kykene tällaista jatkuvuutta perustamaan. Naturalistisiin ja esteettisiin historiankäsityksiin liittyvän relativismin syynä on se, että nämä samaistavat historiallisen muutoksen luonnon evoluutioprosessiin, jossa entiset muodot tyystin häviävät ja korvautuvat uusilla. (*Idea of History*, pp.225-6).

Paljon Collingwoodin ajatuksesta voi käsittääkseni tiivistää toteamukseen, että historia tapahtumakulkuna on perinteen kriittisen omaksumisen prosessi, ja että historia tieteenä on osa tätä prosessia (pragmaattinen näkökohta tulee ilmeisesti Crocelta). Jos tapahtuma on siis lainkaan ymmärrettävissä historiallisesti, se on siis ymmärrettävissä rationaalisiin kategorioihin. Historiallisuus on tosin astekysymys (vrt. *ibidem*, p.227). Mutta tällöin historiallinen on ymmärrettävä animaalisen luonnon tai vaisto- ja viettielämän vastakohtana; yhteiskuntaelämä, jota säännöstelevät tavat, konventiot ja moraali, on inherentisti historiallista (*ibidem*, p.216).

Toulmin näyttää ajattelevan, että Collingwoodin malli jotenkin soveltuu teorioihin; metodologinen ajattelu, 'disiplinaariset prinssiipit', jotka konstituioivat annetun tieteenalan, on sisällöllisesti jatkuvampaa. Hän uskoo, että erottelu teoreettisten ja disiplinaaristen tarkastelujen kesken tekee mahdolliseksi välttää klassisen revolutionaarisen näkemyksen paradoksit. Yhteisten disiplinaaristen tavoitteiden nojalla on mahdollista verrata sellaistenkin selitysten ansioita jotka 'teoreettisella' tasolla ovat yhteismitattomia. Toinen distinktio on 'propositionaalisten järjestelmien' ja 'konseptuaalisten populaatioiden' välillä. Tämä auttaa osaltaan pääsemään irti kehästä, jonka muodostavat ylijärjestelmällinen näkemys teorioista ja revolutionaarinen näkemys käsitteellisestä muutoksesta. Kun tieteellistä teoriaa, kuten newtonilainen fysiikka, ei enää pidetä yhtenä koherenttina loogisena järjestelmänä vaan jonakin, mihin voidaan tehdä osittaisia muutoksia, vastakohtaisuus revolutionaaristen ja normaaliin vaiheiden välillä katoaa. (Toulmin[1972], pp.123-6). Viimemainittu oli myös myöhempi käsitys Kuhnilla, joka samaten piti tieteenalarakenteen muutoksena ja uuden spesialiteetin syntymisenä sitä mihin hän aikaisemmin viittasi 'vallankumouksella' (Kuhn[1991], p.19).

Collingwoodin teoriaan liittyvät vaikeudet muistuttavat siitä tosiasiaista, että tapahtuman selitettävyyden voi olla riippuvainen tavasta, jolla tapahtumaa kuvataan (vrt. Danto[1965], pp.218ff, 184-6). Erityisesti se, onko käsitteellinen muutos selitettävissä, ja miten, riippuu siitä, miten tuo muutos määritellään. Toulminin väitteen mukaan ylisystemaattinen käsitys tieteen käsitteellisestä rakenteesta sulkee pois teoreettisen muutoksen selittämisen rationaalisiin kategorioihin, ja johtaa 'revolutionaariseen' teoriaan käsitteellisen muutoksen luonteesta.

Kuvaamista voidaan pitää ensisijaisena selittämisen nähdessä. Miten tapahtuma voidaan selittää tai voidaanko sitä lainkaan selittää riippuu siitä, miten se kuvataan: tapahtuma, joka ei ole määrättyllä tavalla selitettävissä voi tulla mahdolliseksi niin selittää, jos se alistetaan sopivalle uudelleenkuvaukselle (Danto[1965], p.220). Koyrén huomio Tieteellisen Vallankumouksen

historiografiasta oli se, että tapahtumaa enemmän selitetty kuin kuvattu. Hän näyttää pitäneen tapahtuman olemuksen määrittelyä ensisijaisena: tulee ensin löytää vastaus kysymykseen "Mitä?" ja vasta sitten lähestyä kysymystä "Miksi?" (Koyré[1964], p.28; vrt. m. H.F.Cohen[1994], p.84).

Metafysiikka-attribuution historiografinen status

Mikä on presuppositiokäsitteen metodologinen asema historiografiassa? Niin kuin ylempänä mainittiin, Gary Hatfield näkee että metafysiikan ja Uuden tieteen suhdetta koskeva vakiintunut historiografinen käsitys on epäadekvaatti, ja että tämä johtuu tavasta käsitellä metafysiikkaa collingwoodilaisina presuppositioina. Tämän käsityksen mukaan jokaisella ajattelijalla on metafysiikka sikäli, kuin hänellä on presuppositioita, ja historioitsijan tehtävä on yrittää identifioida nämä olettamukset. Käytännössä tästä saattaa tulla, kuten esimerkiksi E.A. Burtilla tulikin, yritys löytää henkilön biografiasta tai hänen intellektuaalisesta ympäristöstään vaikutteita, jotka selittävät tietyn presupposition tai oletuksen hyväksymisen. (Hatfield[1990], p.94).

Metafysiikka-attribuutio on siis hypoteesin luonteinen, sillä on teoreettinen status historiografiassa. Edellä jo viitattiin (vrt. s.138) siihen, että oletus absoluuttisista presuppositiosta muodosti Collingwoodilla intellektuaalisen historian periodisaation teoreettisen perustan. Henkilön 'metafysiikkaa' voidaan taas käyttää esimerkiksi selittämään hänen teoreettisia mieltymyksiään. Korrelatiivisesti tälle tekstejä luetaan *etsien evidenssiä* taustalla olevasta käsitteellisestä rakenteesta. Presuppositioattribuutio voi saada evidenssiä esim. biografiasta, siitä mille vaikutteille a.o. henkilö tai ryhmä on ollut alttiina. Huomattakoon kuitenkin, että vaikutteiden etsimisellä voi sinänsä olla erilainen merkitys riippuen historioitsijan menetelmällisestä pätevydestä.²⁹⁹

Metafysiikan tai absoluuttisten presuppositioiden ongelma tietenhistoriassa voi liittyä määrätynlaiseen kokonaisluonteiseen teoriaan tieteen käsitteellisestä rakenteesta, 'systemin ideaan', niin kuin m.m. Toulmin asian näkee (vrt. ylempänä). Ongelmalla on kuitenkin myös laajempaa kantavuutta sikäli, kuin vastaava analyysi voidaan ulottaa koskemaan varsinaisia teoreettisia käsityksiä. Tuleeko ja missä määrin historioitsijan kuvaamien teoriarakenteiden olla eksplisiittisiä lähdeteksteissä? Voiko historioitsija attribuoida toimijoihin käsitteitä joiden ilmaisemiseen näiltä puuttuivat kielelliset välineet?³⁰⁰

²⁹⁹Vrt. kritiikki duhemilaisesta metodista Westman[1990b], pp.269-70. Collingwoodin mukaan vaikutteiden etsiminen, joka on tyhjänpäiväistä mikäli vaikutteissa nähdään vain toisten ihmisten ajatusten toistamista, saa merkityksensä yrityksestä identifioida toimijaa askaruttanut ongelma; tutkimuksen ei tule etsiä kohtia, jotka olivat ajattelijoille yhteisiä, vaan sitä tapaa, jolla aikaisemman ajattelijan saavuttamat johtopäätökset toimivat myöhemmän ajattelijan ongelmatilanteen määrääjinä (*Idea of History*, p.313).

³⁰⁰Vrt. Gad Prudovsky, "Can We Ascribe Past Thinkers Concepts they had No Linguistic Means to Express", *Hist Theor*, 36(1), pp.15-31, 1997. Ottaen esimerkiksi selvän tapauksen jossa historioitsija (Koyré) omistaa kirjoittajalle (Galileo) käsitteen ('inertiaalinen massa') jonka ilmaisemiseen tältä ja hänen aikalaisiltaan puuttuivat kielelliset keinot, Prudovsky argumentoi, että menettely on oikeutettu. Historiallisten hahmojen ja heidän aikaistensa käsitevarastoa ei tarvitse rekonstruoida yksinomaan tuolloisten sosiaalisten ja kielellisten ja konventioiden termeissä.

'Mekaanisen filosofian' merkitystä 1600-luvun kemialle käsittelevä kirjallisuus tarjoaa tässä suhteessa kiinnostavia esimerkkejä, jotka näyttäisivät edustavan (loogisessa mielessä) eräänlaista siirtymämuotoa metafyyssisten ideoiden käsittelystä teoreettisten käsitteiden analyysiin:

Herbert Butterfieldin arvostettu yleisesitys *The Origins of Modern Science*³⁰¹ sisältää luvun, joka on otsikoitu "Lykkääntynyt tieteellinen vallankumous kemiassa". Lykkääntynyt kumous viittaa Lavoisier'n saavutuksiin, ja ongelmana on se, miksi kemian kehitys moderniksi tieteeksi tapahtui niin myöhään. Butterfield toteaa että 1600-luvulle tultaessa kemiallinen kokeilu oli ollut tuttua jo pitkään, ja kemiallinen teknologia oli edistynyt suuresti sitten antiikin aikojen. 1600-luvun vallankumous ei kuitenkaan ulottunut kemiaan. Tästä voidaan vetää se johtopäätös, että teknologia ja kokeilu sinällään ovat riittämättömiä synnyttämään sen mitä kutsumme "moderniksi tieteeksi". Syy miksi moderni kemia syntyi niin myöhään oli sopivan "intellektuaalisen kehyksen" puuttuminen. (ibidem, p.191). Butterfield toteaa, että Boyle oli alkanut aikaansaada liittoa kemistin ja luonnonfilosofin kesken, ja että tästä alkaen kemian kehityksen tarina tulee ymmärrettävämmäksi meille - havaitaan tunnistettavia pyrkimyksiä tieteen suuntaan ja vähemmän sitä, mikä näyttää pelkiltä oikuilta ja mystifioinnilta. Boylen innostus "mekaaniseen filosofiaan" aiheuttaa kuitenkin onnettomia vaikutuksia eräässä ratkaisevassa kohdassa, nimittäin siinä, että hän pyrki sivuuttamaan kemiallisen alkuaineen käsitteen ja selittämään kaikki yhdisteet primaarisen aineen termeissä. Samanaikaisesti Boylen baconilainen menetelmä - kokeilu ilman selityksen ja synteysin yritystä - on myös saattanut rajoittaa hänen vaikutustaan. (ibidem, pp.192, 136-7).

Jos siis Butterfieldin mukaan kemian kehitys tieteeksi tapahtui vasta 1700-luvun lopulla, ja näin sopivan "intellektuaalisen kehyksen" puuttumisen johdosta, myöhemmät historioitsijat ovat olleet taipuvaisia siirtämään prosessin 1600-luvulle väittäen, että mekanistinen filosofia vastoin Butterfieldin tulkintaa tarjosi jo tuolloin tarpeellisen teoreettisen perustan tieteelliselle kemialle Boylen ja Nicholas Lemeryn töissä, syrjäyttäen alkemialliset ja iatrokemialliset opit, toteaa Jan Golinski. Hän argumentoi, että tällainen historiankirjoitus yksinkertaistaa kemian ja luonnonfilosofian välistä suhdetta osoittamalla kemialle passiivisen ja alisteisen roolin suhteessa teoreettiseen kehitykseen samanaikaisessa metafysiikassa.³⁰² Golinski pyrkii problematisoimaan luonnonfilosofian vaikutuksen kemiaan ja näkee, että on olemassa tarve määritellä molemmat alueet uudelleen selvemmin historiallisina käytäntöinä. (Golinski[1990], p.367-8).

Golinskin mukaan Butterfieldin näkemys kemian kypsymättömyydestä tieteenä 1600-luvulla johtuu hänen tavastaan samaistaa kypsä tiede "intellektuaaliseen kehykseen", mikä puolestaan on yritys kääntää englanninkieliseen puheenparteen eräiden mannermaisten tiedemiesten ja filosofien idealistinen ja uuskantilainen historiankirjoitus. Tätä tulkintalinjaa, johon Koyrékin kuului, edusti kemian historiassa erityisesti Hélène Metzger, joka sai vaikutteita Meyersonilta, Brunschvicg'ilta sekä Lucien Lévy-Bruhl'ilta (vrt. s.144). Klassikossaan *Les doctrines chimiques en France du début du XVII^e siècle à la fin du XVIII^e siècle* (1923), Metzger omaksui historiografian jota hän nimitti "teoreettiseksi systematisaatioksi". Hänen pyrkimyksensä oli selittää kunkin huomattavan kemistin ajattelua sen omin termien, etsien heidän oppiensa metafyyssistä perustaa ja suhteuttaen sen muihin filosofisiin käsitteisiin "rakenteeksi", jota piti koossa tietty "sisäinen logiikka". Tämä käsitteellinen rakenne ei esiintynyt täysin eristyksissä niistä historiallisista olosuhteista, joissa se oli tuotettu, mutta sen perusmuoto johtui aineen teorian metafyyssistä perusteista, joiden oletettiin olevan sen taustalla. Metzgerin näkemyksessä kemian perusopit koskivat uskoa aineen ykseyteen ja säilymiseen, jota uskoa ilmensivät niin

³⁰¹Joseph Agassin nimitys Butterfieldin kirjalle oli "köyhän miehen Burt" (H.F. Cohen[1994], p.112).

³⁰²Golinski näyttää tässä käyttävän termejä 'luonnonfilosofia' ja 'metafysiikka' enemmän tai vähemmän samaa merkityksinä.

teoriat alkuaineista kuin transmutaation idea ja mekaanisen filosofian korpuskularismikin. Meyersonin tavoin hän kuvailee uskoa aineen ykseyteen seurauksena "ihmismielen alkuperäisestä pyrkimyksestä". Mekaanisen filosofian hän katsoo antavan epistemologisesti etuoikeutetun pääsyn todellisuuteen: "Tämä filosofia ehdottomasti saavuttaa asioiden todellisuuden niiden erilaisten asujen alta, jotka sen peittävät, kun se vaikuttaa aistimiimme."³⁰³ Lisäksi mekanismi tarjoaa ihanteellisen puhtaan representaation kielen: "Mekanismin määräämä kieli soveltuu niin hyvin kokemuksen kuvailuun, että se muodostaa ikäänkuin kiinteän osan sitä."³⁰⁴ (Golinski[1990], pp.369-70).

Golinski katsoo, että historioitsijat yleisesti ovat liian usein ottaneet kannan, joka näkee kielen yksinomaan representaation välineenä ja määrää historiallisen hermeneutiikan, joka yrittää tunkeutua kielen läpi ja taakse. He ovat pyrkineet katsomaan kemistien kielellisten ja tekstuaalisten käytäntöjen taakse ja eristämään ideat ja teoreettiset käsitteet, jotka on nähty historiallisen tutkimuksen varsinaisiksi kohteiksi. Butterfield ja Metzger olivat yhtä mieltä siitä, että kypsä kemian tiede sisältäisi yhtenäisen käsitteellisen rakenteen, joka perustuisi metafyyksiselle aineen teorialle. Tällainen rakenne olisi mentaalinen entiteetti, psykologisten ehtojen alainen, tai välittömän kokemuksen vaatima; se olisi erotettavissa yksittäisistä historiallisista ilmaisuistaan teksteissä ja käytännöissä. Kemian kieltä pidettiin tämän metafyyksisen rakenteen representaation välineenä, vaatimus, jota mekaanisen filosofian termien katsottiin palvelevan erityisen hyvin. Kemiallisia tekstejä tuli vastaavasti lukea *evidenssinä* taustalla olevasta teoreettisesta rakenteesta, jonka avaimena oli metafyyksinen aineen teoria.³⁰⁵ (Golinski[1990], pp.370-1).

Mitä tulee tapaan selittää Metzgerin tavoin mekaanisen filosofian hyväksyminen epistemologisiin ja psykologisiin tekijöihin viittaamalla, Golinski huomauttaa, ettei tällainen selitystapa onnistu sijoittamaan kohdettaan historialliseen kontekstiinsa. Selitykseltä puuttuu historiallinen spesifisyys, sen puolesta selitettävä tapahtuma olisi voinut sattua minä ajankohtana tahansa. Seurauksena on, ettei tapahtumaa todella selitetä historiallisesti. (ibid., pp.368, 370, 371).

Huomattakoon että Golinskin näkökulmana ovat kemiaan liittyvät lingvistiset ja kommunikatiiviset käytännöt; kemian käytäntö kokonaisuudessaan on tietysti laajempi käsittäen esimerkiksi kokeellisen ympäristön. Lisäksi hän rajoittuu kemian käsittelyyn didaktisissa yhteyksissä sekä lääkäreiden ja apteekkarien välisessä suhteessa; ligvistis-kommunikatiivisen lähestymistavan sinänsä voisi ilmeisesti laajentaa myös teoriointiin liittyvään kieleen ja viestintään, joka vastaisi paremmin aikaisempien historioitsijoiden keskittymistä representaation kieleen. Edelleen 'teorian' merkitys didaktisissa ja soveltavissa yhteyksissä voi luonnollisesti olla hyvin erilainen kuin tutkimuksen kontekstissa. (vrt. Golinski[1990], pp.368, 388-90). Golinskin käyttämästä yksipuolisesta näkökulmasta seuraa tiettyjä rajoituksia hänen esittämänsä kritiikin sovellettavuudelle; nähdäkseni osa hänen kritiikistään, nimittäin koskien tekstien lukemista tarkoituksena eristää taustalla oleva teoreettinen rakenne, on ongelmallista. Vaikka emme

³⁰³ *Doctrines chimiques*, p.251.

³⁰⁴ *Doctrines chimiques*, p.426.

³⁰⁵ Vastaavanlaista kritiikkiä Metzgerin historiankirjoituksesta esittää John Christie (ks. "Hélène Metzger et l'histoire de la chimie du XVIIIe siècle", *Études sur/Studies on Hélène Metzger*, Netherlands Brill, 1990). Christie tarjoaa Metzgerin historiografiasta "narratologisen" analyysin, joka pyrkii paljastamaan siinä tiettyjä perustavia ristiriitoja. Nämä johtuvat Metzgerin filosofisesta, käsitteellisestä lähestymistavasta alueella - historiassa - joka asettaa myös perustavia kertomuksellisia vaatimuksia. Ristiriita syntyy käsitteellisen muutoksen hienojakoisen erittelyn ja muuttumattomien käsitteellisten perustusten vastakkaisuudesta.

hyväksyisikään oletusta 'objektiivisesta hengestä', eikö ole ajateltavissa, että teorioiden voidaan aina paljastaa sille ominaisia käsitteellisiä rajoitteita? Toinen näkökohta liittyy historiallisista dokumenteista löydettävien käsitteiden tai teorioiden eksplisiittisyyden asteeseen.³⁰⁶ Varmastikin Collingwoodin näkemys historioitsijasta metafysiikkona (s.137) on jossain määrin oikea.

Kuten ylempänä (s.141) kävi ilmi, Butterfield katsoi, että kemian kehittymättömyys johtui "intellektuaalisen kehityksen" puuttumisesta. Se, että asia ilmaistaan näin eikä sopivan teorian tai hypoteesien puuttumisena, on omiaan aiheuttamaan tiettyä sekaannusta. Kysymys näyttää olevan teorian ja sen mahdollisten presuppositioiden liian läheisestä samaistamisesta. Ilmeisesti teoria tai metodi voidaan ottaa käyttöön ja sen käyttö perustella käytännön tasolla metafysisistä oletuksista riippumatta (vrt. Hatfield Kopernikuksesta ylempänä). Niin kuin ylempänä huomautettiin, Golinski ei näyttänyt tekevän eroa metafysiikan ja luonnonfilosofian kesken. Eri kirjoittajilla on ollut erilaisia mielipiteitä esimodernin fysiikan statuksesta. Duhem, esimerkiksi, osittain samaisti 'fysiikan' tuolloisen merkityksen 'metafysiikan' moderniin merkitykseen (vrt. Duhem[1969], p.4). Koyré puolestaan ei tee eroa aristotelisen ja galileilaisen fysiikan kesken mitä tulee niiden 'tieteelliseen' statukseen sinänsä, vaikka ne epistemologisesti tietysti poikkeavat toisistaan oleellisesti. Tämän voinee nähdä viittaavan siihen mahdollisuuteen, että kielellis-kommunikatiivisten käytäntöjen ja tiedostamattoman metafysisen alarakenteen ohella saattaa esiintyä teoreettinen taso, josta tekstit toimivat evidenssinä, ja jonka rakennetta historioitsijan tehtävä on valaista. Voidaan sitä paitsi viitata m.m. sellaisiin analyttisiin käsitteisiin kuin A. Lovejoyn 'yksikköideat', esimerkiksi Aristoteleen tyylinen dialektiikka (*The Great Chain of Being*, p.5). Vastaavanlainen esimerkki tietehistoriassa olisi ehkä A.C. Crombien 'tieteellisen ajattelun tyylit' (vrt. historian käsitteenmuodostusta käsittelevä kappale ylempänä). Miksi teoreettisten rakenteiden analyysin välineet eivät periaatteessa olisi yhtä luvallisia kuin tällaiset menetelmien analysointiin tarkoitetut käsitteet? Toinen asia on sitten tämän tuon teoreettisen rakenteen todellisuus kussakin yksityistapauksessa, puhumattakaan universaalien teoreettisten tendenssien olemassaolosta, mihin Meyerson ja myös Metzger näyttävät uskoneen.

Historiallinen kuvaus annetusta teoriasta tai jonkin tutkimussuunnan - esimerkiksi kartesiolaisen fysiikan - käsitteellisestä sisällöstä, voi luonnollisesti rajoittua tuottamaan tiivistelmän käyttämistään lähteistä. Mutta jos tätä ei pidetä riittävänä, joudutaan ilmeisesti kuvaamaan kohteena olevia teorioita ja käsitteitä termeissä, joita noissa lähteissä ei esiinny. Menettely ei historiankirjoituksen metodologian kannalta periaatteellisesti eronne yrityksestä löytää menneiden teorioiden ja probleemien epistemologiset tai ontologiset presuppositiot. Analyysin välineet itsessään voivat olla enemmän tai vähemmän adekvaatteja. Ne voivat olla peräisin tarkastellun epookin ajattelusta, kuten on asianlaita esim. sellaisilla historioitsijoilla kuin William Wallace ja A.C. Crombie, jotka pyrkivät selittämään Galileihin menettelyjä aristotelisen metodologian puitteissa (vrt. Wallace[1990], p.241; Hatfield[1990], p.147), tai ne voivat soveltaa nykyaikaisia ideoita. Kummassakin tapauksessa niiden status on sama: ne edustavat tieteellisestä käytännöstä annettua tulkintaa, selitystä, rekonstruktiota, eksplikaatiota.

³⁰⁶ Kuhnin teesi 'paradigmojen' primaarisuudesta suhteessa lakeihin ja sääntöihin osittain sisältää tällaisen ajatuksen, t.s. että teorian rekonstruktio kuuluu yksinomaan filosofiseen yhteyteen eikä vastaa sitä muotoa jossa tieteellinen tieto tutkimuksen kontekstissa esiintyy. (vrt. Kuhn[1962], pp.43-6; "Second Thoughts on Paradigms", Suppe[1977], p.468). Mutta toisaalta se oivallus, että tieteen kognitiivinen sisältö on osittain implisiittisenä konkreettisissa ongelmanratkaisuisissa, päin vastoin lisää eksplikaation ja rekonstruktion tarvetta historiankirjoituksen yhteydessä, sillä historioitsijan on ilmeisesti tehtävä eksplisiittiseksi myös se osuus, jonka tiedemiehet oppivat tekemällä. Tästäkin johtuen jo näyttäisi siltä, että keskittyminen kieleen ja kommunikaatioon on olennaisesti rajoittunut näkökulma.

Arvostelu joka voidaan esittää joidenkin historiallisten epistemologioiden menetelmästä on, että se olettaa ajattelun toimivan liian yhdenmukaiselta pohjalta eikä ota riittävästi huomioon kullekin aikakaudelle tai ympäristölle ominaisia erityispiirteitä eikä 'filosofisella' tasolla - tietoa ja todellisuutta koskevissa perusoletuksissa - tapahtuvaa historiallista kehitystä. Historiallinen epistemologia voi, mutta sen ei tarvitse, nojautua ahistoriallisten periaatteiden etsimiseen historiallisesta tieteestä (edellisestä vrt. Piaget & Garcia, p.129). Se voi päinvastoin keskittyä etsimään niitä piirteitä, jotka erottavat tieteen historian aikakausia toisistaan. Tämä oli nimenomaisesti Koyrén tapa tarkastella tiedettä tietona ja ajatteluna.³⁰⁷

...olin paljon velkaa Meyersonille, hänen opetukselleen, hänen menetelmälleen. Olenko pysynyt hänelle uskollisena? En täysin, epäilemättä, sillä töissäni olen ennen muuta pitänyt tärkeänä näyttää, ei inhimillisen ajattelun identtistä pohjaa, vaan sen rakenteen erot historian eri epookkeina.³⁰⁸

Erehdyksille annettu paino (vrt. alempana) nostaa esiin kysymyksen siitä, missä määrin 'ontologian' tai 'intellektuaalisen asenteen'³⁰⁹ on ajateltu olevan tiedostamattomia rakenteita. 'Erehdys' tuo mieleen psykoanalyttikkojen huomaamat virhetoiminnot, jotka paljastavat tiedostamattoman motiivin olemassaolon.

Voidaan viitata Durkheimin sosiologiaan sekä Lucien Lévy-Bruhlin antropologiaan yhtenä ranskalaisen tieteenhistorian vaikutteena. Niinpä Héléne Metzger uskoi, että

spontaanin ajattelun teoria sellaisena kuin M. Lévy-Bruhl sen on formuloinut, tukeutumalla meidän mentaliteettillemme vieraisiin tosiseikkoihin, voi, sopivasti tulkittuna, auttaa tieteiden historioitsijaa tunkeutumaan niiden tiedemiesten ajatuksiin, joiden töitä hänen täytyy analysoida. Etnologia ja tieteiden historia tulevaisuudessa todennäköisesti työskentelevät yhdessä antaakseen meille täsmällisemmän näkemyksen ihmishengen rakenteesta.³¹⁰

(Redondi[1986], pp.xvi-xvii).

Mahdollinen analogia intellektuaaliselle asenteelle olisivat myös funktionalistisen sosiologian analysoimat sosiaalisen toiminnan järjestelmien 'latentit' funktiot, joiden olemassaolo jää toimijoille tiedostamattomiksi. Kyseisen erottelun tekee m.m. tieteensosiologiassa funktionalismia edustanut Robert Merton, jonka tunnettu työ *Science, Technology, and Society in the Seventeenth-Century England* (1938) on peräisin *Galileilaisten tutkimusten* ajoilta (Hempel[1965], p.307; Giere[1988], p.29). Toinen relevantti erottelu on motivationaalisen ja institutionaalisen analyysitason välillä, jota erottelua Merton pitää tärkeänä esimerkiksi tieteen ja teknologian suhteen oikean ymmärtämisen kannalta sikäli, että on välttämätöntä erottaa 'yksittäisen tutkijan motiivit siitä kysymyksestä, missä määrin tiede kokonaisuutena on teknologisesti suuntautunutta (Merton[1970], p.xiv). Analogisesti mainitun distinktion kanssa voisi kysyä, tarkoittaako 'intellektuaalinen rakenne' yksilöllistä ja psykologista rakennetta vaiko sosiaalisen toiminnan tasolla havaittavaa rakennetta? Hieman erilaisesta näkökulmasta katsoen voidaan esittää kysymys, viittaako Koyrén termi tieteelliseen *käytäntöön* ja sen rakenteisiin vai psykologiseen asennoitumiseen, kuten hänen myös käyttämänsä termi 'attitude mentale' näyttäisi antavan ymmärtää. Koyré ei missään tämän tutkielman lähteinä käytetyistä kirjoituksistaan

³⁰⁷Vrt. Finocchiaro[1973], pp.180-1.

³⁰⁸"Message d'Alexandre Koyré à l'occasion du centenaire de la naissance d'Emile Meyerson", Koyré[1986], ch.4, note 19.

³⁰⁹Koyrén myöhemmin käyttämä termi, nähtävästi strukturalismin viitatena, oli 'intellektuaalinen rakenne' (Jorland[1981], p.23).

³¹⁰"La philosophie de Lucien Lévy-Bruhl et l'histoire des sciences".

nimenomaisesti viittaa enempää psykoanalyysin kuin sosiologiiankaan käsitteisiin.³¹¹ Koyrén harjoittaman tieteenhistorian viitekehys on oleellisesti humanistinen, s.o. filosofinen ja historiallinen³¹². Tieteellinen ajattelu, sellaisena kuin Koyré sitä tutki, oli ajattelua sanan historiallisessa, ei sen psykologisessa mielessä. Tutkimuksen kohteena on eräässä mielessä käytäntö, nimittäin teoreettinen käytäntö. Mistä Koyréa on arvosteltu on, ettei hänen historiografiassa varsinainen tieteellinen käytäntö aina tullut riittävästi huomioon otetuksi.

5.4. Epistemologia ja historioitsijan käytäntö

5.4.1. Erehdykset symptomeina

Koyrén historiografisessa metodissa huomion kiinnittäminen toimijoiden tekemiin erehdyksiin näyttelee merkittävää osaa. Menetelmän taustalla on ajatus, että erehdykset voivat paljastaa historialliselle analyttikolle tärkeitä tosiasioita siitä 'intellektuaalisesta kehyksestä', jonka puitteissa tieteellisen ajattelun oletetaan toimivan, ja erityisesti ne voivat olla todisteena käynnissä olevasta peruskäsitteiden muutoksesta. (vrt. Koyré[1939], pp.85-6).

Ottaen huomioon *Galileilaisten tutkimusten* saaman metodologisen esikuvan aseman (vrt. s.105), on mielenkiintoista tarkastella lähemmin tapaa, jolla erehdystä niissä käsitellään. Trilogian toinen monografia *La loi de la chute des corps* on omistettu juuri erehdyksen teemalle (ks. Koyré[1939], pp.83-158).

Klassisen fysiikan ensimmäisen lain keksimisessä ilmeni Koyrén mukaan merkillinen yhteensattuma: sekä Galilei että Descartes, jolle jälkimmäiselle putoamisen probleeman esitti (1618) ratkaistavaksi hollantilainen fyysikko Isaac Beeckman (1588-1637), syyllistyivät ratkaisuisaan samaan virheeseen, tai tarkemmin sanoen komplementaarisiin virheisiin. Koyré huomauttaa, etteivät samanaikaiset keksinnöt ole tieteen historiassa harvinaisia - Newton ja Leibniz keksivät infinitesimaalilaskun, Carnot ja Clausius entropian periaatteen toisistaan riippumatta - mutta Galilein ja Descartesin kohtaaminen erheessä näyttää olevan ainoa laatuaan. Se vaatii siis selityksen. Voidaan tosin väittää, ettei erehtymistä ole mahdollista selittää rationaalisesti: erehtyminen johtuu huolimattomuudesta, huomion puutteesta, hajamielisyydestä, ja on seurausta siitä, että ihmishenki on toiminnassaan psykologisten ja jopa biologisten lakien

³¹¹Lukuunottamatta satunnaista, tuomitsevassa mielessä tarkoitettua viittausta Durkheimin edustaman tyyppiseen käsitykseen yhteiskunnan traditioista ja muodoista ajattelunme kategorioiden lähteinä (ks. "Louis de Bonald", Koyré[1961], p.145; alav.272 s.116). Vertailun vuoksi voi muistaa, että psykologia - Piaget'n geneettinen epistemologia - oli yksi Thomas Kuhnin epistemologian ja tieteenhistoriallisen ymmärryksen lähteistä (Kuhn[1977], pp.21-3, 242ff). Emile Meyerson sovelsi jossain määrin tieteenfilosofiassaan Helmholtzin käsitystä perseptioon liittyvien tiedostamattomien prosessien ja tietoisien ajattelun periaatteiden samuudesta, tosin pitäen tätä ideaa alalle sinänsä vieraana. Meyersonin mukaan tavallisen ymmärryksen maailma syntyy prosessien kautta, jotka ovat tiukasti analogisia tieteellisiä teorioita tuottaville prosesseille. (Meyerson[1930], pp.5, 10 ja ch.XI). Meyerson katsoi kausaalisuuden periaatteen ilmentävän psykologista taipumusta; Koyré taas objektivoi sen metafyyksiseksi periaatteeksi (vrt. ylempänä s.125).

³¹²Mitä tulee Koyrén matemaattiseen suuntautumiseen voi muistaa, että esimerkiksi matemaatikko L.E.J. Brouwer piti matematiikkaa yhtenä hengentieteistä.

alainen. Mutta se tosiasia, että kaksi henkilöä tekevät toisistaan riippumatta saman erehdyksen, on kuitenkin epätodennäköistä:

Ongelma jonka juuri asetimme jää siis jäljelle kokonaisuudessaan: johtaessaan äärimmäisen yksinkertaista lakia, Descartes ja Galilei erehtyivät. Olisiko se, sattumalta, osoitus siitä, että tämä yksinkertaisuus on vain näennäistä? Tai, jos niin pidetään parempana, osoitus siitä, että putoamislaki on yksinkertainen vain tietyn aksioomajärjestelmän sisällä, lähtien tietystä käsitteiden yhdelmästä? Toisin sanoen, että se edellyttää ja sisältää tietyn joukon määrättyjä käsityksiä - käsityksiä avaruudesta, vaikutuksesta, liikkeestä - jotka eivät ole lainkaan yksinkertaisia? Tai, jos vielä halutaan, jotka ovat *liian* yksinkertaisia - kuten kaikki ensimmäiset käsitteet - ja, sellaisina, hyvin vaikeita erottaa?

(Koyré[1939], pp.83-6).

5.4.2. Epistemologiset periaatteet selityksinä

Koyré'n selontekoa on Maurice Finocchiaro kritisoinut kirjassaan *History of Science as Explanation* (ks. ch.6). Finocchiaro tarkastelee Koyré'n selostusta *historiallisena selityksenä*, mikä sen tarkoitus nimenomaisesti onkin. Koyré yrittää selittää, mistä johtuivat vaikeudet, joita Galilei ja Descartes kokivat putoamislain keksimisessä, ja mitkä tekijät vaikuttivat siihen että Galilei lopulta onnistui, kun taas Descartes ei koskaan korjannut erehdystään.

Finocchiaron kirjan johtoiheena oli arvostella sitä 'positivistista' ideaa, että epistemologiset periaatteet ovat tarpeellisia tai välttämättömiä tieteenhistoriallisten selitysten loogisina linkkeinä siten, kuin oli ehdottanut Joseph Agassin *Towards an Historiography of Science*, joka sovelsi Popperin käsitystä historiallisesta selittämisestä.³¹³ Mutta Koyré'n selitys Galilein ja Descartesin erehtymisen syistä itse teossa vetoaa sellaisiin periaatteisiin kuin avaruuden suhteellisesti suurempi ymmärrettävyys ajan käsitteeseen verrattuna. Vetoaminen epistemologisiin periaatteisiin historiallisissa selityksissä ei ole siis erityisesti positivistinen idea.

Koyré'n selostus lähtee liikkeelle Galilein kirjeestä (1604) Paolo Sarpi'lle: Galilei kertoo, että miettiessään liikkeen ongelmia, joiden suhteen häneltä puuttui "täysin epäilemätön periaate", josta lähtien hän olisi voinut "todistaa (dimostrare) havaitsemansa aksidenssit", hän tuli lausumaan, joka näytti riittävän "luonnolliselta ja ilmeiseltä". Tämän oletuksen nojalla hän saattoi osoittaa oikeaksi "kaiken muun", erityisesti, että "matkat ovat kaksinkertaisessa suhteessa aikoihin, ja tästä johtuen yhtä pitkissä ajoissa kuljetut matkat ovat kuin parittomat luvut yksikköön". (*Études galiléennes*, p.86).

Galilei siis tietää jo että putoamismatka on verrannollinen putoamisajan neliöön, ja että tästä seuraa että perättäisissä keskenään yhtä pitkissä aikaväleissä kuljetut matkat noudattavat parittomien kokonaislukujen sarjaa kun yksiköksi otetaan ensimmäinen osamatka. Kyseiset putoamisen "aksidenssit" hän on itse havainnut. Mitä häneltä puuttuu on periaate joka olisi "totalmente indubitabile" ja jonka hän voisi asettaa aksioomana ("poter porlo per assioma"). Tällaisen periaatteen Galilei uskoo löytäneensä: nopeus on suhteellinen putoamismatkaan.

Mitä Galilei siis etsii? Koyré'n mukaan hän ei etsi kaavaa, joka olisi jollakin tapaa kuvaileva, joka tekisi mahdolliseksi laskea putoamisen ilmiön mitattavat ja havaittavat suureet - sellaiset kaavat Galileilla jo on. Hän ei myöskään etsi loogista sidettä joka yhdistää hänen mainitsemansa kaksi lausumaa - sen hän jo tuntee. Hän etsii periaatetta, joka tekisi mahdolliseksi päätellä tai todistaa putoamisen aksidenssit. Hän ei luota lainkaan teoreettisesti verifioimattomaan observaatioon; Galilein epistemologia ei ole positivistinen, se on *arkhimedinen*. Putoamisen *lain* Galilei siis tuntee, mutta hän arvioi, että se ei riitä. Sillä hän omistaa lain vain tosiasiana, hän ei

³¹³Ks. Finocchiaro[1973], p.12; Agassi[1963], p.77.

ymmärrä mikä on sen *miksi*?. Mutta se, mikä täytyy ymmärtää, ei ole itse putoamisen tosiasia, kysymys ei ole *syyn* löytämisestä sille, että kappaleet putoavat: Galilei luopuu kausaalisen selityksen etsimisestä. Se mitä hän etsii on putoamisliikkeen olemus tai tämän määritelmä. (ibidem, pp.87-8).

Galilein erehtyy hypoteesin valinnassa: kahdesta yhtä uskottavasta oletuksesta: "nopeus on suhteellinen aikaan" ja "nopeus on suhteellinen matkaan" hän valitsee jälkimmäisen. Tämän erehdyksen Koyré yhdistää ajan matematisoinnin vaikeuteen, joka johtaa avaruuden huomaamattomaan sijoittamiseen ajan tilalle:

Miksi [...] Leonardo [...] ja hänen jälkeensä Benedetti ja, hänen jälkeensä, Michel Varron väittävät, että nopeus on verrannollinen ei kuluneeseen aikaan, vaan kuljettuun matkaan? [...] Syy näyttää meistä samalla kertaa hyvin syvälliseltä ja hyvin yksinkertaiselta. Se lepää kokonaan siinä roolissa, jota geometriset tarkastelut ja spatiaalisten relaatioiden suhteellinen ymmärrettävyys ovat näytelleet modernissa tieteessä (Avaruus on rationaalinen, tai ainakin rationaalisuuden skeema, kun taas aika on dialektinen).

Prosessi, josta klassinen fysiikka oli tulosta, oli yritys rationalisoida, toisin sanoen geometrisoida avaruus ja matematisoida luonnon lait. Mikä, toden sanoen, on sama yritys, sillä avaruuden geometrisointi ei merkitse muuta kuin geometrysten lakien soveltamista liikkeeseen. Ja miten - ennen Descartesia - voitiin matematisoida jotain muutoin kuin geometrisoimalla se?

(ibidem, p.97).

Galilei ottaa matkan nopeusfunktionsa argumentiksi. Tähän häntä vie kausaalista selityksestä luopuminen, sillä juuri kausaalinen tarkastelu on se tekijä, joka liikkeen käsittelyssä tuo ajan etualalle (ibidem, p.98). Sen sijaan että ajattelisi liikettä, Galilei kuvittelee sen mielessään (ibidem, p.103). "On helpompaa - ja luonnollisempaa - *nähdä*, se on, *kuvitella*, avaruudessa kuin *ajatella* ajassa." (ibidem, p.96). Geometrisoinnin yritys, jota mielikuvitus tukee ja vahvistaa ja jota kausaalinen tarkastelu ei estä, menee yli tarkoitetun maalinsa: dynamiikan probleemana oli matematisoida aika; Galilei eliminoi sen (ibidem, p.103).

Koyré näyttää ajattelevan, että kun aika esitetään graafisesti, sen valööri pyrkii muuttumaan spatiaaliseksi, ja se identifioidaan jonkin sopivan spatiaalisen ulottuvuuden kanssa. Tämä selittää sen näennäisen ristiriidan, että Koyré tulkitsee Galilein tekemän matemaattisen virheen syyksi sen, että tämä "siirtää avaruuteen sen, mikä pätee ajalle" (ibidem, p.106). Finocchiaron mukaan kyseessä olisi niin muodoin avaruuden temporalisointi pikemmin kuin ajan spatialisointi (vrt. Finocchiaro[1973], p.94). Mitä tulee nopeuden matkaan verrannollisuuden suosimisen selitykseen, Finocchiaro huomauttaa, että analyttisen geometrian keksijä Descartes teki vastaavan virheen, kun taas Galileo lopulta korjasi erehdyksensä ilman analyttisen geometrian apua (ibidem, p.95). Mutta Finocchiaro näyttää ajattelevan, että Koyré selitti jotain analyttisen geometrian *puuttumisella*³¹⁴, mistä ei tietystikään ole kysymys. Finocchiaron huomautus, ettei Koyré esitä evidenssiä siitä, että Galilei olisi jo luopunut kausaalisista selityksistä epäonnistumisensa aikoihin, on ilmeisesti vastaansanomaton (huomattakoon että Stillman Drake vahvistaa siirtymisen kausaalisista tutkimuksista lakeihin (machinen aihe!), ajoittaen sen noin vuoteen 1604; Drake[1994], p.25).

³¹⁴Koyré's connection between the unavailability of analytic geometry and the present error of Galileo is plausible; it is, however, unacceptable because, as Koyré himself tells, the creator of analytic geometry himself will be victim of geometricism, whereas Galileo will eventually overcome it without analytic geometry (ibidem).

5.4.3. Galilei-tulkintaa

Ernst Machin *Mekaniikalle* näyttää kuuluvan ansio siitä, että käsityksissä varhaisen modernin tieteen historiasta painopiste siirtyi filosofeista - Bacon ja Descartes - 'käytännön keksijöihin' - Galileihin, Newtoniin ja muihin - joille aiemmin katsottiin kuuluneen vain toissijainen ansio 'metodin' soveltajina.³¹⁵ Erityisesti Galileista tuli uuden fysiikan ensimmäisen vaiheen keskushahmo. (H.F. Cohen[1994], pp.41, 152-3).

Machin mukaan "dynamiikka ... on täysin uudenaikainen tiede" (*Science of Mechanics*, p.151). Tämä lienee sinänsä vastaansanomaton, jos ajatellaan newtonilaisessa mielessä pätevää sisältöä, mikä nimenomaisesti on Machin esityksen näkökulma. Machin käsitys ei ole mitenkään poikkeuksellinen: esimerkiksi Kuhnin ehdottama 'kahden tradition' tulkinta Tieteellisestä Vallankumouksesta sisältää sen, että dynamiikka *matemaattisena* alana eräässä mielessä syntyi tällöin, kun paikallista liikettä koskeneet keski- ja ja renessanssiaikaiset tarkastelut tulivat liitetyiksi viiden Antiikista periytyneen matemaattisen alan - geometria, optiikka, statiikka, astronomia ja harmoniaoppi - seuraan (Kuhn[1977], p.39).

Machin selostus dynamiikan synnystä piirtää siis esiin olennaisen epäjatkuvuuden mekaniikan kehityksessä. Epäjatkuvuus ei niinkään merkitse revolutionaarista kehitystä olemassaolevan alan tai teorian piirissä kuin kokonaan uuden alueen valloittamista; Galilein saavutuksista syntyy osittain epistemologisesti 'radikalistinen' kuva. Kaltevilla tasolla tehtyä koetta tarkoittaen todetaan, että "mitään osaa tätä aihetta koskevasta tiedosta tai ideoista ei ollut olemassa Galileon aikaan, vaan Galileon täytyi luoda meille nämä ideat ja keinot" (*Mechanik*, p.159). Tai "Kokonaan uusi idea, johon Galileo johtui oli kiihtyvyyden käsite" (ibidem, p.174).

Machin epistemologia ei yleisesti ole millään muotoa radikalistista; itse asiassa hän korostaa monella tavoin perinteen merkitystä tiedon muodostamisessa:

...emme voi kyllin arvostaa perintöä, jonka jonka välittömät edeltäjämme sivilisaatiossa - kreikkalaiset luonnontutkijat, astronomit ja matemaatikot - ovat meille jättäneet. Käymme tutkimukseen suotuisissa oloissa, koska omistamme kuvan maailmasta - vaikka tämä kuva olisi riittämätön - ja olemme, ennen muuta, varustetut kreikkalaisten matemaatikkojen antamalla loogisella ja kriittisellä koulutuksella. (ibidem, p.104).

Maininta kreikkalaisista tieteellisen sivilisaatiomme "välittöminä edeltäjinä" selittyyne sillä, että Mach hahmottaa Keskiajan Antiikin ja Renessanssin välisenä siltana: Keskiajan tieteellinen aktiivisuus luo yhtäältä läheisyyttä Antiikkiin, ja toisaalta osoittaa Renessanssin ideoiden kehittyneen hitaasti muinaisista, lähinnä peripateettisen koulun ja Aleksandrian koulun ajatuksista. (vrt. ibidem, p.97).

Huolimatta 'vaistomaiselle' tiedolle antamastaan merkityksestä, Mach korostaa kielellisen formuloinnin tärkeyttä ajatusten kehittelyssä:

Sanoiksi puettu epätäydellinen tieto muodostaa ohimeneville ajatuksille suhteellisen lujan tuen, josta ne etsinnässään tosiseikkojen parissa lähtevät ja johon ne, sitä vertailun ja arvostelun kautta muuntaen, alituisesti palaavat. (ibidem, p.105).

Keksiminen tapahtuu olemassaolevien käsitteiden transformaation kautta:

Arvioimme tutkijan merkitystä sillä mitä *uusia* käyttöjä hän on löytänyt vanhoille näkemyksille, ja kuinka suuren aikalaisten ja seuraajien taholta tulevan *vastustuksen* alaisena *hänen omat* näkemyksensä ovat tulleet omaksutuiksi. (ibidem, p.105).

³¹⁵Whewell jo piti 'käytännön keksijöitä' - Gilbert, Kepler, Benedetti, Galilei - aristotelismin syrjäyttämisen alkuunpanijoina. Bacon, julistamalla uutta metodia, "käänsi Kapinan Vallankumoukseksi". (Whewell[1857], vol.2, pp.40-1).

Arvostelijat ovat löytäneet *Mekaniikasta*, historiallisena esityksenä tarkasteltuna, vakavia virheitä.³¹⁶ Näitä kritiikkejä kuitenkin leimaa jonkin verran epäkontekstuaalinen asenne; itse asiassa Mach näyttää joutuneen antipositivistisen myytin uhriksi. I.B. Cohen mainitsee esimerkkinä m.m. seuraavan 'machismin': "Galileo havaitsi (perceived) luonnonilmiöissä", että "liikkeen määräävien olosuhteiden, so. voimien, välittömät vaikutukset ovat *kiihtyvyyksiä*". Asianomaisessa kappaleessa (10) Mach näyttää tahtovan itse asiassa esittää kaksi *epistemologista* näkökohtaa: Ensiksi, ettei ole *itsestään selvää*, että liikkeen määräävät olosuhteet tuottavat välittöminä vaikutuksinaan kiihtyvyyksiä, sillä esimerkiksi lämpötilaerot tuottavat nopeuksia. Toiseksi, että Galilein perseptio edusti suurempaa *ekonomiaa* kuin varhaisemmat vastaavat havainnot: ylöspäin heitetty kivi ei enää hae luonnollista paikkaansa, mutta kiihtyvyyden periaate on edelleen voimassa; tämä sisältää siis paljon enemmän yhdessä henkisessä ponnistuksessa. (I.B. Cohen[1974], p.316; Mach[1960], p.171).

Draken kritiikki (ks. Drake[1994], p.15) näyttää viittaavan kappaleen 4 jälkiosaan p.161, jossa Mach reflektoi Galilein menettelyä niinkään epistemologiselta kannalta. Vastoin Draken väitettä, että "Mach tarjosi Galileosta kuvan modernina, positivistisena tiedemiehenä", kappaleen viimeinen virke toteaa, että "Systemaattiset, rutiininomaiset menetelmät ovat tutkimuksen lopputulos, eivätkä ole täydellisesti kehittyneinä sen neron käytettävissä joka ottaa ensi askeleet."

Mach esittää (ibidem) formuloinnin, että

[Galileolla] oli jo vaistomaisia kokemuksia ennen turvautumistaan kokeeseen. [...] Mutta tieteellisiä tarkoituksia varten aistikokemuksen tosiseikkojen mentaaliset representaatiot täytyy alistaa *käsitteelliseen* muotoiluun. Vain siten niitä voidaan käyttää etsittäessä abstraktien matemaattisten sääntöjen avulla tuntemattomia ominaisuuksia, joiden ajatellaan riippuvan tietyistä alkuominaisuuksista, joille voidaan osoittaa määrälliset lukuarvot; tai täydentämään sitä, mikä on vain osaksi annettu.

H.F. Cohen on havaitsevinaan tästä että "matematiikka tulee Machin näkemyksessä ikäänkuin tieteellisen keksinnön takaovesta: Se on vain osa formalisointiprosessia sen jälkeen, kun keksintö on tehty." (H.F. Cohen[1994], p.42). Mutta Mach näyttäisi tarkoittavan pikemminkin sitä, että matematisointi edellyttää, tai on osa, aistiperäisten mielikuvien käsitteellistystä.

Machin kuvausta tavasta, jolla Galileo olisi keksinyt inertian lain jatkuvuustarkastelun, avulla ei löydy Galilein töistä, huomauttaa H.F. Cohen Dijksterhuisiin viitaten (vrt. Mach[1960], pp.168-9; H.F. Cohen, pp.43-4). Galileilta löytyy kuitenkin argumentteja, jotka soveltavat jatkuvuustarkastelua nopeuteen. Machin selostus näyttäisi olevan täysin tarkka referaatti osasta *Dialogossa olevaa* vuoropuhelua³¹⁷, lukuunottaamatta sitä yksityiskohtaa, että Mach antaa kappaleen hankkia alkunopeutensa laskeutumalla toista kaltevaa tasoa myöten. Mitä tulee itse inertian lain keksimiseen, Koyré toteaa kommenttina mainittuun vuoropuheluun, että "Horisontaalisen liikkeen ikuisen pysyvyyden - ja sen nopeuden pysyvyyden - periaate on tästedes saavutettu."

Die Mechanik näki useita tarkistettuja laitoksia tekijänsä elinaikana, mistä sen kronologinen ja analyttinen johdonmukaisuus on mitä ilmeisimmin jonkin verran kärsinyt. Mach toteaa, että kirjansa aikaisemmissa painoksissa hänen esityksensä Galilein tutkimuksista oli nojautunut *Discorsi*-teokseen. Mutta sittemmin tunnetuiksi tulleet Galilein alkuperäiset muistiinpanot johtavat erilaisiin näkemyksiin Galilein kehityksestä, joihin nähden hän olennaisesti hyväksyy Emil Wohlwillin (*Galilei und sein Kampf für die Kopernikanische Lehre*, 1909) johtopäätökset.

³¹⁶Vrt. I.B. Cohen[1974], pp.316-7; H.F. Cohen[1994], p.43-4; Drake[1994], p.16.

³¹⁷Ks. Koyré[1939], pp.140, 229; mainitut kohdat ovat *Opere*, vol.ii, p.264, ja *Dialogo*, II, p.172.

Seuraavassa on koottu Machin Galilei-tulkinnan metodologiset pääkohdat (M1-6), joita verrataan Koyrén *Galileilaisten tutkimusten* tulkintoihin (K1-11 jäljempänä).³¹⁸

M1. Padovan kautensa kypsemällä ja hedelmällisemmällä osalla Galilei jätti syrjään kysymyksen "miksi" ja keskittyi liikkeiden tutkimuksessa kysymykseen "miten".

M2. Hajottamalla heittoliikkeen tasaiseen horisontaaliseen ja kiihtyvään vertikaaliseen komponenttiin hän tunnisti radan parabeliksi, ja sai tämän seurauksena putoamismatkan neliölain.

M3. Edeltävistä laajoista havainnoista ja kokeista heilurilla ja kaltevalla tasolla Galilei saavutti tuloksen, että kappale, joka laskeutuu sarjaa kaltevia tasoja, pystyy nousemaan mielivaltaista toista tasosarjaa pitkin alkuperäiselle korkeudelle ja että loppunopeus riippuu vain pystysuorasta matkasta.

M4. Lopuksi Galileo löysi määritelmän tasaisesti kiihtyvälle liikkeelle, jolla oli putoamisen ominaisuudet, ja "josta kääntäen kaikki alustavat lemmat, jotka johtivat tähän näkemykseen voitiin dedusoida". (ibidem, pp.155-6).

M5. Miten sitten Galilei päätyikin tasaisesti kiihtyvän liikkeen määritelmänsä, hän testasi sitä johtamalla siitä matemaattisesti neliölain ja alistaen tämän koetukselle kaltevalla tasolla (ibidem, pp.157-60).

M6. Siinä missä moderni tutkija kysyisi: Minkä funktio nopeus on? Mikä ajan funktio nopeus on? Galileo kysyy: Onko nopeus verrannollinen aikaan? Onko nopeus verrannollinen matkaan? "Galileo ... *haparoi* tietänsä synteettisesti".

K1. Arkhimedinen fysiikka on deduktiivinen ja "abstrakti" matemaattinen fysiikka: tällaisen Galilei kehittää Padovassa. Se on matemaattiseen hypoteesiin perustuva fysiikka, jossa, liikkeen lait, putoamisen laki, "dedusoidaan 'abstraktisti'", käyttämättä voiman käsitettä ja turvautumatta todellisia kappaleita koskevaan kokemukseen. Kokeet, joihin Galilei vetoaa, "*myös ne jotka hän todella suorittaa*", ovat ajatuskokeita. Nämä ovat ainoita kokeita, joita voi suorittaa hänen fysiikkansa objekteilla, jotka eivät ole 'todellisia' kappaleita. Todellisia kappaleita ei ole mahdollista sijoittaa "geometrisen avaruuden epätodellisuuteen", kuten Aristoteles oli oikein nähnyt. Mutta hän ei ollut nähnyt, että voidaan olettaa abstrakteja kappaleita. Vain abstrakteille kappaleille galileilainen dynamiikka on pätevä (*A l'aube de la science classique*, Koyré[1939], pp.78-9).

K2. Galilein epistemologia on aprioristinen ja eksperimentalistinen; aristotelinen empirismi taas etsii kokemusta, joka voi toimia teorian pohjana ja perustana. Galilein menetelmässä kokeet konstruoidaan teoriasta lähtien, ja niiden rooli on konfirmoida tai infirmoida periaatteiden, joiden perusta on muualla, seurausten sovellutus todellisuuteen. "Kokemus", josta Galilei kertoo (kaltevan tason koe, jossa aikaa mitattiin suuresta astiasta ohuena suihkuna valuvan veden määrällä), on täysin kykenemätön kantamaan klassisen fysiikan painoa, jolla niin monet

³¹⁸ Huvittava yksityiskohta on, että Koyré, viitaten Machiin, jonka mukaan Galilei johtui "virheellisen päättelyn seurauksena kuvittelemaan [nopeuden matkaan verrannollisuuden] olevan itsessään ristiriitainen" (*Science of Mechanics*, p.308), toteaa että "päättely, jolla Galilei yrittää todistaa periaatteen" [nopeuden matkaan verrannollisuuden], "on täysin erheellinen" (*Etudes galiléennes*, p.106). Galilein johtopäätös, että aika on matkasta riippumaton on kuitenkin täysin paikkansapitävä, ja helposti todistettavissa esim. sillä Eudoksoksen keksimällä menetelmällä, jonka St.Vincentin Gregorius 1600-luvulla risti 'ekshaustiomenetelmäksi'; lisäksi on sangen tulkinnanvaraista, tekeekö Galilei p.o. kohdassa päättelyvirheen (vrt. Duhem, *Etudes sur Léonard de Vinci*, t.III, p.570sq). Galilein voi myöntää tekevän sen virheen, että hän päättää ajan olevan nolla, kun se voi olla myös ääretön. Machin johtama ratkaisu on alkunopeudella nolla ristiriidassa putoamisen kanssa, ellei lähtöaika ole miinus ääretön.

historioitsijat sen kuormaavat. Galilei korvaa vapaan putoamisen kaltevalla tasolla tapahtuvan liikkeen havainnoimisella (*La loi de la chute des corps*, Koyré[1939], p.153).

K3. Resolutiivinen, analyttinen, menettely on Galilein ajattelun pysyvä piirre. Faktasta, kokeellisesta annetusta se nousee olemuksen määritelmään, josta aksidenssit tai symptomit voidaan johtaa. (ibid., p.155).

K4. Galilein ajattelu ei ole pelkästään matemaattista, se on fysikaalis-matemaattista: hän ei esitä hypoteeseja kiihtyvän liikkeen mahdollisista tavoista, vaan etsii todellista, luonnon käyttämää tapaa.

K5. Teorian ja kokemuksen välillä ei vastakohtaa: teoria ei sovellu ilmiöihin ulkoapäin, pelasta niitä, vaan ilmaisee niiden olemuksen. Galilei lähtee olettamuksesta että luonnon lait ovat matemaattisia, "Todellinen inkarnoi matemaattista". Luonto vastaa vain matemaattisella kielellä esitettyihin kysymyksiin; sillä luonto on mitan ja järjestyksen valtakunta. Jos kokemus ohjaa 'ikäänkuin kädestä pitäen' järkeilyä, se johtuu siitä, että hyvin järjestetyssä kokeessa, vastauksena hyvin esitettyyn kysymykseen, luonto paljastaa syvän olemuksensa, jonka äly yksin voi käsittää.

K6. Galilei kehottaa lähtemään kokemuksesta, mutta tämä kokemus ei ole raakaa aistikokemusta, vaan kuvailevia lakeja.

K7. Galilei kehottaa meitä ottamaan opastusta yksinkertaisuudesta, mutta tämä yksinkertaisuus ei ole pelkästään muodollista: kysymyksessä on yhdenmukaisuus ilmiön olennaisen luonnon kanssa.

K8. Galilei ei pysty putoamisen ongelmassa käyttämään hyväkseen vetovoiman käsitettä, hän ei osaa sitä matematisoida. (ibid., p.156).

K9. Galilein onnistuminen johtuu siitä, että hän kohdistaa huomionsa ilmiön *todelliseen* luonteeseen, joka on temporaalinen: avaruus on vain olennaisesti ajallisen todellisuuden tulos, aksidenssi, symptomit. Liikkeen olemus on siis ilmaistava ajan avulla.

K10. Ajassa ei voi *kuvitella*. Graafinen esitys on aina vaarassa luiskahtaa liialliseen geometrisointiin. Mutta ajan jatkuvan luonteen ymmärtävän älyn ja ajattelun jatkuva ponnistus tekee mahdolliseksi ilman vaaraa symbolisoida aikaa avaruudella. Tasaisesti kiihtyvä liike on siis sitä suhteessa aikaan.

K11. Ajan käsite näyttelee Galilein ajattelussa samaa osaa joka kausaalisuudella on Descartesin ja Beeckmanin ajattelussa. "Mutta juuri se tosiasia että Galilei kykeni - tai osasi - tulla toimeen ilman liikkeen ja kiihtyvyyden tuottamistavan (voima, attraktio, jne.) konkreettista representaatiota, salli hänen säilyttää tasapainonsa rajalla, kapealla kuin terä, jolla, liikkeen tosiseikassa, todellinen yhtyy matemaattiseen." (ibid., p.157).

Kohdat M4 ja M6 näyttäisivät olevan ristiriidassa keskenään, koska edellinen antaa ymmärtää, että Galilei käytti analyysin menetelmää (*metodo risolutivo*) löytääkseen nopeuslain, kun taas jälkimmäinen viittaa puhtaasti synteettiseen, hypoteettis-deduktiiviseen menetelmään. Myös Koyré antaa ymmärtää, että Galilei käytti analyysin menetelmää lakien löytämiseen (kohta K3): Galilein menettely oli "regressiivinen, 'resolutiivinen', analyttinen sanan syvimmässä merkityksessä". Mutta Koyré ei esitä mitään evidenssiä analyttisen menetelmän käytöstä³¹⁹, hän esittää vain synteettisen osan eli deduktiot nopeuslaista neliölakiin.³²⁰ Kohdat K1 ja K2 määrittelevätkin Galilein metodologian hypoteettis-deduktiiviseksi. Luonnehdinta 'aprioristinen', jota Koyré usein käyttää Galilein fysiikasta, näyttäisi tarkoittavan juuri 'hypoteettis-

³¹⁹Tämä tekee tyhjäksi myös vaihtoehtoisen selityksen johon Finocchiaro ([1973], p.116) päättyy kritiikkensä pohjalta.

³²⁰Joissa Galilei muuten käyttää 'indivisiibelien' menetelmää; ks. Koyré[1939], pp.104-5.

deduktiivista'. Koyrén 'rationalismi', josta joskus mainitaan³²¹, merkinnee lähinnä tätä apriorismia.

Niin kuin ylempänä ilmeni (s.147), Koyré katsoi Galilein luopuneen kausaalisten selityksen etsimisestä putoamiselle. Koyré muuntaa Machin tulkintaa sikäli, ettei kausaalisen näkökohdan sivuuttaminen kuitenkaan merkitse kysymyksestä 'miksi?' luopumista: Koyrén tarkoittama 'miksi?' etsii selitystä, miksi putoamisella on tietyt symptomit, ja vastauksena tähän on liikkeen olemus tai sen määritelmä.

Koyré näyttää sitoutuvan kognitiivisen erottelun mahdollisuuteen 'symptomien' ja 'olemuksen' välillä (K3, K9). Hänen tekemänsä erottelu on metafyyssinen ja perustuu ajan ja avaruuden käsitteille. Todisteena siitä, että tämä tulkinta vastaa myös Galilein ajattelua, on tämän huomautus ajan ja liikkeen "ylivertaisesta sukulaisuudesta" (Koyré[1939], p.137). Samaa kognitiivisen erottelun näkökohtaa kuvastaa myös termille 'yksinkertaisuus' annettu selitys (K7): Galilein tarkoittama yksinkertaisuus olisi yhdenmukaisuutta ilmiön *olennaisen luonteen* kanssa.

Galilein kokeilu on teorialähtöistä; kysymyksessä on, ei vain konfirmaatio ja infirmaatio, vaan myös teorian *realisaatio*, niiden tapojen löytäminen, joilla teoria ilmenee todellisuudessa³²² (K5, K2). Galilein 'kokemus' on matemaattisesti ilmaistuja kokeellisia lakeja, kun aristotelisen fysiikan lähtökohta oli tavallinen aistikokemus (K6, K2).

Onko Koyrén metodologis-epistemologinen selitys Galilein onnistumisen syistä ymmärrettävä? Sen ymmärrettävyyttä häiritsee ylempänä todettu ristiriita Galilein metodin kuvauksessa: oliko se puhtaasti synteettinen vai analyyttis-synteettinen?

Mitä tulee Koyrén antamaan epistemologiseen selitykseen siitä, miksi Galilei valitsi nopeuden verrannollisuuden matkaan, Galilei näyttää lähtevän 1.sitä huomiosta että putoavan kappaleen iskuvoima on verrannollinen korkeuteen, jolta se putoaa; ja että 2.iskuvoima on verrannollinen nopeuteen, mistä kyseinen laki seuraa (vrt. Koyré[1939], p.104). On ilmeistä, että epistemologisen selityksen oikeaksi osoittaminen vaatisi Galilein ideoiden kokeellisen taustan laajempaa selvittämistä kuin Koyré tekee.

Stillman Drake, joka nojautuu uudempiin dokumenttilöytöihin Galilein suorittamista kokeista kaltevalla tasolla ja heilureilla sekä Galilein kokeiden nykyaikaisiin rekonstruktioihin, kyseenalaistaa täysin Koyrén Galilei-tulkinnan. Drake korostaa modernin fysiikan utilitaarista luonnetta. Tämä erottaa sen sitä edeltäneestä luonnonfilosofiasta, jota paremman ehdokkaan puuteessa pitkään pidettiin fysiikan edeltäjä-tieteenalana. Hän tuo esiin sen teknisesti suuntautuneen ja kansankielisen tieteellisen harrastuksen, jota edustivat m.m. Nicolo Tartaglia (ks. s.173) Italiassa ja Simon Stevin Alankomaissa. Tartaglian italiannos Eukleideen *Alkeista* (1543), jossa suhteen ja verrannon määritelmät ensi kertaa tulivat täsmällisesti käännettyiksi, antoi italialaisille puolen vuosisadan etumatkan moderniksi tunnistettavan matemaattisen fysiikan luomisessa - erityisesti niille italialaisille, jotka eivät osanneet latinaa ja kreikkaa, sillä yliopistopiireissä Tartagliaa ei huomattu, hän kun ei kirjoittanut arvokkaalla kielellä. Historioitsijat, jotka eivät ole huomanneet Eukleideen suhdeteorian elpymistä kuvittelevat yhä,

³²¹Vrt. Peter Achinstein, Suppe[1977], p.353.

³²²Vrt. Jorland[1981], p.53. Gaston Bachelard, jonka kirjoihin *Le nouvel esprit scientifique* (1934) ja *La formation de la esprit scientifique* (1938) Koyré viittaa Galileilaisten tutkimusten ensimmäisellä sivulla, puhuu rationaalisen realisaatiosta kokemuksessa: "Tämä realisaatio, joka vastaa tiettyä teknistä realismia, näyttää meistä yhdeltä nykyisen tieteen erottavalta piirteeltä ... jolla ei ole yhteyttä perinteiseen realismiin. Kysymyksessä on itse asiassa toisen asteen realismi, realismi, joka on reaktiossa tavallista todellisuutta vastaan, polemiikissa välittömästi annettua vastaan, toteutuneen, kokeneen järjen realismia." *Le nouvel esprit scientifique*, p.9.

että modernin tieteen on täytynyt tulla spekulatiivisesta filosofiasta. Galilein tapauksessa hyödyllisten sovellutusten lähteenä olivat eri aikoina arkkitehtuuri, musiikki ja hydraulikka.³²³

Draken ja Finocchiaron kritiikkien yhteinen piirre on että ne korostavat tieteellisen käytännön tärkeyttä vastakohtana tieteelliselle ajattelulle, ja arvostelevat Koyrén tulkintaa praktisen näkökohdan sivuuttamisesta. Draken osalta tämä merkitsee erityisesti eksperimentaation heuristisen merkityksen korostusta, kun Koyré taas piti kokeilua olennaisesti teorialähtöisenä. (Finocchiaro[1973], p.109; Drake[1994], pp.16, 25). Drake toteaa, ettei Koyré missään yrittänyt esittää rekonstruktioita putoamislain keksimisestä. Koyrén vakaumus, että tieteellinen vallankumous oli luonteeltaan yksinomaan intellektuaalinen, olisi ollut niin vahva, että hän olisi tuntenut olleensa pakotettu kieltämään Galilein kokeellisen toiminnan. (Drake[1994], pp.16, 17).

Draken kritiikkiin liittyen eräs huomio koskien historiallista metodologiaa on paikallaan. Koyré korosti eroa, joka on olemassa autenttisten kokeiden ja niiden myöhempien rekonstruktioiden kesken (Koyré[1966], p.292). Analysoidessaan kokeita Koyrén menetelmä oli nojautua aikalaisten kommentaareihin³²⁴, esimerkiksi Galilein ilmoittamien putoamiskiihtyvyyttä koskevien tulosten osalta Mersenneen, joka havaitsi niiden poikkeavan oleellisesti omistaan (Koyré[1939], p.155; Koyré[1966], p.295).

Koyré omaksuu ilman kommentaaria (*La loi de la chute des corps*, Koyré[1939], pp.87, 88) Galilein tekemän (vrt. ibidem, pp.86, 136) erottelun liikkeen aksidenssien tai *symptomien* sekä sen *olemuksen* tai tämän *määritelmän* kesken. Miksi matkan ja ajan väliset relaatiot ovat aksidensseja, mutta nopeuden verrannollisuus aikaan (tai matkaan) ilmaisee liikkeen *olemuksen*? Koyré ei pidä tarpeellisena selittää Galilein distinktiota ja terminologiaa *historiallisesti*, ja syynä tähän näyttää olevan se, että Koyrén oma filosofia (fenomenologinen) tunnustaa vastaavanlaisen erottelun.

Draken rekonstruktio, jotka liittävät Galilein kokeet m.m. musiikin tutkimuksen yhteyteen näyttäisivät tietystä mielessä tukevan fenomenologista tulkintaa: Drake arvelee Galileon isän Vincenzo Galilein olleen ensimmäinen, joka keksi fysikaalisen lain kokeellisilla mittauksilla, joihin sisältyi liike: tämä havaitsi, ettei suhde 3:2 päde täydelliselle viidesosalle, kun tarkastellaan kielten jännityksiä eikä pituuksia (Drake[1994], p.25). Mutta Vincenzion laki on tietysti *psyko-fyysinen* eikä fysikaalinen. Draken rekonstruktion mukaan Galileo totesi parittomien lukujen lain kaltevilla tasolla varsinaisesti mittaamatta aikavälejä.³²⁵ Nyt Galileo kertoo (*Discorsi*) saavuttaneensa määritelmän, joka on yhtenevä putoamisliikkeen olemuksen kanssa sen periaatteen ohjaamana, että "sen, mikä esittäytyy aisteille luonnollisissa kokemuksissa, täytyy vastata [määritelmästä] johdettuja symptomeja" (*La loi de la chute des corps*, Koyré[1939], p.136). Ajatteliko Galilei, että nopeuslaki ilmaisee putoamisliikkeen olemuksen niin kuin lukujen suhteet ilmaisevat musikaalisen konsonanssin olemuksen? Galilein kertomus nopeuslain heuristisesta taustasta tuo esiin kaksi seikkaa. Ensinnäkin häntä ohjasi "kuin kädestä pitäen" periaate, että luonto kaikissa töissään käyttää lähimpiä, yksinkertaisimpia ja helpoimpia keinoja: uintia tai lentämistä ei voisi toteuttaa yksinkertaisemmalla ja helpommalla tavalla kuin se mitä kalat ja linnut luonnostaan käyttävät. Mutta yksinkertaisin muutos on yhdenmukainen muutos. Koska putoamisnopeus ei kuitenkaan ole vakio,

³²³ "Theory and Practice in Early Modern Science", pp.15-17, 19, 23-4.

³²⁴ Hiebert[1994], p.100.

³²⁵ Hän olisi kokeilemalla etsinyt ne kohdat kuulun radalla, jotka vastasivat tasaisia aikavälejä, merkiten kunkin kohdan esteellä, jonka ylittäessään kuula sai aikaan kolahduksen. Aikavälisen samuuden toteaminen perustui harjaantuneen muusikon korvaan: Galilei siirteli merkkejä kärsivällisesti, kunnes jokainen kolahdus osui yhteen nuotin kanssa reippaassa marssilaulussa (ibidem, pp.27-8).

yhdenmukaista on nopeuden muutos. Mutta minkä suhteen yhdenmukaista? Tässä auttaa huomion kiinnittäminen "ajan ja liikkeen ylivertaiseen sukulaisuuteen"; yhdenmukaisuus koskee muutosta ajassa (ibidem, p.137). Luonnollisuuden korostus Galileilla näyttäisi sek in viittaavan siihen että putoamislaila on intuitiivinen tausta kokemuksessa. Ajalle annetun merkityksen voisi kenties yhdistää musiikilliseen intuitioon (erään määritelmän mukaan musiikki on juuri ajan tai *keston* jäsennyttä).³²⁶

Koyré ei käsittele Galileilaisissa tutkimuksissa matematiikan samanaikaista kehitystä, esimerkiksi liittyen Galilein käyttämään 'indivisiibelien' menetelmään³²⁷ operaatiossa, joka myöhemmin nimitettiin integroinniksi. Tätä voinee pitää puutteena. Synteettisen menetelmän käyttö osoittaa, ettei Galilei osaa johtaa tuntemistaan 'aksidensseista' - neliölaki ja parittomien lukujen laki - nopeuden ja ajan välistä relaatiota. Galilein ongelmat johtuvat käytettävissä olevien matemaattisten keinojen niukkuudesta, samoin tietysti 'nopeuden asteen/momentin' määritelmän puuttumisesta. Toisaalta juuri mahdollisten hypoteesien harvalukuisuus (onko nopeus verrannollinen aikaan, jne.) on ilmeisesti voinut helpottaa synteettisen menetelmän käyttöä.

Galileilaisten tutkimusten kolmannessa osassa Koyré esittää sen huomatu n tulkinna n, että Galilei ylittää molemmat antiikkiset matematiikan filosofiat (Platonin ja Aristoteleen) siinä, että hän sekä luopuu matemaattisen samaistamisesta ideaalisen kanssa että kieltää matemaattisten käsitteiden *abstraktin* luonteen. Epäsäännölliset muodot ovat matemaattisia, niiden kuvaus vain on komplisoidumpi kuin ideaalisten muotojen kuvaus. Aine voi todellistaa geometrisia muotoja, aineellinen ja geometrinen ovat *homogeenisia*. (Koyré[1939], p.282).

On mielenkiintoista havaita, että putoamislain keksimisen käsittelyn yhteydessä esiintyvät fenomenologiset motiivit saavat väistyä 'apriorismin' ja matemaattisen realismin tieltä trilogian kolmannessa osassa, *Galilée et la loi d'inertie*, joka on siis omistettu inertian lain keksimiselle. Inertian lain kognitiivinen luonne on osittain toinen kuin putoamislain, ja tästä johtuen myös tie sen keksimiseen on erilainen: Inertian lain alkuperä ei ole tavallisen ymmärryksen kokemuksessa, inertia laki ei ole yleistys tuosta kokemuksesta eikä edes siitä johdettu idealisaatio. Sen keksimisessä kysymykseen ei tule fenomenaalisen annetun hajoittaminen analyysin avulla elementteihinsä, joista todellisuus sitten konstruotaisiin synteettisesti (metodo risolutivo ja metodo compositivo). Kysymys ei myöskään ole fenomenaalisen selittämisestä sen taustalla olevan todellisuuden avulla, niin kuin tapahtuu selitettäessä tähtien näennäiset liikkeet oletettujan todellisten liikkeiden avulla. Kysymyksessä on todellisen selittäminen mahdottoman

³²⁶ H.F. Cohen, liittyen Kuhnin 'kahden virtauksen' tulkintaan Tieteellisestä Vallankumouksesta, väittää (*Quantifying Music*), että myös harmoniikka koki tällöin perustavan muutoksen: Musiikkitiede muuntui 1600-luvulla sovelletun aritmetiikan osasta fysikaaliseksi ja fysiologiseksi tutkimukseksi. Pythagoralaiset laskelmat korvattiin Keplerin, Galileon, Beeckmanin, Mersennen, Descartesin ja muiden toimesta matemaattis-fysikaalisilla selityksillä, miten ja miksi tietyt intervallit tulevat konsonanteiksi. Benedetti (jota pidetään Galilein lähimpänä edeltäjänä dynamiikassa) esitti jo noin 1563 teorian, joka kytki stoalaisilta peräisin olevan äänen aalto-analogian kvantitatiivisesti konsonanssin selitykseen; tämä sai aikaan muutoksen konsonanssin probleemassa, jota vastedes käsiteltiin fysikaaliselta eikä enää perinteiseltä aritmeettiselta pohjalta. (H.F. Cohen[1994], pp.583 n.114, 131, 251).

Vrt. myös miten bolognalainen jesuiittaprofessori Giambattista Riccioli sovelsi musiikin harrastajien rytmittäjua heilurinsa heilahdusten laskemisessa ("Une expérience de mesure", Koyré[1966], p.307).

³²⁷ Galilein oppilas Bonaventura Cavalieri yritti myöhemmin perustaa indivisiibelien menetelmän varaan äärettömän analyysin, joka täyttäisi täsmällisyyden vaatimukset (ks. Koyré[1966], pp.334-61, erit. p.337).

avulla, olemassaolevan selittäminen jonkin sellaisen avulla, mitä ei koskaan ole eikä *voi olla* Inertian lain käyttöönnotossa oli apriorinen menettely siis ehdottoman välttämätön. Yritys, johon Galilei ja Descartes ryhtyivät, arkhimedinen ja platoninen, merkitsi empiirisen todellisuuden rekonstruoimista ideaalisesta todellisuudesta lähtien. (ibidem, p.206-7).³²⁸

5.4.4.Kokeellinen menetelmä ja modernin tieteen alkuperä

Kahden historioitsijan käsitys metodologian merkityksestä jatkuvuustekijänä keskiaikaisen ja varhaisen modernin fysiikan välillä.

Koyré on käsitellyt menetelmäopin merkitystä uudenaikaisen tieteen synnyssä ja rakenteessa artikkelissaan "Les origines de la science moderne: une interpretation nouvelle" (1956), jonka kohteena oli Alistair C. Crombien vuonna 1953 ilmestynyt kirja *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science 1100-1700*.

Koyrén mukaan modernin tieteen alkuperä ja sen yhteys Keskiajan tieteeseen säilyvät kiistakysymyksinä joissa kumpikaan osapuoli - yhtäältä jatkuvan kehityksen puolestapuhujat ja toisaalta vallankumouksellisen tulkinnan kannattajat - ei onnistu vakuuttamaan toista, ja tämä johtuu, ei tosiasioita koskevista erimielisyyksistä, vaan erilaisista näkemyksistä modernin tieteen olemuksesta, ja tästä johtuen tieteen eräiden peruspiirteiden suhteellisen merkityksen erilaisista painotuksista. Lisäksi tietyt asiat, jotka toisista näyttävät aste-eroilta - kuten kvalitatiivisen menetelmän vaihtuminen kvantitatiiviseen - toiset tulkitsevat olemuksen muutoksena. (Koyré[1966], pp.61-2).

Crombien mainitussa kirjassaan esittämää tulkintaa voidaan pitää *jatkuvuusteesin* eräänä varianttina. Se pyrkii osoittamaan, ei vain, että modernin tieteen juuret ovat syvällä keskiaikaisessa maaperässä, vaan myös että moderni tiede, ainakin perustavissa ja olennaisissa suhteissaan, nimittäin filosofiselta ja metodologiselta inspiraatioltaan, on keskiaikainen innovaatio. (Koyré[1966], p.62).

Crombien yhtenä lähtökohtana näyttää olleen ajatus, että moderni tiede ilmentää *käytännöllistä* suuntaumista vastakohtana Antiikin teoreettiselle asennoitumiselle ja että sen ytimenä on kokeellinen menetelmä sekä syyselityksistä luopuminen kokemuksessa annettujen keskinäisten riippuvuuksien kuvaamisen hyväksi. Hänen evoluutionaarinen vetonsa uudenaikaisen tieteen alkuperän ongelmaa koskevassa keskustelussa oli jäljittää näiden piirteiden ilmestyminen 1200- ja 1300-luvuille (hän m.m. painottaa käytännöllistä tendenssiä Chartresin, Kilwardbyn y.m. koulujen opetuksessa). Crombien tulkinta kokee myös jollakin tavoin yhdistää skolastikkojen tieteelliset harrastukset Myöhäiskeskiajan kiistämättömään tekniseen edistykseen.

Crombien variantti jatkuvuusteesista edustaa myös tiettyä erityisempää tulkintalinjaa 1600-luvulla ilmeiseksi tulleen edistyksen syistä ja luonteesta. Modernin kokeellisen menetelmän käyttöönotto merkitsi Antiikkiin verraten oleellista metodologista edistysaskelta, jonka osuus uudenaikaisen tieteen muodostumiseen oli huomattava:

³²⁸ Koyré näyttää tarkoittavan sitä, että idealisaatio, esimerkiksi putoaminen tyhjiössä, edellyttää kontrafaktuaalista selitystapaa, mutta inertian lain sovellutus heittoliikkeeseen ei ole pelkästään kontrafaktuaalinen, koska ehto (vertikaalisen liikepyrkimyksen puuttuminen) on (Galileille) *luonnonlain perusteella mahdoton* (koska hän samaistaa painon ja massan, painosta ei ole abstrahoinen). Klassisen fysiikan käyttämät käsitteellistytävät eivät siten rajoittuisi kokemuksen pohjalta tapahtuvaan abstraktioon ja idealisaatioon (vrt. Husserl).

Seitsemännentoista vuosisadan tieteellisen menetelmän erottava piirre, verrattuna antiikin Kreikan vastaavaan, oli sen käsitys tavasta, jolla teoria tuli sitoa selittämiinsä tosiseikkoihin, tämän menetelmän sisältämä loogisten toimenpiteiden sarja teorioiden rakentamiseksi ja niiden kokeelliseksi kontrolloimiseksi. Moderni tiede on menestyksestään suureksi osaksi velkaa näiden induktiivisten ja kokeellisten menettelyjen käytölle, jotka muodostavat sen, mitä usein nimitetään eksperimentaaliseksi metodiksi. (Crombie[1953], p.1; Koyré[1966], p.62).

Aina Machin *Mechanik*-teokseen saakka 1600-luvun tieteellistä edistystä oli tapana pitää seurauksena metodologisesta vallankumouksesta, jolloin mahdollinen erimielisyys saattoi koskea sitä oliko sen päähahmo Bacon vai Descartes. Tämä käsitys ei läpäissyt Tieteellisen Vallankumouksen kategorian muodostuskautta 1930-luvulla. Painopiste siirtyi tuolloin joko varsinaiseen keksimiseen - uusiin teorioihin ja havaintoihin - tai samanaikaiseen maailmankuvan muutokseen. Crombien ohella voidaan mainita vain pari muuta historioitsijaa, jotka vielä myöhemmin ovat tuoneet esiin käsitystä metodologian keskeisyydestä puheenaolevassa prosessissa - heistä William Wallace aivan äskettäin³²⁹. (H.F. Cohen[1994], p.153).

Todisteet joille Crombie perustaa teesinsä koostuvat keskiaikaisista menetelmää (methodo) kokevista pohdinnoista, jotka tavallisimmin esiintyivät Aristoteleen *Analytiikkojen* kommentaareina. (Koyré[1966], p.65).

Crombien väite kuuluu, että systemaattinen ja moderni ymmärrys ainakin kokeellisen menetelmän kvalitatiivisista aspekteista on 1200-luvun länsimaisten filosofien ansiota. Nämä muunsivat kreikkalaisten geometrasta metodia ja loivat nykyaikaisen kokeellisen tieteen. Yrityksen menestys johtui siitä, että yhdistämällä taitojen ja ammattien (arts and crafts) empirismi rationaalisen selityksen tavoitteluun kyettiin ylittämään molempien rajoitukset:

Strateginen siirto, jolla Grosseteste ja hänen seuraajansa 1200- ja 1300-luvuilla loivat modernin kokeellisen tieteen, oli yhdistää käytännön taitojen kokeellinen tottumus 1200-luvun filosofian rationalismiin (Crombie[1953], p.10).

Lisäksi onnistuttiin muodostamaan yhtenäisempi käsitys olemassaolosta: kun kreikkalaisten erottamat tietämisen eri tyypit ja tavat - fyysikaalinen, matemaattinen, metafyyminen vastasivat erilaisia olemisen tyyppisiä, kristilliset filosofit näkivät niissä olennaisesti metodin eroja. (Crombie[1953], p.2; Koyré[1966], p.62-3).

Crombien mukaan 1200-luvun tieteenfilosofien ansiona oli ymmärtää kokeen arvo teorioiden verifikaation ja falsifikaation kannalta sikäli kuin kokeilu, *eksperimentaatio*, erottautuu pelkästä havainnoinnista, observaatiosta, joka oli aristotelisen induktion perustana. Itse asiassa he löysivät enemmänkin, nimittäin tieteellisen *teorian* todellisen merkityksen ja tehtävän, ja tunnustivat, ettei teoria voi koskaan edustaa välttämätöntä, se on, ainoaa ja lopullista totuutta.³³⁰ Vaikka kokeellinen menetelmä ei kaikissa yksityiskohdissaan tullutkaan kehitellyksi täydellisyyteensä 1200- ja 1300-luvuilla, eikä sitä aina sovellettu järjestelmällisesti, kokeellisen tieteen teoria ymmärrettiin ja sitä sovellettiin riittävästi niin, että se saattoi tuottaa modernin tieteen lähteenä olleen *metodologisen vallankumouksen*. Tämän revoluktion myötä ilmestyi se selkeä käsitys teorian ja observaation suhteesta, jolle perustuvat tieteellistä tutkimusta ja selittämistä koskevat moderni käsitys ja käytäntö. Kokeellisen tieteen *rakennekonseptio* 1600-

³²⁹Vrt. esim. Wallace[1990], erit. pp.241-2.

³³⁰Grossetesten mukaan kokeellinen verifikaatio ja falsifikaatio tulevat empiirisessä tieteessä välttämättömiksi sen vuoksi, ettei **analyysi** täällä - toisin kuin matematiikassa - johda **yksikäsitteiseen** tulokseen; samalle ilmiölle voidaan antaa useita selityksiä, ja koetta tarvitaan erottamaan ilmiön todellinen syy muista mahdollisista, eli 'järjen perusteella mahdollinen' syy 'kokeen perusteella mahdollisesta'. (Crombie[1953], p.82).

luvulla, se mitä Galilei, Bacon, Descartes ja Newton puolustivat, oli kuitenkin täsmälleen sama kuin skolastikkojen esittämä. Tärkein parannus skolastiseen metodiin verraten oli siirtyminen kvalitatiivisesta menetelmästä kvantitatiiviseen. Erikoistuneet mittaustulokset ja -instrumentit yleistyvät ja tulevat tarkemmiksi; turvaututaan kontrollikeinoihin, joilla voidaan eristää kompleksien ilmiöiden olennaiset tekijät; kehitetään systemaattisia mittaustapoja [suureiden] samanaikaisen vaihtelun määrittämiseksi ja probleemien esittämiseksi matemaattisessa muodossa. 1600-luvun alkuperäinen ja merkittävä panos oli kokemuksen täydellisyyden viety yhdistäminen uudentyyppiseen matematiikkaan ja vapaus, jolla fysikaalisia probleemoja sallittiin ratkaista matemaattisesti. (Crombie[1953], pp.19, 9, 10; Koyré[1966], pp.63-4).

Suuri osa 1200- ja 1300-lukujen kokeellisesta työstä tehtiin kokeellisen tieteen teorian valaisemisen tarkoituksessa, ja kaikki Grossetesten ja tämän seuraajien teokset heijastavat metodologista näkökohtaa. (Crombie[1953], pp.10-11; Koyré[1966], p.66).

Occamin nominalismi merkitsee Grossetesten alulle paneman kehityksen huippukohtaa: Tämä ei vain pitänyt finaalisia syitä pelkäämään 'metaforisina', vaan kritisoiden myös vaikuttavia syitä määritteli tieteen käytännölliseksi ohjelmaksi havaittujen tosiseikkojen korreloimisen, ilmiöiden pelastamisen loogisten ja matemaattisten välineiden avulla. Soveltamalla armottomasti 'Occamin partaveistä' hän lisäksi päätyi hylkäämään sekä aristotelisen- että impetus-käsitteen ja muodosti liikkeen käsitteen, jonka 1600-luku otti uudestaan käyttöön. (Crombie[1953], p.175).

Koyré'n mukaan tieteen metodologian käsittelemät tärkeimmät ongelmat koskevat teorian suhdetta faktoihin; sen tavoitteena on kiinnittää ehdot, jotka teorian tulee täyttää ollakseen hyväksyttävä, ja vakiinnuttaa menetelmät, joilla voimme ratkaista, onko annettu teoria pätevä vai ei; keskiaikaisin termein ilmaistuna kyseessä ovat 'verifikaation' ja 'falsifikaation' menetelmät. Metodologiset kysymykset tulevat tärkeiksi tieteen kriittisinä kausina, jollaista edusti 1200-luku kreikkalaisten ja arabialaisten tieteellisten ja filosofisten tekstien käännösten julkaisemisen johdosta. (Koyré[1966], p.63).

Crombien voidaan katsoa osoittaneen, että jo keskiaikaiset loogikot ymmärsivät hyvin resoluution ja komposition menetelmän ja se esiintyi heidän opetuksissaan. Tämä menetelmä, jota on pidetty galileilaiselle epistemologialle omana, palautuu todellisuudessa Aristoteleen *Analytica Posterioraan*, ja on löydettävissä Padovan aristotelikkojen töistä. (Koyré[1966], p.76). Koyré torjuu käsityksen että metodologia olisi tieteen edistystä määräävä tekijä. Jos myöntäisimme metodologialla olevan hallitsevan vaikutuksen tieteen kehitykseen, kohtaisimme tässä tapauksessa sen paradoksin, että olennaisesti aristotelinen metodologia tuottaa - kolmensadan vuoden viiveellä - tieteen joka on perustavalla tavalla antiaristotelinen (ibid., p.78).

Mutta Grossetesten aloittama "metodologinen vallankumous" ei johtanut mihinkään merkittävään keksintöön. Sitä paitsi tieteen todellinen edistys näyttää tapahtuneen riippumatta metodologian kehityksistä: esimerkiksi Jordanus Nemorariuksen töissä on *menetelmä* muttei *metodologiaa*; se edistys, jonka Bacon, Thierry de Freiberg ja Witelo saivat aikaan optiikassa, perustui Al-Hazenin *Optiikan* tunnetuksi tuloon. (ibid., p.77).

Crombie itsekin tuo esiin käsityksen, että keskittyminen metodologiaan, josta oli seurauksena tieteen ja filosofian eroaminen toisistaan, oli syynä tieteellisen edistyksen puuttumiseen (ibid., p.77). Koyré'n argumentti saa tässä kohtaa luonteenomaisen käänteen: koska modernin fysiikan syntyä selittäväksi tarkoitettu tekijä oli läsnä jo aiemmin, tämä osoittaa, että sen läsnäolo on tuon tapahtuman selityksenä *riittämätön* (vrt. H.F. Cohen[1994], p.107).

Mikään tiede ei ole koskaan alkanut tutkielmalla metodista, toteaa Koyré. Metodologisten tutkielmien paikka on tieteellisten kehitysten keskivaiheessa, ei niiden alussa. (Koyré[1966], p.78).

Crombien valaisema kokeellisen metodin sekä resoluution ja komposition menetelmän keskiaikainen alkuperä osoittavat, että

...abstraktilla metodologialla on vähän merkitystä tieteellisen ajattelun konkreettisessa kehityksessä. Näyttää siltä, että kaikkialla on aina ymmärretty, että kompleksit kokonaisuudet pitää hajoittaa yksinkertaisiin elementteihin ja että hypoteesit tulee 'verifioida' tai 'falsifioida' johtamalla niistä loogisia seurauksia ja rinnastamalla nämä faktoihin. Tuntee houkutusta soveltaa metodologiaan Napoleonin kuuluisaa sanontaa strategiasta: Sen periaatteet ovat hyvin yksinkertaisia; sovellutus ratkaisee. (Koyré[1966], p.76).

Ylempänä todettiin, että teoreettisen komponentin painotus tieteen sisällössä on yksi Koyrén historiografian määrävistä piirteistä (s.105). Puheenaolevan probleeman yhteydessä hän kiinnittää huomiota m.m. siihen, että optiikan harjoittamisella, johon Crombien tutkimus paljolti keskittyy, on Grossetestelle toinenkin merkityksen lähde kuin toimiminen metodologisena esimerkkinä matematiikan soveltamisesta, nimittäin uusplatonismi, johon kuului käsitys valosta luodun maailman muotona, joka informoi muodotonta ainetta ja levitessään luo avaruuden laajuuden. Grossetestelle optiikka oli avain fysikaalisen maailman tuntemiseen, ja hän uskoi että kaikki kausaalinen vaikutus noudatti valon mallia. (vrt. Crombie[1953], p.104-5). Grossetesten aksioomina toimivat jo Aristoteleella esiintyvät luonnon yhdenmukaisuuden periaate sekä yksinkertaisuuden periaate, *lex parsimoniae*; toisin kuin Aristoteles, jolle viimeainittu laki oli pragmaattinen periaate, Grosseteste keskiaikaisten edeltäjiensä ja modernien seuraajiensa tavoin piti sitä todellisuutta koskevana (Koyré[1966], pp.66-7; vrt. Crombie[1953], p.87).

Koyré ei hyväksy ajatusta metodologisesta vallankumouksesta, vaan katsoo Crombien tutkimuksen päinvastoin osoittavan logiikan kehityksen täydellisen jatkuvuuden Aristoteleesta Milliin. Mutta jos Aristoteleen logiikka muodosti kiinteän kokonaisuuden hänen fysiikkansa ja metafysiikkansa kanssa, asia on toisin Grossetestella, joka yhdisti olennaisesti aristoteliseen logiikkaan uusplatonistisen metafysiikan, mikä siirtää kysymyksen logiikan ja metodologian alueelta yleisempään kysymykseen joka koskee filosofian ja metafysiikan vaikutusta tieteelliseen ajatteluun. Crombien näkemyksiin, että platonismi ja uusplatonismi ovat antaneet matematiikalle luonnon tutkimisessa suuremman merkityksen kuin aristotelismi ja että Grossetesten valon metafysiikka oli ensimmäinen etappi matemaattisen luonnontieteen kehityksessä, Koyré luonnollisesti yhtyy. (Koyré[1966], pp.78-9).

Mitä tulee nominalistisen ja positivistisen tradition empirismin merkitykseen, Koyré huomauttaa ristiriidasta, jonka muodostaa Ockhamin raju reaktio Grossetesten kannattamaa augustinolaista uusplatonismia vastaan (ibid., p.72). Jos Ockhamin aristotelisiin syihin kohdistama kritiikki raivasikin tilaa uudelle tieteelle, nominalismi ei missään tapauksessa ollut positiivinen tekijä sen kehityksessä. Eivät Nicole Oresmen matemaattiset ja kinemaattiset työt, jotka johtuivat Bradwardinelta innoituksensa saaneen Oxfordin koulun vastaavista, enempää kuin hänen ja Jean Buridanin impetus-teoria tai jälkimmäisen ajatus Maan pyörimisestä ole missään yhteydessä nominalismin tai positivismin kanssa. Ockhamin selitys liikkeen käsitteestä, jonka Crombie samaistaa myöhemmän inertian kanssa, ja joka Anneliese Maierin mukaan olisi voinut johtaa käsitykseen liikkeestä tilana, ei tosiasiaa niin tehnyt; yksikään Ockhamin monista oppilaista ei yrittänyt kehittää sitä tähän suuntaan, mikä osoittaa sen täydellisen hedelmättömyyden. (ibid., p.80-1).

Metodologian merkityksen korostaminen näyttää Crombiella olevan sisäisessä yhteydessä empiristisen tietoteorian kanssa. Hänen käsityksensä tiedon ja tutkimuksen teoriasta kuuluu seuraavasti:

Filosofinen totuus jonka kokeellisen tieteen historia XIII:lta vuosisadalta lähtien on tuonut päivänvaloon on, että kokeellinen menetelmä, jota alunperin ajateltiin menetelmänä jota käyttäen voitaisiin löytää ilmiöiden todelliset syyt, on ilmennyt metodiksi, joka sallii antaa ilmiöistä vain toden kuvauksen. Tieteellinen teoria on antanut kaiken selityksen, jota siltä voidaan odottaa, kun se on asettaanut kokemuksessa annetut seikat keskinäiseen suhteeseen niin täsmällisesti, niin täydellisesti ja käytännöllisesti kuin mahdollista. Luonteensa mukaisesti tällainen kuvaus on väliaikainen, ja

tutkimuksen käytännöllinen ohjelma on rajoittuneiden teorioiden korvaaminen täydellisemmällä. (Crombie[1953], p.86).

Empirismi ei kuitenkaan ilmeisesti sinänsä välttämättä johda metodologian korostamiseen silloin, kun kokeilua pidetään lakien löytämisen eikä niinkään niiden verifikaation ja falsifikaation menetelmänä, kuten tapahtuu esimerkiksi Stillman Draken uusempiristisessä Galilei-tulkinnassa (s.152).

Loppujen lopuksi Koyré kuitenkin tuo kuvaan takaisin metodologisen vallankumouksen, jonka panee alulle Galilei. Tämän innovaatio on korvata kokemuksessa annettu todellisuus ideaalisilla malleilla, mikä tekee mahdolliseksi aristotelisen empirismin ylittämisen ja todellisen *eksperimentaalisen* metodin kehittämisen, metodin jossa matemaattinen teoria määrää kokeellisen tutkimuksen rakenteen. (Koyré[1966], p.83).

Koyré ei tässä yhteydessä eikä myöskään muualla näytä antavan suurta painoa *teorian* käsitteen väitetysti kokemalle muutokselle myöhäiskeskialjalta ja skolastisen nominalismin vaikutuksesta lähtien, muutokselle, jonka sisältönä oli luopuminen uskosta, että mikään teoria voisi olla lopullinen ja ainoa totuus (s.156). Hän näyttää yhdistävän tämän kehityksen, jota jotkut pitävät epookkia tekevänä (vrt. Blumenberg[1976], pp.200, 206), tutkivan pyrkimyksen hajoamiseen ja hedelmättömään skeptisismiin.

Johtopäätös, joka hänen mukaansa voidaan vetää historiasta on, että pelkkä empirismi, tai edes 'kokeellinen filosofia', ei sinänsä johda minnekään; tiede ei edisty luopumalla toden tavoittelun näennäisesti hyödyttömästä päämäärästä, vaan pyrkimällä siihen rohkeasti. Tämän seurauksena modernin tieteen edistymisen historia tulisi omistaa vähintään yhtä suuressa määrin sen *teoreettisen* kuin sen *kokeellisen* aspektin kuvaamiselle. Sillä teoreettinen puoli ei ole ainoastaan läheisesti liittynyt kokeelliseen, vaan dominoi tätä ja määrää sen rakenteen. Uuden ajan tieteelliset vallankumoukset ovat perustaltaan teoreettisia kumouksia; niiden tulos ei ole siinä, että paremmin opitaan sitomaan toisiinsa 'kokemuksessa annetut', vaan siinä, että hankitaan uusi käsitys 'annettua' kannattavasta todellisuudesta. (Koyré[1966], p.86).

Positivistinen käsitys ei Koyré'n mielestä ole lainkaan edistyksellinen, vaan päinvastoin edustaa taantumista mitä korkeimmassa asteessa: instrumentalistisen, *ilmiöiden pelastamisen*, konseptin, jonka paras ilmaisu on Ptolemaioksen tähtitiede, kehittivät kreikkalaiset astronomit. Saatettuaan täydellisyyteen tieteellisen ajattelun metodin - observaation, hypoteettisen teorian, deduktion ja verifikaation uusien havaintojen avulla - he huomasivat kuitenkin olevansa kykenemättömiä tunkeutumaan taivaankappaleiden todellisten liikkeiden salaisuuteen. Tämän johdosta he joutuivat rajoittamaan ambitionsa ilmiöiden pelastamiseen, toisin sanoen havaintotulosten puhtaasti formaaliin käsittelyyn, joka mahdollisti ennusteet, mutta samalla erotti matemaattisen teorian perustana olevasta todellisuudesta. (ibid., p.81).

Juuri tämän konseptin 1300-luvun vuosisadan positivistit - samoin kuin 1800- ja 1900-lukujen, jotka vain ovat korvanneet alistuneisuuden itsetyytyväisyydellä - ovat yrittäneet tuoda luonnontieteeseen, ja juuri tätä perinteistä defaitismia vastaan nousivat kapinaan modernin tieteen perustajat Kopernikuksesta ja Galileista Newtoniin vakaumuksenaan, että matematiikka on avain luonnon ymmärtämiseen eikä vain tosiseikkojen järjestämisen muodollinen väline. (ibid., pp.81-2).

5.4.5.Renessanssista moderniin

Koyré'n luonnehdinta renessanssiajan tieteestä ja niistä epistemologisista kehityksistä ja piirteistä jotka, nimenomaan fysiikassa ja astronomiassa, merkitsevät siirtymistä moderniin kauteen.

Varhemmin modernin ajan ja modernin ajattelun alku osattiin määritellä aivan täsmällisesti: moderni aika alkoi keskiajan päätyttyä, tarkalleen 1453; moderni ajattelu alkoi Baconista, joka nosti kokemuksen ja terveän ihmisjärjen oikeudet skolastista järkeilyä vastaan.

Koyré huomauttaa 'modernisuuden' suhteellisuudesta siihen epookkiin, joka historiaa kirjoittaa: Koska moderneja olemme me - ja ne, jotka ajattelevat suurin piirtein samoin kuin me - menneisyyden instituutiot ja probleemat sijoittuvat eri aikakausien näkökulmasta eri tavoin suhteessa modernisuuteen. Bacon oli moderni, kun ajattelun 'tyyli' oli empiristinen; hän ei ole sitä enää epookkina, jolloin tiede tulee yhä matemaattisemmaksi. Nyt ensimmäinen moderni filosofi on Descartes. ("La pensée moderne", Koyré[1966], pp.16-23; pp.16-7).

Renessanssin, jota kutsutaankin juuri *kirjallisuuden ja taiteen* renessanssiksi, sivistysihanne oli retorinen, ei tieteellinen. Sen miljöötä ja henkeä ilmentävä tyyppi on luonnollisesti suuri taiteilija; mutta myös ja ehkä ennen muuta kirjallinen henkilö. Samoin oppinut, mutta, toteaa Koyré Émile Bréhier'tä lainaten, oppineisuuden henki ei ole aivan - eikä kenties lainkaan - sama kuin tieteen henki. Erityisen kuvaavaa renessanssiajalle on se tosiasia, että logiikan uudistus, jota silloin yritettiin, nimittäin Pierre Ramusin logiikka, oli yritys korvata klassisen logiikan todistustekniikka suostuttelun tekniikalla. Retorinen näkökohta on määräävä jo Petrarcan skolastisen logiikkaan suuntaamassa arvostelussa: aristotelisoivan skolastiikan monimutkaiset todistelut eivät häntä kiinnosta, hän on saanut kyllikseen niiden hienoudesta, syvällisyydestä ja teknisyydestä; ne eivät vakuuta. Ja mikä on tärkeämpää kuin vakuuttaa? Mutta syllogismi on tässä suhteessa vähempiarvoinen kuin cicerolainen retoriikka. Tämä on tehokasta koska se on selkeää, koska se suuntautuu *ihmiselle*, ja koska se puhuu siitä mikä hänelle merkitsee eniten: ihminen itse, elämä, hyve. (Koyré[1966], pp.50, 18-9).

Renessanssin suuri vihollinen, filosofisesta ja tieteellisestä näkökulmasta katsoen, oli aristotelinen synteesi, ja Renessanssin suurtyönä voidaan pitääkin tämän synteessin tuhoamista. Mutta kun aristotelisen fysiikan, metafysiikan ja ontologian tilalle ei ollut asettaa uutta fysiikkaa ja ontologiaa, jäätin vaille kriteeriä, jonka perusteella olisi ollut mahdollista ratkaista etukäteen, mikä on mahdollista ja mikä ei. Sillä ajattelussamme mahdollinen käy ennen todellista; todellinen on vain mahdollisen jäännös, ja asettuu sen kehukseen, mikä ei ole mahdotonta. Ja aristotelisessä maailmassa oli lukemattoman monia asioita, jotka eivät olleet mahdollisia, lukemattomista väitteistä tiedettiin ennakolta, että ne ovat epätosia. Renessanssia luonnehtivat herkkäuskoisuus ja taikausko olivat välitön seuraus tieteellisen ontologian tuhoutumisesta. Renessanssi on mitä karkeimman ja syvällisimmän taikauskoisuuden aikaa; usko noituuten ja magiaan on paljon yleisempää kuin Keskiajalla; astrologia näyttelee paljon suurempaa osaa kuin astronomia - Keplerin sanojen mukaan astrologian köyhä sukulainen - astrologeilla on virallinen asema kaupunkien ja mahtihenkilöiden tykönä³³¹. Ennenkuin uusi ontologia kehitetään 1600-luvulla, ei käytettävissä ole kriteeriä, jonka perusteella voitaisiin arvioida kertomusten todenperäisyyttä. Ihminen on luonnostaan herkkäuskoinen; on normaalia uskoa todistajanlausuntoja, varsinkin, jos nämä tulevat kaukaa tai aikojen takaa; on normaalia uskoa kunniallisten ja kunnioitettujen ihmisten todistusta. Mutta todistajanlausuntojen näkökulmasta mikään ei ole varmempaa kuin Paholaisen tai noitien olemassaolo; niin kauan kuin ei tiedetä, että noituus ja magia ovat ajatuksena järjettämiä, ei ole mitään syytä olla uskomatta näitä faktoja. Aristotelismin tuhoutuminen heitti ajattelun kohti maagista ontologiaa. Renessanssin tunnuslauseeksi sopisi "*kaikki on mahdollista*"; kysymys oli vain siitä, ovatko toiminnassa

³³¹ Keplerin ensimmäinen työpaikka oli yhdistetty Styrian maakunnan matemaatikon ja Grazin Protestanttisen seminaarin opettajan virka. Matemaatikon tehtäviin kuului kalenterin laatiminen sekä 'prognostikaatioiden' tekeminen. Keplerin ensimmäinen prognostikaatio, jossa hän ennusti erittäin kylmän talven, talonpoikien kapinan ja sodan turkkilaisia vastaan, toteutui joka yksityiskohdaltaan, mikä kerralla vakiinnutti hänen maineensa astrologina. Tämän seurauksena tärkeät henkilöt pyysivät häneltä horoskooppeja, joiden laatimisesta hän ei voinut aina kieltäytyä. (Koyré[1961a], p.127 ja n.3 p.380).

yliluonnolliset voimat vai selittyvätkö ihmeellisyydet luonnonvoimien avulla; Renessanssin "naturalismi" ei ole muuta kuin ihmeellisen maagista naturalisaatiota.

Jos asenne "kaikki on mahdollista" on Renessanssin hengen nurja puoli, oikeana puolena ovat rajaton uteliaisuus, näön terävyys, ja seikkailuhenki. Kaikkialla, missä tosiseikkojen kokoaminen ja tietämyksen kasaaminen riittävät, kaikkialla, missä *teoria* ei ole tarpeen, 1500-luku tuottaa suurenmoisia tuloksia. Mielenkiinto asioiden moninaisuutta, *varietas rerum*, kohtaan, ja faktojen kokoaminen ilmenevät niin kasvitieteessä, minerologiassa, geografiassa, kuin ihmisruumiin anatomian tutkimuksessakin. Se mitä puuttuu on luokitteleva teoria, joka tekisi mahdolliseksi kerättyjen faktojen järkevän yhdistelyn; luonnontieteelliset työt eivät ylitä luettelon astetta. (Koyré[1966], pp.50-3).

Eräs Renessanssiaikaan liittyvä epistemologinen kehitys koskee eri aistipiirien suhteellista asemaa henkisessä rakenteessamme. Erityisesti näön ja kuulon, *visus* ja *auditus*, välinen suhde ja suhteellinen tärkeys tiedon lähteinä ja instrumentteina näyttää olleen erilainen eri kulttuureissa tai eri epookkeina. Historioitsija Lucien Febvre on korostanut eroa, joka on olemassa meidän henkisen rakenteemme tai henkisten tapojemme - ihmisten jotka lukevat ääneti ja oppivat kaiken visuaalisesti - ja Keskiajan, ja jopa XV:n ja XVI:n vuosisadan ihmisten vastaavien välillä, ihmisten jotka lukivat kaiken ääneen, joiden täytyi lausua sanat ja oppia kaikki tai ainakin suurin osa korvakuulolta. Nämä ihmiset, joille ei vain *fides*, vaan myös *scientia* oli *ex auditu*, eivät uskoneet, että heidän oli luettava kirja, jos vain löytyi joku, joka opetti sitä heille elävällä äänellä. Leonardo da Vincissä, ehkäpä ensimmäistä kertaa historiassa, *auditus* karkoitetaan toiselle sijalle samalla kun *visus* ottaa ensimmäisen. Siitä todistavat hänen töitään geologian, kasvitieteen ja anatomian alalta luonnehtivat tarkkuus, artistisuus, näön terävyys sekä tekninen nerokkuus, joka usein ylittää Vesaliuksen vastaavan; kaikki hänen anatomiset työnsä tähtäävät aivan määrättyyn ja täsmälliseen maaliin, joka on ihmisruumiin sisäisen mekaanisen rakenteen *paljastaminen*, tarkoituksena tehdä se suoran havainnoinnin lähestyttäväksi.

Kuulon karkoituksesta toiselle sijalle seuraa taiteen alueella se, että maalaus nousee hierarkian huipulle. Tämä, niin kuin Leonardo huolella selittää, sen johdosta, että maalaus on ainoa taiteen laji, joka kykenee saavuttamaan *totuuden*, se on, näyttämään asiat sellaisina kuin ne ovat. Mutta tiedon ja tieteen alueella se merkitsee jotain muuta, ja paljon tärkeämpää, nimittäin uskon ja tradition, toisilta saadun tiedon, korvaamista vapaalla ja pakottomalla henkilökohtaisella näöllä ja intuitiolla. ("Léonard de Vinci 500 ans après", Koyré[1966], pp.105-6, 115).

Oppinut tendenssi tuottaa epäsuorasti tuloksia myös varsinaisen tieteen alueella. Kreikkalaiset tieteelliset tekstit, jotka olivat vähän tai ei lainkaan tunnettuja aiemmin, toimitetaan ja käännetään. Siten Ptolemaioksen tulee todella kokonaisuudessaan käännetyksi latinaksi vasta 1400-luvulla; Ptolemaioksen tutkimisen myötä tapahtuu astronomian uudistaminen³³². Kreikkalaisten matemaatikkojen - Arkhimedes, Apollonios, Pappos ja Heron - työt käännetään ja toimitetaan 1500-luvun kuluessa, ja Apollonioksen kadonneiden kirjojen rekonstruointi on matemaatikkojen keskeisiä ambitiesiä Maurolico'sta Fermat'han. Arkhimedeen töiden assimilaatio on perustana 1600-luvun tieteelliselle vallankumoukselle, kuten Apolloniuksen kartioleikkausteorian tutkiminen tekee mahdolliseksi Keplerin toimeenpaneman astronomisen kumouksen. (Koyré[1966], p.53).

³³²Wieniläiset humanisti-astronomit Georg Peurbach ja Johannes Regiomontanus toimittavat Ptolemaioksen *Syntaxis mathematica* (Almagest) latinankielisen *Epitomin* joka julkaistaan 1496; tätä piti Kopernikus perustekstinään. (Gascoigne[1990], pp.221, 229).

Liikkeen aloittavat filosofit. Nikolaus Cusanus avaa hävitystyön joka johtaa järjestyneen kosmoksen purkamiseen, asettaen Maan ja taivaiden todellisuuden samalle ontologiselle tasolle. Cusanukselle Maa on *stella nobilis*, jalo tähti; tämä näkemys, sekä Universumin äärettömyyden, tai pikemmin sen määräämättömyyden, vahvistaminen, laukaisevat ajatusprosessin joka päättyy uuteen ontologiaan, avaruuden geometrisatioon ja hierarkisen synteetin häviöön. (Koyré[1966], pp.54, 20-1).

Giordano Bruno, vaikkakin "viheliäinen matemaatikko ja erittäin keskinkertainen oppinut", osaa ensimmäisenä vetää oikeat johtopäätökset Kopernikuksen järjestelmästä: rakenteisen ja hierarkisen, äärellisen ja suljetun Universumin idea on kertakaikkisesti hyljättävä. Niinpä hän julistaa verrattomalla rohkeudella äärettömän ja avoimen Universumin ideaa. Tästä seuraa luonnollisen paikan, ja siten myös luonnollisen liikkeen käsitteen hylkääminen: aristotelisen paikkojen yhdelmän tilalle tulevassa platonilaisessa avaruudessa, joka ymmärretään 'säiliönä', kaikki liikkeet ovat samanarvoisia. Bruno ylittää Kopernikuksen fysikaalisen ajattelun, joka vielä teki eron Maan pyörimisliikkeeseen osallistuvan tai putoavan kappaleen luonnollisen [Kopernikus oletti että kaksi luonnollista liikettä saattoivat yhdistyä] ja Maan pinnalla liikkuvan kappaleen väkivaltaisen liikkeen kesken, ja onnistuu ajattelemaan selvästi mekaanisen systeemin käsitteen, pitäen Maata ja esimerkiksi meren pinnalla liukuvaa laivaa liikkeen kuvailun kannalta analogisina järjestelminä - analogia jonka m.m. Kepler torjuu. Bruno, joka ajattelee liikkeen jatkuvuutta *impetus*-teorian mukaisesti, ei onnistu määrittelemään kopernikaanisen maailman edellyttämien fysiikan periaatteita. (Koyré[1966], pp.57, 98, 205, 209).

Johannes Keplerin "sekava ja nerokas" työ edustaa kenties parhaiten Renessanssin henkeä tieteessä, vaikka sijoittuukin kronologisesti 1600-luvun alkuun (*Astronomia nova sive physica coelestis* 1609, *Epitome Astronomiae Copernicanae* 1618-21).

Koyré'n suosikkiheros, "todellinen *Janus Bifrons*", samalla kertaa sekä edellä että jäljessä aikaansa, Kepler ilmentää työssään luonteenomaista siirtymää animistisesta maailmankäsityksestä mekanistiseen. *Mysterium Cosmographicum* selittää vielä planeettojen liikkeen niitä työntävien ja ohjaavien sielujen voimalla, mutta *Epitomessa* tekijä sanoo, ettei maksa vaivaa turvautua sieluihin siellä, missä aineellisten tai puoliaineellisten syiden, kuten valo tai magnetismi, vaikutus tarjoaa riittävän selityksen; mutta mekanismi riittää juuri siksi, että planeettojen liikkeet seuraavat tiukasti matemaattisia lakeja. Kepleriä hallitsee yhä ajatus maailmasta Luojan, jopa Kolminaisuuden, ilmaisuna. Niinpä hän näkee Auringossa Isän, kiintotähtitaivaassa Pojan, ja niiden välillä kiertävissä valossa ja voimissa Pyhän Hengen, ilmaisun. Keplerin maailma on yhä taivaanholvin rajoittama ontelo, äärellinen, joskin laajempi kuin Aristoteleen tai jopa Kopernikuksen maailma. Brunon keskuksettomaa ja rajattomaan kaikkeuteen Kepler suhtautuu kammolla: oletus tähtimaailman jatkumisesta näköpiiriin taa on epätieteellinen ja mielivaltaisen, tyhjä avaruus taas ei olisi mitään, tai vielä pahempi, olemassaoleva ei-mitään; kiintotähdet sisältyvät aineelliseen taivaanholviin, joka on kovaa kuin jää, josta Kepler arvioi sen olevankin. Otsikko '*physica coelestis*' on haaste aikalaisille, sillä se implikoi sublunaarisen ja astraalisen maailman yhtenäistämisen tieteen kannalta, mutta filosofisesti Kepler on paljon lähempänä Keskiäikää ja Aristotelesta kuin Galilei tai Descartes. Hän ajattelee yhä Kosmoksen termein. Hänelle liike ja lepo eroavat toisistaan niinkuin valo ja pimeys; kuten Aristoteles tai Keskiajan fyysikot hän uskoo, että liike kaipaa selitykseen syytä tai voimaa, kun taas lepo ei tarvitse selitystä, ja että erotettuna liikuttajasta tai liikevoiman vaikutuksesta kappale pysähtyy. Termin *inertia* käyttöönottaja, hän tarkoittaa sillä kappaleen ominaisuutta vastustaa liikettä, ei, niin kuin oli laita Newtonin jälkeisessä fysiikassa, kykyä ylläpitää liikkeen ja levon tiloja ja vastustaa niiden muuntamista toisikseen: kuten Aristoteleen tai *impetus*-teoreetikoiden, Keplerinkin avaruus on fysikaalinen, avaruus, joka vastustaa kappaleiden liikettä; joskin homogeeninen, se ei ole esineellistetyn geometrian avaruus. "Kepler asettaa aina kysymyksiä, joita kukaan muu ei aseta, ja etsii vastauksia siellä missä toiset eivät

taatusti näe ongelmaa." Kepler on ensimmäinen tai ensimmäisiä, joka perinnäiseen kysymykseen "A quo moventur projecta?" keksii liittää kysymyksen "A quo moventur planetae?". Tämä kysymys ei herännyt matemaattiselle, se on ptolemaiolaiselle, astronomialle, koska "tämän astronomian ympyrät ja kehät ovat vain laskelmien apuneuvoja, joiden todellisuutta ei väitetä", eikä myöskään Kopernikuksen astronomiassa, koska siellä planeettoja kuljettavat orbitaalit, joiden liike on välitön seuraus niiden pallomuodosta. Miksi ylemmät planeetat ovat alempia hitaampia? Miksi planeettoja on tietty määrä, kuusi kappaletta? Kukaan ei asettanut näitä kysymyksiä ennen Kepleriä, koska kukaan ei niitä osannut asettaa, ja näin siksi, että kosmologinen annettu hyväksyttiin "perimmäisenä tosiasiana, jota ei voi ylittää", tai siksi, että etsittiin "sisäistä järjestyksen periaatetta" uskaltautumatta etsimään "takana olevaa syytä (*raison*)". Keplerin omaperäinen näkökulma palautuu metafysiikkaan, kolminaisuuden mystiikkaan: täältä johtuu uusi tapa jakaa astronominen objekti liikkumattomiin Aurinkoon, kiintotähtiin ja avaruuteen, sekä liikkuviin planeettoihin; edelliset ilmaisevat Jumalaa itseään, hänen olemustaan, jälkimmäiset hänen luomistyötään. Kopernikaanisen astronomian pano uudelleen työn alle tapahtuu Cusanuksen mystisen metafysiikan kehityksessä, väittää Koyré: se mikä "johtaa [Keplerin] tekemään Auringosta ei vain Kosmoksen arkkitehtonista, vaan myös sen dynaamisen keskuksen, ja siten tuomaan Kopernikuksen astronomiaan ensimmäisen, ja erittäin tärkeän, muutoksen, ovat hänen mystiset spekulationsa".³³³ Avaruuden postuloiminen kolmantena liikkumattomana tekijänä mahdollistaa kopernikaaniseen representaation kääntämisen: sen sijaan, että Maa nähtäisiin tai vaankappaleena, planeetat nähdäänkin Maan kaltaisina, jolloin niiden liike kysyy syytä. Mutta maailma ei ole vain Jumalan ilmaisu, se on myös hänen luomansa: kysymykset maailman rakenteesta, harmonioista, nousevat halusta paljastaa "rakenteen lait, tai kuten hän niitä nimittää, 'arkkityypiset' lait jotka, Luojan mielessä, ovat hallinneet maailman luomisessa, lait jotka, Keplerille, voivat olla vain ... geometrisia. ...[ja halusta] määrittää fysikaaliset keinot, joita jumalallinen Arkkitehti tai Insinööri on käyttänyt tehdäkseen rakennelmansa pysyväksi tai toimivaksi.". Planeetan kiertoliike edellyttää sitä ylläpitävän voiman; tämän lähde on Auringon rotaatio, ja sen välittää planeetalle valon tai magneettisuuden kaltainen immateriaalinen *species*. Planeetan etäisyyden vaihtelu Auringosta johtuu varsinaisesta magneettisesta voimasta, joka on eri vaikutus kuin kiertoliikkeestä vastaava *species*. Kepler huomaa, että planeetan nopeudet aphelissä ja perihelissä ovat likimain kääntäen verrannollisia vastaaviin etäisyyksiin Auringosta; rohkealla ja virheellisellä yleistyksellä, joka saa tukea niinkään virheellisestä analyysistä, hän omaksuu nopeuslain, jonka mukaan planeetan nopeus on aina kääntäen verrannollinen radiusvektorin pituuteen. Tästä seuraa Keplerille pätevän aristotelisen teorian nojalla, että planeettaa kuljettava voima noudattaa samaa etäisyysriippuvuutta, minkä hän selittää liikuttavan *specieksen* keskittymisellä lähelle ekliptikan tasoa. Planeetan pysyminen kiertoradallaan ei aseta fysikaalista ongelmaa, se seuraa maailman rakenteesta eikä vaadi keskuksen suuntautuvaa voimaa, sillä keskipakoista pyrkimystä ei ilmene. Maanpäälliset esineet taas seuraavat Maan pyörimisliikettä, koska terrestisen aineen osasten keskinäinen attraktio sitoo ne Maan päämassaan ikäänkuin elastisin ketjuin. Attraktio esiintyy siis samankaltaisten (*cognata*) osien kesken; sellainen vaikuttaa esimerkiksi Maan ja Kuun välillä, muttei Maan ja muiden planeettojen, ja vielä vähemmän Auringon ja planeettojen välillä. Kvalitatiivisesti differentioituneen universumin säilyminen sekä liikkeen muuttumattoman jatkuvuuden mahdollisuuden ja vetovoiman tarpeen poissulkeva avaruuden äärellisyys tekevät Keplerille mahdottomaksi päätyä yleisen vetovoiman käsitteeseen, niin kuin

³³³ Cusanus samaisti Pyhän Kolminaisuuden sekä pallon tai ympyrän keskipisteen, sisäosan ja reunan muodostaman kolminaisuuden. Jorland toteaa, ([1981], p.226 n.) ettei Koyré osoita tarkalleen, miten Keplerin mystiset käsitykset johtivat tämän astronomista työtä; kyseessä on merkittävä aukko Koyré'n näkökulmasta katsoen, sillä jos Keplerin motiivit jäävät selvittämättä, olennainen jää analyysistä puuttumaan.

usko liikkeen ja levon ontologiseen eriarvoisuuteen on "ainoa ja yksinomainen" syy, miksi Kepler ei onnistu laskemaan uuden fysiikan perusteita. "Keplerin asenne... näyttää meille paremmin kuin mikään muu galileilaisen vallankumouksen syvästi filosofiset juuret". (Koyré[1964], pp.13-16; Koyré[1966], pp.207-9, 56-8, 96-8; Koyré[1961a], pp.119-23; Jorland[1981], pp.215, 218, 219-20).

Galilein myötä siirrymme varmasti ja lopullisesti pois Renessanssista, mihin vielä Bruno ja Kepler voidaan yhdistää. Galileissa ei enää ole mitään Renessanssia luonnehtivista piirteistä: hän on mitä suurimmassa määrin magiaa vastaan, eikä hän koe mielihyvää asioiden moninaisuuden johdosta. Se mikä häntä elähdyttää on arkhimedinen idea matemaattisesta fysiikasta, todellisen reduktio geometriseen. Niinpä hän identifioi fysikaalisen avaruuden euklidisen geometrian kanssa, ja tämä tekee mahdolliseksi klassisen fysiikan perustana olevan liikkeen käsitteen. Vaikkei hän missään selvästi lausukaan käsitystään äärettömästä, Galileon Universumi ei enää ole taivaanholvin rajoittama, kuten vielä oli laita Keplerillä. (Koyré[1966], p.58).

Galileo on mahdollisesti ensimmäinen ajattelijana, joka on uskonut, että kaikki luonnossa on matemaattisten lakien alaista: epäsäännölliset muodot ja liikkeet eivät ole vähemmän matemaattisia kuin säännölliset; ne eivät ole vähemmän tarkkoja, ainoastaan komplisoidumpia [epätäsmällisyys siirtyy ontologian tasolta kuvauksen tasolle]. Täydellisten suorien ja ympyröiden puuttuminen terrestisestä luonnosta ei ole vastaväite matemaatiikan käytölle fysiikassa [niin kuin sekä Platon että Aristoteles olivat ajatelleet].

Galilei on myös ensimmäisiä joka on täsmällisesti ymmärtänyt kokemuksen roolin tieteessä. Tieteellinen koe, *experimentum*, on erotettava tavallisesta kokemuksesta, jossa on kyse vain observaatiosta. Galilein sanonnan mukaisesti fysikaalinen koe on kysymys luonnolle, joka asetetaan matemaattisessa erityiskielessä. Ei riitä että havaitaan se, mikä esiintyy normaalisti ja luonnollisesti, vaan täytyy osata asettaa sopiva kysymys, osata tulkita ja ymmärtää vastaus, se on, soveltaa kokeeseen mittauksen ja matemaattisen tulkinnan tiukkoja lakeja.

Galilei oli myös ensimmäinen, joka loi varsinaisen tieteellisen instrumentin. Aikaisemmat välineet - kuten Tycho Brahen käyttämät - olivat olleet vain observaation, tai enintään mittaamisen, välineitä. Eräissä mielessä ne olivat vain työkaluja: niiden tehtävä oli pidentää ja vahvistaa jäseniämme ja aistejamme, ja ne kuuluivat tavallisen kokemuksen maailmaan. Varsinaiset tieteelliset instrumentit taas rakennetaan lähtien teoriasta, ja määrättyä tieteellistä tarkoitusta varten. Sellainen oli Galilein kaukoputki, jonka konstruktio perustui optiikan teorialle, ja jonka tarkoituksena oli paljastaa jotain mikä oli näkymätöntä paljaalle silmälle, ylittäen näin esigalileilaisen tieteen kokemukseperustan. (vrt. m. *Du monde de l'à peu près à l'univers de la précision*, Koyré[1961], pp.341-62, eritt. p.350ff).³³⁴

Tekemällä matemaattisesta fysikaalisen todellisuuden perustan Galilei joutui hylkäämään kvalitatiivisen maailman, suhteellistamaan eläviin olentoihin ja karkoittamaan subjektiivisen piiriin aistikvaliteetit, joista aristotelinen maailma oli tehty. Galilein myötä syntyy repeämä aisteille annetun maailman ja todellisen, se on tieteen, maailman välille. Tiede sellaisena kuin me sen tunnemme rakentui Galilein fysiikan ja sen karteesisen tulkinnan pohjalle. Modernin tieteen perustus luotiin Galilein ja Descartesin aikana ja paljolti heidän toimestaan. Modernin periodin varhaisin epookki huipentui newtonilaisessa synteesissä, joka yhdisti Gassendi'n, Robervalin ja Boylen 'korpuskulaarisen' ainekäsitteen sekä Galilein ja Descartesin panmatematismin - tapaamme Demokritoksen atomit Platonin avaruudessa (*khora*). Moderni tiede, samalla kun se onnistui yhtenäistämään fysikaalisen kosmologian, operoi

³³⁴ Koyré'n analyysi instrumentin käsitteestä on mahdollisesti saanut vaikutteita Gaston Bachelard'ilta; tämän mukaan "instrumentit eivät ole muuta kuin aineellistuneita teorioita" ("...les instruments ne sont que des théories matérialisées"; *Le nouvel esprit scientifique*, p.16).

maailman uuden kahtiajaon. Tieteen maailma, kvantiteetin, esineellistetyin geometrian maailma, erkani täysin jokapäiväisen elämän maailmasta, joka on kvaliteetin ja aistihavainnon maailma; tälle maailmalle tiede ei ole kyennyt esittämään selitystä, ei edes sellaista mikä hajoittaisi sen subjektiiviseksi näennäisyydeksi. On totta, että nämä kaksi maailmaa yhä enemmän tulevat käytännön yhdistämiksi, mutta teorialle niiden välillä avautuu kuilu. Modernin hengen tragedia on että se on ratkaissut Universumin arvoituksen vain korvatakseen sen oman itsensä arvoituksella. (Koyré[1966], pp.58-60; Koyré[1964], pp.33-4, 43).

5.5. Tekniikka, tiede, teknologia

Koyré on käsitellyt teoreettisen tieteen, tekniikan ja teknologian suhdetta kahdessa artikkelissaan.³³⁵ Näiden lisäksi Leonardo da Vincin tieteellistä työtä käsittelevä artikkeli sisältää mielenkiintoisia teorian ja tekniikan suhdetta koskevia analyttisiä näkökohtia, samaten Nicolo Tartaglian dynamiikkaa käsittelevä artikkeli.³³⁶ Niin kuin alussa mainittiin, Koyré'n historiografisen lähestymistavan kannalta tieteen ensisijainen ulkoinen ympäristö on teoreettisten toimintojen konteksti, mikä lähestymistapa jo itsessään implikoi tietynlaisen näkemyksen tieteen epistemologisesta luonteesta. Tällä perusteella voidaan odottaa, että koyrélaisen konseptin koetinkiveksi muodostuu sen kyky liittää tiede teknisiin ja sosiaalisiin yhteyksiinsä, minkä johdosta hänen tavallaan käsitellä teknologisia ja sosiaalisia tekijöitä on periaatteellisempain merkitystä. Teknologinen ympäristö asettaa omat tieteen kriteerinsä. Eräänlaisena evidenssinä tästä voinee nähdä senkin että Koyré, joka esimerkiksi galileilaisen kumouksen historiassaan kohteli aristotelista teoriaa kunnioittavasti, eräässä kohdassa toteaa suorasukaisesti, ettei kreikkalainen tiede luonut fysiikkaa (näin siis Aristoteleesta huolimatta; vrt. Koyré[1961], p.341). Koyré'n näkemys tieteestä *theoriana* osoittautuu kuitenkin sangen joustavaksi. Se ominaisuus, joka tekee hänen konseptiolleen mahdolliseksi teknologisen kontekstin assimiloimisen, on ennen muuta ajatus matematiikasta fysiikan olennaisena tekijänä. Fysiikan arkhimedinen alkuperä sopii yhteen sen m.m. Leonardo Olschki'n esiintuoman tosiasian kanssa, että tekniikan miehet 1500-luvun Italiassa käyttivät Arkhimedeen töitä mallinaan. Toinen peruskivi täällä, kuten jo *Galileilaisissa tutkimuksissa*, on platonismin transformaatio, jossa "likimääräisyyden maailman" vastapooliksi asettuu, ei ideoiden henkinen maailma, vaan "arkhimedinen", abstrakti mutta todellinen esineellistyneen geometrian maailma.

Tieteen ja empiiris-tekniisten käytäntöjen suhteen hahmottamiseksi Koyré kehittää kaksinaisen distinktion, joka erottaa yhtäältä teoreettisen tieteen näistä käytännöistä, sekä toisaalta tekniikan ja *teknologiasta*. Koyré'n idea on, että teoria on se tekijä, joka historiallisessa

³³⁵ "Les philosophes et la machine" (Koyré[1961], pp.305-39) ja "Du monde de l'à-peu-près à l'univers de la précision" (Koyré[1961], pp.341-62), jotka ovat vuodelta 1948. Edellinen artikkeli on kommentaari Pierre-Maxime Schuhlin kirjaan *Machinisme et Philosophie*, 2^e éd., P.U.F., 1947, jälkimmäinen on kommentaari teoksiin: Lewis Mumford, *Technics and Civilization*, 4^e éd., Harcourt, New York, 1946; Willis L. Milham, *Time and Timekeepers*, Macmillan, New York, 1945; L. Défossez, *Les savants du XVII^e siècle et la mesure de temps*, éd. du Journal suisse d'Horlogerie et de Bijouterie, Lausanne, 1946; Lucien Febvre, *Le Problème de l'incroyance au XVI^e siècle*, 2^e éd., Albin Michel, Coll. "L'Évolution de l'Humanité", 1946.

³³⁶ "Léonard de Vinci 500 ans après", joka on vuodelta 1953 (Koyré[1966], pp.99-116); "La dynamique de Nicolo Tartaglia" vuodelta 1957 (Koyré[1966], pp.117-139). Pietro Redondin kokoaman bibliografian nimikkeistä (ks. Koyré[1986]) voi päätellä, että tässä työssä referoitujen artikkeleiden lisäksi Koyrélta on olemassa vielä yksi tai kaksi teknologiaa tai kokeellista tiedettä sivuavaa artikkelia.

katsannossa on mahdollistanut empiiris-teknisten taitojen kehittymisen korkeammalle, teknologiselle asteelle.

5.5.1.Psykososiologinen ja epistemologinen selitystekijä

Artikkelin "Les philosophes et la machine" käsittelemä probleema on Antiikin teknisen pysähtyneisyyden ja sen teknisen tason mataluuden selittäminen, sekä niiden tekijöiden erottaminen, jotka puolestaan tekivät mahdolliseksi Länsi-Euroopan kokeman teknisen edistyksen 1200-luvulta lähtien. Koyrén analyysin kohteena on Pierre-Maxime Schuhlin esittämä, tiettyihin taloudellisiin, sosiologisiin ja psykologisiin tekijöihin nojaava selitys: näitä ovat orjuuden merkitys Antiikin yhteiskuntien taloudessa; aristokratian poliittinen valta-asema; asenne käsin tehtävää työtä, mekaniikkaa ja tekniikkaa kohtaan; sekä mekaanikkojen, insinöörien, keksijöiden ja tiedemiesten sosiaalinen asema ja arvostus. Koyré kehittää dialektisesti Schuhlin selitystä, sitä kritisoiden, täydentäen, ja pyrkien rajaamaan tarkemmin sen *explicandum*in mahdollisen alueen. Hän katsoo että 'psyko-sosiologisen' teorian, niin kuin minkä tahansa muunkin teorian, selityskyky rajoittuu siihen, mitä voisi nimittää *mahdollisuuden ehdoiksi*, toisin sanoen sen osoittamiseen, miksi tiede tai teknologinen kehitys on joissakin yhteiskunnissa mahdollinen, ja miksi sitä toisissa yhteiskunnissa ei voi esiintyä.³³⁷ Eräs tällainen ehto on tiedon sosiaalinen arvostus: Vaikka kaikki yhteiskunnat ovat arvostaneet tietoa, arvokkaana pidetyn tiedon tyyppi on sidoksissa yhteiskunnan rakenteeseen. Niinpä aristokraattiset, tarkemmin sanoen timokraattiset ja oligarkhiset, samoin kuin teokraattiset yhteiskunnat ovat pitäneet teoreettista tietoa arvottomana. Se tieto, mikä niitä kiinnostaa, on maaginen tieto, pyhä tieto, vallankäyttöön liittyvä tieto, ei ymmärryksen tieto, intressitön tieto, teoria. Tämä selittää sen, että tiedettä on voinut olla Kreikassa, ja miksi sitä ei voinut olla Roomassa, Persiassa tai Karthagossa. (Koyré[1961], pp.323-4).

Psykososiologisen selityksen mukaan teoria ja käytäntö, tieto ja valmistustaito, joutuvat Antiikissa sekä sosiologisesti että epistemologisesti erilleen toisistaan. Tieto ja teoria ovat ylempien luokkien harrastuksen kohteena, kun taas tekniikan kehittäminen rinnastuu arvostukseltaan käsin tehtävään työhön, nykyistä insinööriä vastaava tyyppi ja status kehittyvät vain hitaasti, jos lainkaan. Kreikan klassisen ajan ja Renessanssin käsitykset tieteen ja tekniikan suhteesta edistykseen todistavat täydellisestä roolien vaihtumisesta: Siinä missä Aristoteles piti tekniikkaa

³³⁷ Tästä selitystavasta, vrt. ylempänä s.112, Koyré[1966], p.398, sekä H.F. Cohen[1994], pp.326-8. Cohenin selonteko on kuitenkin jossain määrin epätyytyttävä: Hän väittää (p.327), ettei Koyrén "onnistunut kohottaa eksplisiittisen diskussion tasolle" eroa, joka on olemassa tieteen mahdollisuuden sosiaalisten ehtojen analyysin ja tieteellisten ideoiden sosiaalisen *reduktion* välillä, minkä seurauksena oli niiden sekoittaminen keskenään ja sosiologisen lähestymistavan hylkääminen kokonaisuutena. Tähän voi todeta ensiksikin, että 1.Koyré tekee kyseisen erottelun nimenomaisesti sekä tässä yhteydessä (ks. Koyré[1961], pp.323-4) että historianfilosofiansa yhteydessä (ks. "Perspectives sur l'histoire des sciences", Koyré[1966], p.398), ja että 2.se tosiasiassa, ettei Koyré hyväksy Leonardo Olschki'n tulkintaa, joka sijoittaa Galilein Renessanssin insinöörien, taiteilijoiden ja käsityöläisten traditioon johtuu siitä että näiden, joista huomattavimmat olivat Leonardo da Vinci ja J-B. Benedetti, dynamiikka oli olennaisesti pariisilaisten terministien impetus-dynamiikka, joka Galilein täytyi ylittää (vrt. Koyré[1939], p.13 n.2; Koyré[1966], p.192 n.2). Periaatteelliselta kannalta asiaa katsoen, liittyminen arkhimediseen traditioon, probleemien periminen akateemisen fysiikan välityksellä jne., ei liene enempää eikä vähempää 'sosiologinen' prosessi kuin probleemien, käsitteiden tai menetelmien saaminen tekniikan- tai muusta käytännön kontekstista. Kuten Cohen samassa yhteydessä huomauttaa, Koyrén mielessä näyttää olleen marxilainen sosio-ekonominen selitystapa, jonka oli tehnyt ajankohtaiseksi erityisesti neuvostoliittolainen Boris Hessen (vrt. m. Pietro Redondi, 'Notes et documents', Koyré[1986], p.35; kappale 'Marxilaisuus' edellä s.12).

olemukseltaan rutiininomaisena ja hengeltään traditionaalisenä kun taas tiede oli edistyvä, Bacon saattoi asettaa tieteiden pysähtyneisyyden vastakohtaksi tekniikan osoittaman edistymisen. Aristoteleen mukaan tekhnē noudatti sääntöjä, joita se ei ymmärtänyt, eikä siten kyennyt niitä arvostelemaan ja muuttamaan. Tätä käsitystä tukee m.m. se tosiasia että roomalaisen arkkitehdin Vitruvius³³⁸ keräämä Antiikin tekninen tietämys ei ole muuta kuin teoreettisesti järjestämätön kokoelma *sääntöjä ja reseptejä*.

Tekniikka tulee innovatiiviseksi Keskiajan edistysaskeleiden seurauksena ja osana yleistä henkisen asennoitumisen muutosta, johon vaikuttavat m.m. uudet maantieteelliset ja tähtitieteelliset löydöt.³³⁹ Tämä ei merkitse vielä tieteen tunkeutumista tekniikkaan, teknologian syntyä, vaikka esimerkiksi Leonardo da Vincin työ geometriassa ja mekaniikassa (joka jälkimmäinen tarkoitti tuohon aikaan nimenomaan koneenrakennusta) kuuluukin Koyrén mukaan tähän lajiin. Leonardon työ ja, vähäisemmässä mittakaavassa, Nicolo Tartaglian yritys saattaa matemaattisen teorian alaisuuteen eräs käytännön miesten empiirinen erityistaito, edustavat aikaansa edellä olleita ponnistuksia kehittää tieteellistä tekniikkaa tai teknistä tiedettä.

Bacon ja Descartes, joiden teknologinen optimismi perustui 1400- ja 1500-lukujen teknisen edistyksen (tulen käyttö, metallurgia, kivihiilen hyödyntäminen, vesivoima, laivanrakennus, tuliaseiden parantuminen, kellokoneistot) tarjoamalle esikuvalle, vetivät siitä kuitenkin vastakkaiset johtopäätökset. Bacon näki siinä todisteen käytännöllisen älyn hedelmällisyydestä vastakohtana teoreettisen ajattelun steriilyydelle ja päätteli, että intelligenssin täytyy rajoittua tavanomaisen kokemuksen faktojen rekisteröintiin, luokitteluun ja järjestämiseen ja että tieteen tulee olla käytännön yhteyksissä hankitun tietämyksen yhteenveto, yleistys tai jatke. Descartes puolestaan päätteli, että oli mahdollista suunnata teoreettinen äly toimintaan ja todellisuuteen ja luoda samalla kertaa sekä teknologia että fysiikka. *Teorian konversio käytännöksi* pikemmin kuin teollisten taitojen spontaani kehitys niiden harjoittajien toimesta oli se prosessi, jonka hän odotti tekevän ihmisestä luonnon hallitsijan, "maître et possesseur de la nature". Konversion mahdollisuus perustui Descartesin näkemyksessä matemaattisen ja teknisen rationaalisuuden kesken vallitsevalle tiukalle analogialle, sillä älyn akti, joka purkamalla koneen osiinsa ja kokoamalla sen jälleen ymmärtää sen toiminnan, on olennaisesti sama kuin matemaattinen analyysi, joka hajottamalla yhtälön tekijöihinsä ymmärtää sen rakenteen ja kokoonpanon.³⁴⁰ (Koyré[1961], pp.345-6).

Tieteellisen kojeenrakennuksen 1600-luvulla antama ylläke johtaa siirtymiseen 'eoteknisestä' vaiheesta 'paleotekniseen'.³⁴¹ Epistemen lopullinen tunkeutuminen tekniikkaan tapahtuu verrattain myöhään: vasta 'Toisen teollisen vallankumouksen' myötä, joka päättää raudan aikakauden ja aloittaa sähkön ajan, ihmiskunta jättää *teknisen* periodin ja siirtyy *teknologiseen* kehitysvaiheeseen. Tällä on omat piirteensä, jotka usein ovat vastakkaisia edellistä kautta luonnehtineille. Raudan aikakauden rumuus, jota m.m. Mumford painottaa, johtui yhtä paljon

³³⁸Marcus Vitruvius Pollo, jonka teos *De architectura* on peräisin Augustuksen hallituskauden puolivälistä.

³³⁹Toisin kuin Jorland antaa ymmärtää ([1981], pp.56-7) Koyrén käsitys ei ole se, että tekniikan edistys riippuu teknologian luomisesta, s.o. epistemen tunkeutumisesta *tekhnēn* piiriin. Tekniikka voi tulla innovatiiviseksi ja edistyä tietystä määrin tieteestä riippumatta (vrt. Koyré[1961], pp.335, 338).

³⁴⁰Descartesin suorittama matematiikan uudistus tähtäsi nimenomaan matematiikan rationalisoimiseen mekaanisessa tai algoritmisessa hengessä. Matematiikasta oli hävitettävä kaikki havainnollinen ja mielikuviin vetoava, joka teki siitä hengelle hämärän ja rasittavan, ja sen oli keskityttävä ihmishengen omien operaatioiden tarkasteluun. (vrt. esim. Koyré[1986]).

³⁴¹Termit ovat peräisin Lewis Mumfordin kirjasta *Technics and Civilisation*.

teknisistä kuin sosiaalisista syistä. Paleoteknisen ajan kone oli ruma, koska se oli primitiivinen, ja se oli likainen samasta syystä: se hyödynsi tulta epätäydellisesti. Sähkön aikakauden, ja vielä enemmän elektroniikan kauden, koneelle on ominaista siisteys, tarkkuus ja automatismi, joka muuttaa työntekijän palvelijasta valvojaksi. (Koyré[1961], pp.308, 312).

Koyré katsoo että 1700- ja 1800-lukujen tekninen kehitys vahvistaa Descartesin käsityksen: juuri *epistemen* konversio tekniikaksi muunsi eoteknisen koneen moderniksi (paleotekniseksi) koneeksi, jonka erottava piirre eotekniseen koneeseen verraten on sen tarkkuus, piirre, jonka sille antaa kehityksessä oleva teknologia. (Koyré[1961], pp.346).

5.5.2. Tekhne ja episteme: Antiikin tiede ja tekniikka

Koneen alkuperä esihistoriallinen. Kaikki tunnetut sivilisaatiot ovat käyttäneet koneita - savenvalajan pyörä, kangaspuut, uuni, puristin, nostolaitteet. Selitettävä tosiasia ei ole, miksi Egyptissä, Kreikassa ja Roomassa oli koneita, vaan se miksi niitä oli niin vähän. Selitykseksi voidaan tarjota Antiikin maailman energeettistä köyhyyttä sekä raaka-aineiden niukkuutta. Mutta raudan puute ei ole selitys, sillä 1500- ja 1600-lukujen tekniikka rakensi koneensa puusta, ja puusta rakensi nykyaikaan saakka Kaksoisvirranmaa kastelupyöränsä. Käyttövoiman puute, joka aiheutui siitä, ettei tunnettu lämpövoimaa eikä hevosen länkiä ei sekään ole selitys, sillä härkä sopii myllynrattaan pyörittämiseen hevosta paremmin ja, koska tunnettiin siipipyörä ja vaihderattaisto, vesivoima oli käytettävissä siinä mitassa kuin sitä hyödynnettiin Uuden Ajan alussa. Asiantilalle voidaan ajatella psyko-sosiaalista selitystä, jonka mukaan syynä Antiikin tekniseen kehittämättömyyteen oli yhteiskunnan ja talouden rakenne, nimittäin aristokraattien hallitsema yhteiskunta, jonka talous perustui orjuudelle. Antiikin yhteiskunta olisi joutunut kehään, josta sen ei onnistunut murtautua ulos: Orjatyövoiman runsaus teki koneet epätaloudellisiksi, ja koneiden puuttuminen puolestaan teki orjatyövoiman käytön välttämättömäksi. Orjuus ei vain tehnyt koneenrakennusta kannattamattomaksi, siitä seurasi myös arvojen hierarkia, joka synnytti ruumiillisen työn halveksuntaa. Työ turmeli ruumiin mutta, koska työn motiivina rikkauden halu, se alensi myös sielua. Tämän ajattelun seurauksena halveksinta laajeni koskemmaan myös kaupankäyntiä. Syntyy erottelu vapaan elämän (*skhole, otium*), joka käytetään opintoihin, ja liiketoimien (*askholia, negotium*) välillä. Mietiskelystä tulee korkeampi päämäärä kuin käytännön toiminnasta. Insinööriä ja jopa kokeilijaa pidetään pelkkinä käsityöläisinä, teoria ja käytäntö eroavat toisistaan. Turhaan jotkut, kuten Vitruvius, julistavat niiden yhdistämisen välttämättömyyttä. Eudemos³⁴² lukee Pythagoraan suureksi ansioksi sen, että hän teki matematiikasta vapaan tieteenalan tutkimalla sitä aineettomalta ja rationaaliselta kannalta. Platon suuttuu Arkhytaalle ja Eudoksokselle siitä, että nämä yrittivät ratkaista geometrian suuria ongelmia (kuution kahdentaminen, ympyrän neliöiminen, kulman kolmijako) mekaanisin keinoin. Orjan ja vapaan oppositio saa jatkokseen tekniikan ja tieteen keskinäisen vastakkaisuuden. Sitä paitsi teorian ja käytännön erottelua tukee ja vahvistaa näkemys luonnon ylivertauisuudesta taitoon nähden: taidon tuotteet voivat olla vain luonnon jäljittelyä, joka ei koskaan nouse esikuvansa tasalle. Filosofia asettaa tekniikan kehittämisen edelle paluun luontoon.

Asenne alkaa muuttua Keskiajalla, joskin hitaasti. 'Mekaaninen' ei enää samaistu 'epävapaaseen', mutta sen sijaan on olemassa arvoero mekaanisten ja vapaiden taitojen välillä (*artes liberales, artes mecanicae*); lääkäri, jonka kasvatusta käsittää vapaat taiteet ja kirjallisuuden tuntemuksen, halveksii kirurgia, jonka taito on pelkästään 'mekaaninen'. Kaupunkien kasvu,

³⁴² Eudemos Rhodoslainen, Aristoteleen oppilas, joka kirjoitti sitemmn hävineen *Geometrian historian* (n.320eKr). (Carl Boyer, *Tieteiden Kuningatar*, Art House, 1991, pp.82, 278).

kaupan ja teollisuuden kehitys, korporaatioiden muodostaminen, katedraalien rakentaminen, tekniikan kehitys, muuttavat tilannetta. 1200-luvulla otetaan käyttöön hevoslänget, samoin laivan peräsin. Kapinat, sodat, kulkutaudit ja nälänhädät verottavat väestöä ja synnyttävät taloudellisia kriisejä. Tämä selittää 1300- ja 1400-luvuilla tapahtuneen lisääntyvän turvautumisen koneisiin sekä tuuli- ja vesivoimaan. Tiede alkaa lopulta tunkeutua empiiristen käytäntöjen sisälle - tai näin ainakin praktikot mielellään väittävät: Bernard Palissyn³⁴³ mukaan tulen hallinta vaatii "filosofian" ja "erikoislaatuisen geometrian"; Leonardo da Vinci julistaa kokemuksen arvoa ja opettaa, että "mekaniikan tiede on kaikkein jaloin ja hyödyllisin... Mekaniikka on matemaattisten tieteiden paratiisi". Tykistön kehitys hävittää feodalismin keskusvallan hyväksi samalla kun se asettaa tiedemiehille ballistiikan probleeman, josta Galilein uusi liikkeen tiede nousee esiin. Kaikki tämä on sidoksissa syvälliseen sosiaaliseen muutokseen: Uusi uusi ihmisluokka - kauppiaat - muodostuu 'kunnon ihmisten' ja 'mekaanisten ihmisten' väliin. Sen seurauksena *negotium* muuttuu merkkinsä positiiviseksi vastoin etymologiaansa, ja *otium* puolestaan saa joutilaisuuden negatiivisen konnotaation. Uuden hengen, syntyvän porvariston hengen, sanansaattajien opetus heijastaa tapojen ja moraalin muutosta. Bacon moittii filosofiä siitä, että ovat pysytelleet erillään liikeasioista: moralistin tehtävä ei ole kirjoittaa joutilaisuudessa asioita luettavaksi joutilaisuudessa, vaan takoa aseita käytännön toimintaa varten. Renessanssi-ihmisen hyve ei ole paeta kohtaloa, vaan alistaa se hallintaansa. Filosofin päämäärä ei enää ole neuvoa seuraamaan luontoa, vaan opettaa hallitsemaan sitä taidon avulla. Siinä missä Aristoteles asetti vastakohtaksi taitojen rutiinimaisen ja pysähtyneen luonteen ja tieteen edistyksen, Baconin asenne on päinvastainen: filosofit ovat polkeneet paikallaan vuosisatojen ajan, kun taas tekniikka on edistynyt ja muuttanut maailmaa. (Koyré[1961], pp.316-23).

Juuri hahmoteltu "psyko-sosiologinen" selitys tekniikan historian suurille linjoille kreikkalais-latinalaisessa sivistyspiirissä, vaikka huomattavasti vivahteikkaampi kuin marksilaiset versiot, kaipaa Koyrén mielestä tiettyjä varauksia. Toisaalta sitä voidaan joissakin suhteissa täydentääkin. Ensinnäkin, eivät kaikki muinaiset yhteiskunnat perustuneet orjuuteen, vaan esimerkiksi Egyptin ja Kiinan rakennustyöt käyttivät työvoimaa, joka oli ainakin nimellisesti vapaata; orjuus ja työvoiman runsas tarjonta eivät välttämättä kuulu yhteen. Kreikkalaisen kaupungin vapaat kansalaiset olivat enimmäkseen melko köyhiä ja ansaitsivat toimeentulonsa omalla työllään. Jotkin raskaimmat työt, kuten kaivostyö, oli sälytetty yksinomaan orjille, mutta kutojat, suutarit, puusepät, sepät ja savenvalajat olivat vapaita ihmisiä, kansalaisia tai metekkejä. Laivastossa palvelevat soutajat olivat niin ikään vapaita. Perikleen suuri kannatus johtui siitä, että kaikkien asioiden keskittäminen Ateenaan ja liittolaisten asepalveluksen korvaaminen verolla rikastuttivat kaupunkia, rakennus- ja linnoitustyöt sekä laivaston laajennus antoivat työtä kansalaisille. Ei myöskään pidä unohtaa kaupan merkittävää roolia kreikkalaisessa maailmassa: Kauppiaat ja laivanvarustajat (*Valtion* alussa esiintyvä Kefalos antaa käsityksen Pireuksen porvarin tyypistä) olivat usein huomattavia henkilöitä, ja heidän mentaliteettinsa ja moraalisensa olivat paljon lähempänä "porvarillista" kuin maa-aatelin vastaavaa. Varsinainen aristokratia on aina vain pieni vähemmistö, jonka vastapainona on paljon suurempi ei-aatelisten joukko,

³⁴³ Palissy oli 1500-luvun loppupuolella vaikuttanut ranskanlainen tiedemies, joka kirjoitti äidinkielellään. Ks. 'Praktikon' ja 'Teoreetikon' vuoropuhelu, jossa praktikko (Palissy), "jolla on vain äidinkieliensä" uskaltautuu kiistämään teoreetikon (Girolamo Cardano) hypoteesin fossiilien merellisestä alkuperästä (*Discours admirable de la nature des eaux et fontaines tant naturelles qu'artificielles, des métaux, des sels et salines, des pierres, des terres, du feu et des émaux, avec plusieurs autres excellens secrets des choses naturelles, plus un traité de la marne [kalkkipitoinen savikivi] fort utile et nécessaire pour ceux qui se mellent l'agriculture, le tout dressé par dialogues es quels sont introduits la Théorique et la Pratique, 1580, jota on lainattu Duhem, Etudes sur Léonard de Vinci, t.1, pp.249-51).*

ihmisten, jotka matkustavat, työskentelevät, hoitavat liikeasioita ja hankkivat omaisuutta. Aatelin ja ei-aatelin vastakohta ei ole sama kuin rikkaan ja köyhän, ja vaikkakin ylempien luokkien mentaliteettia värittää jossain suhteessa sama asennoituminen, olisi erehdys yksinkertaisesti samaistaa mainitut vastakohtat. Se tosiasia, että käsityöläiset, teollisuudenharjoittajat, kauppiat ja laivanvarustajat olivat usein toisten kaupunkien kansalaisia ja siten vailla poliittisia oikeuksia, ei muuta asiaa; sen voi päinvastoin katsoa suosineen uppoutumista taloudelliseen toimintaan. Mitä tulee meteoikkien älyllisiin ja moraalisiin ominaisuuksiin, siirtyminen pois kotikaupungista ei tehnyt heistä barbaareja. Tyyppi joka Schuhlin mukaan ilmestyy 500-luvulla Vähän Aasian joonialaisissa kaupungeissa, ihmiset, jotka ovat tutkimusmatkajia ja kauppiaita jotka, purjehduksen tarpeita silmällä pitäen, tekevät itsestään maantieteilijöitä ja astronomeja, insinöörejä, jotka tahtovat vaikuttaa luontoon, kaikesta kiinnostuneita ensyklopedistejä, jotka lainaavat empirian naapureiltaan ja keksivät itse rationaalisen, vastaa kreikkalaista yleisemminkin. Arvoitus, jota mikään psyko-sosiologinen selitys ei pysty ratkaisemaan, katsoo Koyré, on miksi kreikkalaiset merenkävijät, älykkäät, yritteliäät, rohkeat ja itsestään ylpeät, miksi Foinikian tai Karthagon merimiehet, eivät saaneet ajatusta korvata peräsinairoa todellisella peräsimellä? (Koyré[1961], pp.323-9).

On totta että Antiikin viisus opetti luopumista siitä, mitä haluamme; on myöskin totta että filosofia heijastaa aikansa arvoja, mutta yhtä totta on, että se usein heijastaa niitä *a contrario*, tai dialektisesti. Sen vuoksi on uhkarohkeaa yleistää Platonin tai Aristoteleen asenne kaikkiin ateenalaisiin tai katsoa Plotinoksen mielipiteen vastaavan aikansa roomalaisia käsityksiä yleisesti. Turhaan Aristoteles julistaa kontemplaation korkeimman tyydytyksen lähteeksi, ihmisten musertava enemmistö, ehkä siksi, että ovat kykenemättömiä teoreettiseen elämään, *bios theoretikhos*, asettavat tavoitteekseen poliittisen tai nautintoihin tähtäävän elämän.

Mitä tulee mekaanisten taitojen arvostukseen, Koyré pyrkii tuomaan esiin toisen todellisuuden Antiikin asennoitumisessa: Posidonius omistaa sellaiset keksinnöt kuin pyörän tai holvin vanhoille viisaille, ja asettaa insinöörin ammatin käsityön vastakohtaksi. Posidoniuksen asennetta täytyy pitää paljon merkitsevämpänä kuin Senecan joka moittii häntä siitä, sillä Posidonius innovoi kun taas Seneca vain toistaa vanhaa traditiota. Sofisti Hippias ylpeilee sillä, että kaikki, mitä hän kantaa yllään, on hänen itsensä valmistamaa (autarkian ideaali). Platon mainitaan hydraulisen herätyskellon keksijänä, ja tunnettua on, että hän sai innoitusta myytteihinsä planetaarioista ja vastaavista kojeista, mikä todistaa hänen puoleltaan erityistä arvonantoa 'mekaanikkojen' työtä kohtaan. Tämä ei olekaan Koyré'n mielestä hämmästyttävää, sillä noiden kojeiden rakentaminen edellytti tiedemiehen ja käsityöläisen läheistä yhteistyötä sekä melkoista taitoa jälkimmäisen puolelta.³⁴⁴

On kiistämätöntä, ettei insinöörin, edes sotilasinsinöörin, sosiaalinen asema ollut erityisen korkea - siitä huolimatta, että hän saattoi muistuttaa Thaleen tai Tarentumin Arkhytaan esimerkistä. Mutta tässä suhteessa asiat ovat muuttuneet vähän: insinööri ei Uuden Ajankaan historioissa yllä soturin maineeseen, poikkeuksia kuten Vauban lukuunottamatta. Sitä paitsi insinöörin ammatti eriytyy vain hitaasti ja myöhään käsityöläisen ammatista, mikä tapahtuu sitä mukaa kuin se muuttuu manuaalisesta työstä tietoon perustuvaksi työksi. Esimerkiksi Platonin *mekhanopoion* viittaa pikemmin varsinaisen manuaalisen työn tekijään kuin 'insinööriin', eikä siihen liittyvä halveksinta juurikaan eroa asenteesta, joka tavataan nykyajan intellektuellien parissa ruumiillisen työn tekijöitä kohtaan.

On myös epäiltävää oliko tiedemiehen tai edes filosofin arvostus juurikaan korkeampi kuin mekaanikon, arkkitehdin tai kuvanveistäjän. Todelliset aristokratiat - sotilasaristokratiat -

³⁴⁴ Sitä paitsi Plutarkhos, joka kertoo Platonin mekaanisten välineiden käyttöön geometriassa kohdistamista moitteista, erehtyy niiden mielen suhteen: Moitteen aiheena oli se, että mekaanisten välineiden käyttö merkitsi geometrisesta analyysistä luopumista, sekä luopumista tarkkuudesta likimääräisratkaisujen hyväksi. (Koyré[1961], p.320 n.1).

halveksivat puhdasta tietoa vähintään yhtä paljon kuin tekniikkaakin, niin kuin sofistien huono maine osaltaan todistaa.

Tulee lisäksi erottaa eri epookit: yllämainitun eriytymisen johdosta mekaanisten taitojen halveksunta vastaa yhä huonommin todellisuutta, tai edes filosofien mentaliteettia.

Aristoteleeseen attribuoidaan kirja nimeltä *Mekaanisia kysymyksiä*, Pappos samaistaa Heronia seuraten mekaniikan rationaaliseen teoriaan, joka "ollen hyödyksi monille ja tärkeille elämän asioille, ansaitsee filosofien suurimman suosion ja on kaikkien matemaatikkojen kunnianhimon kohde". Vitruvius esittää insinöörin ihanteen, johon kuuluu luku- ja piirustustaidon sekä geometrian lisäksi historian, filosofian, musiikin, lääketieteen, lainopin, astrologian ja astronomian tuntemus. Keisarillinen hallinto, joka on historian suurin rakennuttaja, organisoivat Konstantinuksen hallituskaudella insinöörikouluja, joiden tilat sekä opettajien ja oppilaiden ylläpito kustannettiin julkisista varoista, ja lisäksi oppilaat ja heidän vanhempansa saavat vapautuksen veroista.

Antiikin sotilas- ja siviili-insinöörien työ on varsin merkittävä. Heidän rakentamansa heittokoneet olivat voimakkaampia kuin 1500- ja 1600-lukujen tykit, ja heidän taulukkonsa tarkempia kuin Renessanssin vastaavat. Juuri Vitruviuksen ja Heronin kirjoitusten kääntäminen ja julkaiseminen inspiroi ja hedelmöittää Renessanssin arkkitehtuuria ja tekniikkaa. Ktesibioksen pumppu; puristimet, nostokurjet, taljat ja väkipyörät; voimansiirto- ja vetolaitteet todistavat tietoisesta ajattelun soveltamisesta teknisten ongelmien ratkaisuun. Sitä merkillisempää on, etteivät keisarikunnan insinöörit löytäneet elintärkeän kuljetusongelman ratkaisua. Mahdollisesti siksi, etteivät he sitä etsineet. Antiikin insinöörit eivät näytä paljoa etsineen: he kehittivät, paransivat ja laajensivat perinteisiä menetelmiä; he harvoin keksivät uutta. Pohjimmiltaan he olivat arkkitehtejä, jopa rakentajia - akveduktin on arkkitehdin, ei insinöörin ratkaisu. He eivät osanneet parantaa liikennevälineitä, hyödyntää tuuli- tai vesivoimaa eivätkä hevosen voimaa. Keisarilliset insinöörit tyhjentävät nerokkuutensa ei koneiden rakentamiseen, vaan käytännöllisesti täysin hyödyttömiin keksintöihin: tempelin ovien automaattinen avautuminen kun pyhä tuli sytytetään alttarilla; automaatti pyhän veden jakelua varten; tai pelkät lelut, esimerkiksi Heronin keksimiksi mainitut sifoni tai suihkulähde. Epäilemättä myös 1500- ja 1600-lukujen mekaniikkojen ja insinöörien älylliset ponnistukset tuhlattiin paljolti lelujen rakenteluun. Ja vielä täydellä 1700-luvulla Vaucanson, ennen kuin soveltaa nerokkuuttaan kutomakoneen parantamiseen, käytti sitä automaattien rakenteluun. Keskiajan kellosepät taas osasivat konstruoida monimutkaisia ja nerokkaita laitteita, jotka jäljittelivät planeettojen liikettä, liikkuvia ihmishahmoja ja soittivat tunnit kelloryhmien avulla, kykenemättä koskaan saamaan kellojaan käymään edes joltisella tarkkuudella. Vaikutelma, jonka antaa koneita käsittelevä 1500- ja 1600-lukujen kirjallisuus, on siitä huolimatta hyvin erilainen. Syynä tähän on ensinnäkin se, että takana ovat Keskiajan suuret tekniset keksinnöt tai ehkä oikeammin lainat: kuljetusongelman ratkaisu ja ei-inhimillisten voimanlähteiden valjastaminen. Toisaalta valtameripurjehduksen ongelmat, metallurgian kehitys, jota voimakkaasti kiihdytti tarve parantaa tuliaseita, sekä kaivostoiminnan synnyttämä veden nostamisen ongelma vaativat uusia ratkaisuja. Lisäksi vaikuttamassa on uusi henkinen ilmapiiri, maailman valtava *laajentuminen* maantieteellisten ja astronomisten löytöjen ansiosta. Tämä ajaa keksintöihin, *uuden* tavoitteluun. Siten 1500- ja 1600-lukujen tekniset kokoomateokset esittävät, todella olemassa olevien koneiden piirustusten ohella (mekaaniset, hevos- tai vesivoimalla toimivat sahat, palkeet, pumput), suunnitelmia koneiksi, joita ei vielä ole olemassa, mutta jotka voitaisiin tai pitäisi valmistaa. Usein nämä ovat koneita, joita ei olisi edes mahdollista valmistaa, sillä Renessanssin insinöörit eivät ole vahvoja laskelmissa. (Koyré[1961], pp.329-336).

Sosiologista teoriaa voidaan terävöittää viittaamalla Antiikin kaupunkivaltion ja keskiaikaisen kaupungin poliittisen ja taloudellisen funktion eroihin: Antiikin kaupunkivaltio oli ennen muuta poliittinen yksikkö, ja muodosti Antiikin yhteiskunnan, joka oli aristokraattinen ja orjuuteen perustuva, avaimen ja täydellisen ilmaisen. Keskiaikainen kaupunki taas oli kaupallinen keskus,

ei aristokraattien vaan kauppiaiden hallitsema. Vaikka se oli ympäristölleen välttämätön, se muodosti sille vieraan ja vihamielisen elementin, joka tunkeutui kiilana feodaaliseen hierarkiaan. Kaupunki on vapaa, sen ilma on vapaata, sen työntekijät ovat vapaita, korporaatiot ovat suljettuja orjilta ja maaorjilta. Keskiajan ja vielä enemmän Renessanssin kaupunki, samalla kun se oli uskonnollinen ja hallinnollinen keskus, oli ennen muuta porvarillinen, ja sen porvarillinen luonne vahvistui sitä mukaa kuin hevosvaljaiden ja peräsimen keksiminen muuttivat kuljetuksen ehtoja. (ibidem, p.326).

Psyko-sosiologinen teoria on - huolimatta kaikesta kritiikistä ja kaikista varauksista jotka siihen täytyy kohdistaa - oikeassa painottaessaan eroa "modernin" sekä Antiikin ja Keskiajan mentaliteetin välillä. Porvarillisessa maailmassa, joka yhä enemmän tulee feodaalisen maailman tilalle, ei alati kasva vain teollisuuden ja tekniikan rooli, vaan myös insinöörin ja keksijän arvostus ja yhteiskunnallinen asema nousevat vielä nopeammin. Tämä, paljon enemmän kuin odotettavissa oleva aineellinen hyöty, selittää sen, miksi Galilei ja Huygens julkaisivat "insinööritönsä", kun Arkhimedes jätti ne julkaisematta. Vanha mentaliteetti näkyy vielä Descartesissa joka ylpeili sillä, ettei hänen tarvinnut tehdä tieteestä ammattia omaisuutensa vähäisyyden vuoksi. Mutta rinnastus ei ole aivan niin yksinkertainen: syy, miksi Galilei ja Huyghens julkaisivat insinööritönsä saattoi olla se, että niissä on kyse sovelletusta *tieteestä*, kun Arkhimedeeseen käytännölliset keksinnöt olivat vain tieteen sovellutuksia; se mikä Arkhimedeellä vastaa edellistä, ovat hänen tutkimuksensa vivun ja nesteiden tasapainosta...

Psykososiaalinen selitys Antiikin tekniselle pysähdystilalle, erityisesti konetekniikan puuttumiselle, on ymmärrettävä vain edellyttämällä aivan määrätty käsitys tieteen ja tekniikan suhteesta. Se lepää sillä premissillä, että tekniikka on riippuvainen tieteestä. Vain tällä ehdolla tiedemiehen sosiaalinen asema ja tieteen rakenne voivat olla tärkeitä tekijöitä. Väite kuuluu, että koska, määrättyistä historiallisista ja yhteiskunnallisista syistä, kreikkalainen tiedemies halveksi työtä ja 'mekaanisia' kysymyksiä, koska kreikkalainen tiede ei synnyttänyt teknologiaa, Antiikin tekninen kehitys ei ylittänyt tiettyä varsin matalaa tasoa, kehittyen vain vähän vuosisatojen kuluessa.

Aristoteleen - ja jo Platonin - esittämä analyysi *epistemen* ja *tekhnen* suhteesta näyttää tukevan tätä käsitystä: Edelliselle olisi ominaista uudistushenki, joka on vastakkainen *tekhnen* traditionalistiselle asenteelle. *Tekhne* on jollakin tapaa olemukseltaan rutiininomaista, ja näin siksi että se toimii sellaisten sääntöjen mukaan, joita se ei ymmärrä, eikä niin ollen kykene niitä arvostelemaan, ja vielä vähemmän muuttamaan, ellei sitten huolimattomuuden tai unohduksen johdosta. Tämä selittää esimerkiksi Vitruviuksen kirjoituksille ominaisen intellektuaalisen tason tavattoman epätasaisuuden: syynä on se, että Vitruvius kopioi, eikä keksi, se että hän rajoittuu kodifioimaan sääntöjä ja inventoimaan reseptejä. Huolimatta korkeista ambitioistaan, hänellä ei ole tiedettä, eikä hän ole tiedemies. Juuri käytännöllisen, "teknisen" asenteensa takia roomalainen maailma ei tunne tiedettä. Ja kääntäen, tämä on syy siihen, että sen tekniikka oli niin rutiininomaista. Tämän vuoksi se, arkkitehtuuri poislukien, edistyi niin vähän. (Koyré[1961], pp.336-7).

Koyré'n mielestä on ilmeistä, että ihmisellisessä historiassa tekniikka edeltää tiedettä. Koska tekniikka ei saa sääntöjään *epistemeltä*, on pakko olettaa sille itsenäinen alkuperä, ja myöntää tieteen teoreettisesta ajattelusta erillisen *teknisen ajattelun* olemassaolo:

Aktiivinen, operatiivinen ajattelu, käyttäkseni Baconin joka teki itsestään sen esitaistelijan termejä, juuri se muodostuu, tavallisen ymmärryksen sisällä, kokemuksen, yrityksen ja erehdyksen, ammattien niuksien ja taitojen sääntöjen vaikutuksesta. Ja juuri nämä säännöt, siirtyen sukupolvelta toiselle, kasaantuen ja yhdistyen, ovat muodostaneet sen kokemuseräisen tiedon aarteen - esitieteellisen tiedon, mutta tiedon kuitenkin - joka on tehnyt ihmisille mahdolliseksi kehittää tekniikoita, ja jopa viedä ne ylittämättömälle tasolle ennen, ja paljon ennen, kuin on ajateltu niiden teoriaa.

Mutta tiede voi suuntautua tekniikkaan ja harjoittaa *käytännön teoriaa*. Tällöin juuri ilmestyy teknologia, tekninen tiede ja tieteellinen tekniikka, joka suhteessa empiiriseen tekniikkaan on sitä mitä kreikkalainen tiede oli suhteessa egyptiläisten maanmittareiden taitoon.

Sanotusta seuraa, että Antiikin tekniikan pysähtyneisyyden ja sen suhteellisen matalan tason ongelma sisältää kaksi erillistä kysymystä: Miksei Antiikin *tekninen ajattelu* kehittynyt siinä määrin kuin se oli mahdollista poistumatta *teknisen* rajoista, kohoamatta *ylemmälle* tasolle³⁴⁵? Toiseksi, mikseivät *epistemen* keksijät soveltaneet sitä käytäntöön, miksi kreikkalainen tiede ei kehittänyt teknologiaa siitä huolimatta, että se oli muodostanut sellaisen idean³⁴⁶? Näihin kysymyksiin psykososiologinen teoria ei anna vastausta: se ei selitä, mikseivät Antiikin praktikat, joiden sosiaalinen asema oli kuitenkin verrattain hyvä, kehittäneet tekniikkaa, ja mikseivät teoretikot, jotka loppujen lopuksi eivät olleet aristokraatteja, ajatelleet teknologian kehittelyä? (Koyré[1961], pp.338-9).

5.5.3. Renessanssin insinöörien tiede

Artikkelissaan "Léonard de Vinci 500 ans après" Koyré soveltaa distinktioitaan Leonardon työn analysoimiseen: Leonardo, jonka käytännöllinen suuntaus on peräisin Verrocchion ateljeessa saadusta opista, on taiteilija-insinööri pikemmin kuin fyysikko. Jopa geometriassa hän etsii useimmiten käytännöllistä ratkaisua, ratkaisua, joka on mahdollista toteuttaa mekaanisesti; häntä eivät niinkään kiinnosta ihmissilmän ja instrumenttien erotuskyvyn yli menevät teoreettiset eroavaisuudet. Leonardon piirustukset kuitenkin ilmentävät teoretikon mielikuvitusta pikemmin kuin praktikon kokemusta. Ne eroavat 1400- ja 1500-lukujen teknisissä töissä ja kokoelmissa esiintyvistä tarkkuutensa ansiosta. Kun jälkimmäiset ovat maalauksia tai luonnoksia, Leonardon piirustukset ovat todellisia mittakaavan mukaan tehtyjä projektioita. Siinä missä sellaisten keskiaikaisten koneiden, joista tunnetaan vain piirustukset rekonstruointi on erittäin vaikeaa, mikään ei ole helpompaa kuin Leonardon suunnitteleminen koneiden toteutus - nimittäin nykypäivän tekniikalla; Leonardon aikana niiden toteuttaminen ei luultavasti olisi tullut kysymykseen. Tämä ei vähennä niiden arvoa, mutta saa Leonardon esiintymään oikeassa valossaan: hän ei ole pelkkä *teknikko*, vaan *teknologi*, ja sellaisena yksi kaikkien aikojen suurimmista. (Koyré[1966], pp.107-8, 111-2).

Nicolo Tartaglian yritys tehdä ballistiikasta matemaattinen tiede³⁴⁷ kuvaa käytännöllisestä yhteydestä peräisin olevan kokemuksen teoretisoinnin ongelmia. Toinen Tartaglian työhön liittyvä kiinnostava näkökohta on se, että se osoittaa, miten liikettä koskevien diskursioiden rakenteen muuttuminen on yhteydessä liikettä käsittelevän, tavoitteiltaan rajoitetun positiivisen tieteen syntymiseen.

Tartaglian ansiot ovat suuret, huolimatta siitä, että hänen teoriansa ovat täysin virheellisiä: tieteet yleensä alkavat virheellisillä teorioilla, mutta teorian omistaminen sinänsä, virheellisenkin, edustaa suunnatonta edistystä verrattuna esiteoreettiseen tilaan, tähdentää Koyré.

³⁴⁵Keskiajan tekninen edistys oli käytännön eikä teorian ansiota niin maanviljelyssä (aura) kuin teollisuudessaakin.

³⁴⁶Yksinkertaisten koneiden ('viisi voimaa') teoriassa sen voi katsoa laskeneen teknologian perusteet.

³⁴⁷*Nova Scientia da Nicolo Tartalea*, Venetsia, 1537, ensimmäinen ballistiikkaa käsittelevä painettu kirja; *Quesiti et Inventioni Diverse di Nicolo Tartalea*, Venetsia, 1546.

Tartaglian teorian dynaaminen perusta on traditionaalinen. Esitystavaltaan se kuitenkin eroaa perinteisestä mallista, sillä Tartaglia välttää kaiken filosofisen keskustelun käyttämistään käsitteistä - luonnollinen/väkivaltainen liike, liikkeen syy, jne. Kysymyksessä ei ole tutkielma *de motu*, sillä se rajoittuu yhteen paikallisen liikkeen erikoistapaukseen, tykinkuulan liikkeeseen, abstrahoiden sitä paitsi ilman vastuksesta. Esitys etenee *modo geometrico*, asettaen määritelmiä, suppositioita ja yleisiä lauseita, joista sitten johdetaan teoreemoja. Tartaglia tahtoo olla empiristi; hän suuntaa tekstinsä praktikoidille, ei filosofeille. Hänen tarkoituksensa on alistaa kokemuksessa annetut, tai mitkä hän sellaisiksi uskoo, matemaattiseen käsittelyyn kulkematta selittävän teorian kautta joka muodostaisi yhdyssiteen niiden välille. Yrityksen mielenkiintoisuus johtuu tästä. Epäonnistuminen, johon tämä positivismi *avant la lettre* päättyy, osoittaa yrityksen vaikeuden, samoin kuin myös vaaran, jonka syntyvälle tieteelle aiheuttaa liiallinen luottamus empiriaan. (Koyré[1966], pp.117-8).

Tartaglia on joissakin tapauksissa aivan kykenevä asettamaan teoreettisen totuuden praktikkojen kokemuksen edelle, näin esimerkiksi kieltäessään sen, että ammuksen rata olisi aluksi aivan suora. Mutta kyse ei voi olla tuon kokemuksen hylkäämisestä kokonaisuudessaan. Jotkin asiat ovat kiistämättömän varmoja, kuten se että kahdesta peräkkäisestä laukauksesta jälkimmäinen on voimakkaampi ja kantaa kauemmas tai että suurimman iskun aikaansaamiseksi tykkiä ei pidä asettaa aivan muurin eteen, vaan pienelle etäisyydelle siitä. Galilein valua oleva teoreetikko olisi kylmästi kieltänyt tällaiset faktat; Tartaglia yrittää löytää niille selityksen. (Koyré[1966], pp.135, 137).

Tartaglian yritys rakentaa ballistiikka suoraan kokemukselle ja samalla kieltää jokapäiväisen elämän ja teknisen käytännön tuottaman kokemuksen liialliset vaatimukset oli ennenaikainen ja liian vähän radikaali. Niinpä sillä oli vähän vaikutusta aikalaisiin. Eivät edes matemaatikot, kuten Cardano tai Bernardino Baldi, siitä kiinnostu. Tämän täytyy Koyré'n mukaan katsoa kuvastavan empiiris-teknisen tradition voimaa (eikä Leonardon vaikutusta, niin kuin Duhem oletti). Koyré näki tuonkin tradition *esteenä* joka Galilein ajattelun oli ylitettävä... (Koyré[1966], pp.138-9; vrt. m. alav.337 s.166).

5.5.4.'Tarkkuuden universumin' synty

Artikkeli "Likimääräisyyden maailmasta tarkkuuden universumiin" pyrkii esittämään "mukavuusratkaisun" sille kahtalaiselle ongelmalle, miksi konetekniikka syntyi 1600-luvulla, ja miksei sellaista kehittynyt Antiikin sivilisaatioiden parissa, erityisesti kreikkalaisessa maailmassa. Koyré'n selitys lähtee hänen kehittelemästään erottelusta *tekniikan ja teknologian* kesken. Voidaan antaa jonkinasteinen selitys sille, että Antiikki ei luonut *teknologiaa*, nimittäin selitys, joka liittyy teknologian historian teoreettisen tieteen historiaan yhdenmukaisesti Koyré'n tekemän teknologia/tekniikka-distinktion kanssa. Teknologia edellyttää fysiikkaa senkaltaisessa matemaattisen täsmällisessä muodossa, jossa se kehitettiin 1600-luvun mekaniikassa.³⁴⁸

³⁴⁸ Koyré esittää tässä yhteydessä kaksi ongelmallista väitettä: Että (modernin kaltaisen) fysiikan kehityksessä statiikan täytyy edeltää dynamiikkaa, ja siksi "Galilei" (siis dynamiikka) oli mahdoton ennen Arkhimedestä. Toinen väite on, että mikään ei sinänsä estänyt sitä, etteikö Eukleidesta ja Ptolemaiosta olisi voinut seurata välittömästi "Kopernikus ja Galilei". Miksi näin ei tapahtunut palautuu Kreikan tieteen pysähtymisen ongelmaan. (Koyré[1961], pp.341-2). H.F. Cohen muotoilee 'Arkhimedisen ongelman' seuraavasti: "Jos Arkhimedeen töiden painaminen 1500-luvulla oli siinä määrin instrumentaalinen varhaisen modernin tieteen ilmestymiselle [kuin 'Suuri Traditio', eli Koyré, Dijksterhuis, y.m., esittää], miksi sitten noiden töiden alkuperäinen vaikutus 100-luvulla e.Kr. yhdessä joidenkin samanaikaisten ja myöhempien Aleksandrialaiisten tiedemiesten töiden kanssa oli riittämätön saamaan aikaan vaaditun siirtymän?" (H.F. Cohen[1994], p.247). Cohenin mukaan Koyré on ilmeisesti ainoa historioitsija, joka on asettanut kreikkalaisen tieteen

Teknologian kehittymättömyys Antiikissa selittyy fysiikan puuttumisella, joka taas on yhteydessä määrättyihin ideoihin tai asenteisiin, jotka ilmenivät yhtäältä matematiikan tulkinnassa ja toisaalta muuttuvan ja aistein havaittavan maailman ominaispiirteitä koskevissa näkemyksissä. Koyrén kuvaus teknologian synnystä Tieteellisen Vallankumouksen aikana soveltaa sekin epistemologista ja sosiologista erottelua tavallisen ymmärryksen ja *tekhnen* sekä *epistemen* välillä ja vahvistaa nykyaikaisen teknologian olemuksen tieteellistettynä tekniikkana. Ajan mitan homogenisointi luo mahdollisuuden nykyaikaisen liikeopin luomiseen. Luodaan ensimmäiset tieteelliset kojeet sekä itse instrumentin käsite, joka erottautuu työkalun käsitteestä. Instrumentti on teorian aineellistuma, jonka tarkoitus ei kuulu tavallisen ymmärryksen maailmaan. Ensimmäinen nykyaikainen kone on tieteellisen kojeen valmistamiseen tarkoitettu työstökone. Tieteellisen tekniikan ominaispiirteet ovat tarkkuus ja teorialähtöinen suunnittelu.³⁴⁹

Huomattakoon, ettei teorian ja tavallisen ymmärryksen kesken tehty erottelu merkitse erillisyyttä: Vaikka tekninen ajattelu ei riipukaan tieteellisestä ajattelusta, se voi absorboida tähän kuuluvia elementtejä ja sisällyttää ne tavallisen ymmärryksen piiriin; viimeksimainittu ei ole muuttumaton - emme enää näe taivaanholvia; Vitruviuksen *tekhne*, kuten myös keskiaikaisten ja renessanssiajan mekaanikkojen, rakentajien, insinöörien ja arkkitehtien *tekhne* sisälsi tieteellisen tiedon elementtejä, geometriaa ja vähän mekaniikkaa (Koyré[1961], p.344).

Kreikkalainen maailma ei kehittänyt modernin tyyppistä fysiikkaa, ja syynä tähän näyttää olleen se, ettei sitä uskottu mahdolliseksi. Matemaattinen fysiikka edellyttää täsmällisten ja jäykkien käsitteiden soveltamista todellisuuteen. Tämä on paradoksaalinen yritys, sillä jokapäiväisen elämän todellisuus ei ole täsmällinen, vaan liikkuvan, epätarkan ja likimääräisen aluetta. Molemmat johtavat kreikkalaiset matematiikan filosofiat implikoivat, että matematiikkaa ja jokapäiväisen elämän todellisuutta erotti kuilu. Merkitsee vähän fysiikan matematisoinnin kannalta, katsotaanko Platonin tavoin, että matemaattiset kohteet kuuluvat ylempään todellisuuteen vai pidetäänkö Aristoteleen tavoin matematiikkaa abstraktina ja fysiikkaan nähden toissijaisena tieteenä. Kummassakin tapauksessa ajatus soveltaa matematiikkaa luontoon näyttäytyy erehdyksenä ja järjettömyytenä. Kuunalisesta maailmasta puuttuu täsmällisyys, ellei sitten ole kyse taidon tuotteista, mitkä juuri eivät kuulu luontoon. Tähtitiede on eri asia: tällä olevan alueella todella esiintyy absoluuttisen säännöllisiä muotoja. Kreikkalaiset tekivät täsmällisiä mittauksia ja havaintoja tähtitieteessä, mutta he eivät koskaan yrittäneet matematisoida mitään Maan päällistä liikettä. Antiikista tunnetaan vain yksi Maan päälliseen

pysähtymisen ongelman näissä termeissä. Kummallista kyllä Cohen ei huomioi lainkaan (ibidem, p.250) Koyrén antamaa selitystä (matematiikan filosofia ja luonnon uskottu ontologinen epätarkkuus).

³⁴⁹ Ajatus tieteellisestä instrumentaatiosta ensimmäisenä teknologiana saa tukea m.m. Richard Wesfallin äskettäisistä tilastollisista tutkimuksista. Näiden aineistona on 630:n vuosien 1470 ja 1680 välillä syntyneen huomattavimman tiedemiehen elämäkerrat. Vain 155:llä näistä ei ole merkintää osallistumisesta teknologisiin hankkeisiin, eli yli 3/4 osallistui ainakin johonkin sovellutukseen, jolloin lääkärit on kaikki luettu käytännön soveltajiin. Mutta jos lääkärit, joita oli noin 3/8 kokonaismäärästä, jätetään pois, noin 60% lopuista osallistui. Suurimmat kategoriat olivat purjehdus (42), sotilastekniikka (48), vesirakennus (50) ja kartografia (86) tapausta. Kaikki nämä alat olivat vahvasti matemaattisia, ja kaikki olivat olemassa jo ennen p.o. aikakautta. Kartografian asemaa korostaa se, että kaikki siinä kunnostautuneet kuuluisivat perusaineistoon jo muilla ansioillaan. Ala syntyi aivan 1400-luvun lopussa, ja alusta alkaen tiedemiehet olivat keskeisiä sen edistämässä. Se oli 1500- ja 1600-luvuilla kehittynein teknologia; Westfallin mielestä kartografia oli ensimmäinen todella tieteellinen teknologia. Muita sovelluksia olivat mekaanisen laitteen kehittäminen (20), kemia (16), maatalous (10), metallurgia (9). Suurin kategoria oli kuitenkin instrumentaatio, s.o. jonkin tieteellisen kojeen tai tekniikan kehittäminen, 144 tapausta eli lähes 1/4 koko aineistosta. (Westfall[1994], pp.12-3).

mittaukseen tarkoitettu laite, eräänlainen teodoliitti; muuten ainoat tarkat mittaukset rajoittuivat arvometallien punnitukseen.

Mikään ei osoita selkeämmin taivaan ja maanpäällisen luonnon vastakohtaa kreikkalaisessa ajattelussa ja tämän kyvyttömyyttä ylittää kyseinen dualismi kuin yhtenäisen ajan mitan puuttuminen. Jos taivaanpallo kierrollaan määrää ajan jakautumisen yhtäläisiin jaksoihin, jos tähtivuorokausi on tarkalleen vakio, niin aurinkovuorokausi, joka on jokapäiväisen elämän aikamitta, on pituudeltaan vaihteleva. Niinpä näemme aurinkokellon, joka tulkitsee meille taivaan liikkeen, muunnetun alkuperäisestä tehtävästään osoittamaan "likimääräisyyden maailman" erimittaisia tunteja! Ottaen huomioon liikkeen ja ajan käsitteiden erottamattomuuden ja sen tosiasian, että revoluutio, joka synnytti modernin tieteen, tapahtui liikkeen käsitteessä ja tämän kautta, ei ole Koyré'n mielestä hämmästyttävää, ettei kreikkalainen tiede synnyttänyt dynamiikkaa. (Koyré[1961], pp.341-4).

Eotekniseltä ajalla, mikä käsittää vielä 1500- ja 1600-luvut, koneiden suunnittelu ei perustunut laskelmiin; tuonaikaisten piirustusten kuvaamien koneiden rakenteen, toiminnan ja käsitteen likimääräisyys pistää silmään. Toteutettavissa olevan ja toimimattoman koneen erona ei ollut se, että edellinen oli oikein ja jälkimmäinen huonosti laskettu: kumpikaan ei ollut laskettu. Vain yksinkertaisimmat rakenteet, sellaiset jotka suorastaan houkuttelivat laskemaan, kuten nostolaitteet tai vaihderattaistot, perustuivat laskelmiin. Eoteknisiä koneita voitiin käyttää vain kaikkein karkeimpien tehtävien suorittamiseen: veden pumppaus, viljan jauhatus, villan vanutus, palkeiden liikuttaminen. (Koyré[1961], p.347).

Tähän asiintilaan voidaan esittää tiettyjä kultuurihistoriallisia syitä: puuttui käytännöllinen numerojärjestelmä; laskutekniikat olivat vain tiedemiesten hallinnassa; puuttui tarkat mittalaitteet ja vakioidut mittajärjestelmät. (ibid., pp.347-50).

Koyré ei pidä näitä selityksiä riittävinä: eikö sitäpaitsi viimeainittu puute selity 'likimääräisyyden maailman' rakenteella ja luonteenomaisella mentaliteetilla? Alkemian esimerkki näyttää tukevan tätä tulkintaa: Alkemia loi sanaston, merkintätavan ja jopa välineistön, jonka kemia sai periä ja jonka se säilytti. Alkemistit kasasivat huomioita, suorittivat loputtomasti kokeita ja tekivät jopa tärkeitä keksintöjä. Mutta alkemiassa ei koskaan tehty tarkkaa koetta, koska sellaista ei *yritetty*; sen harjoittajien tekemät kokeet eivät muistuta nykyaikaisia kemiallisia kokeita: ne ovat epätarkkoja, kvalitatiivisia ja likimääräisiä niin kuin keittiöohjeet. Aineellinen mahdottomuus ei estänyt alkemisteja, sillä tarkkoja vaakoja oli käytössä kulta- ja jalokivikauppiaille, vaan täsmällisen kokeen *idean* puute. (ibid., p.350). Sama ideattomuus havaitaan optisten kojeiden historiassa: yksinkertainen mikroskooppi olisi ollut mahdollinen toteuttaa myöhäiskeskiaikaisella lasinvalmistustekniikalla. Myöskään teoreettinen riittämättömyys ei ollut syynä teleskoopin tai ainakaan kaukoputken puuttumiseen: Galilei ei tiennyt optiikasta paljoakaan enempää kuin Witello.³⁵⁰ Kaukoputken saamiseksi olisi tarvittu vain kaksi silmälasien linssiä peräkkäin pantuina. Mutta silmälasien tekijät eivät olleet *optikkoja*, he olivat käsityöläisiä. Heillä oli mielessään *työkalu*, joka on aistien ja jäsenten jatke vahvennus, jotakin mikä kuuluu tavallisen ymmärryksen maailmaan. Kaukoputken keksijät, löydettyään sattumalta sopivan linssiyhdistelmän, tyytyivät tekemään vain välttämättömät parannukset, putken ja liikkuvan okulaarin. Kun Galilei kaukoputken sen käsiinsä, hän kehittää välittömästi sen *teorian*, joka tekee hänelle mahdolliseksi parantaa kojeen tarkkuutta ja voimaa, kunnes se

³⁵⁰Witello oli puolalainen, jonka tiedetään olleen 1271 Viterbossa Italiassa. Hänen optiikkansa nojautui oleellisesti Al-Hazenin teorioihin, parantaen niiden matemaattista käsittelyä. Al-Hazen (k.1039) vaikutti suurimman osan elämästään Egyptissä. (Ronchi, *The Nature of Light*, pp.45, 57). Keplerin käänteentekevä *Ad Vitellionem Paralipomena* (1604) palasi Al-Hazenin ideoihin. *Paralipomena* sisälsi Keplerin taittumislain, muttei käsitellyt linssien teoriaa. Galilein löytöjen jälkeen 1610 julkaistavaksi esitetty *Dioptrice* esitti ensimmäisenä nykyisenlaisen linssien teorian. (ibid., p.87, 91, 98).

avaa hänelle taivaan mittaamattomuuden. Teleskoopin rakentamiseksi täytyi ei vain määrätä taitekulmat, se on mitata ja laskea, vaan osata antaa linsseille tarkka *geometrinen* muoto, mikä vaati rakentamaan tarkkuuskoneita, jotka vielä enemmän kuin instrumentit edellyttävät keksijöidensä mielessä likimääräisyyden maailman korvaamista tarkkuuden universumilla. Ei ole sattuma, että ensimmäisen optisen instrumentin - teleskoopin - ja ensimmäisen nykyaikaisen koneen - linssien hiomiseen tarkoitettun - loivat vastaavasti Galilei ja Descartes. (Koyré[1961], pp.351-3).

Ajan mittaus on toinen alkuperältään tieteellinen tekniikka. Historiallinen muutos ajan käsitteellistämässä ja mittaamisessa - jotka ilmeisesti ovat toisistaan erottamattomia - ja täsmällisen liikkeen teorian luominen käyvät käsi kädessä. Keskiäika ottaa käyttöön vakiomittaiset tunnit. Mekaaniset kellot yleistyvät ja niiden tarkkuus paranee, muttei ylitä tiettyjä rajoja: Galilei käyttää kokeissaan ajan mittaamiseen veden virtausta.

Galilei keksii heilurin isokronisuuden, ei kokeiden avulla, vaan tutkimalla matemaattisesti, lähtien toteennäyttämistään kiihtyvän liikkeen laeista, putoamista pitkin vertikaalisen ympyrän jäniteitä. Koe seuraa vasta teoreettisen deduktion jälkeen. Kokeen suorittamisen tarkoitus ei ole vahvistaa teoriaa, vaan selvittää, miten liike luonnossa tapahtuu ja, jos koe onnistuu, yrittää rakentaa laite, joka käyttäisi hyväkseen heilurin mekaanisia ominaisuuksia. Vastaavasti Huygens huomaa puhtaasti teoreettisesti Galilein erehtyneen, teoreettisesti hän löytää oikean ratkaisun ja tavan, jolla sitä olisi mahdollista hyödyntää käytännössä. Toteuttamisen teknologinen ongelma nousee vasta sen jälkeen kun malli on ensin teoreettisesti ajateltu.

Teoreetikot teroittivat ammattilaisille, taidoille, *teknelle epistemen* uusia tarkkuuden sääntöjä. Teknikoille täytyi opettaa jotain, mitä he eivät koskaan aiemmin olleet tehneet; sen takia Newton ja Galilei itse joutuivat käärimään hihansa. Epistemen tunkeutuminen tekneen selittää sen, miksi 1700-luvun kellosepät pystyivät parantamaan laitteita, joita heidän edeltäjänsä eivät olleet osanneet keksiä.

Instrumentin kautta tarkkuus inkarnoituu likimääräisyyden maailmassa, instrumenttien rakentamisessa teknologinen ajattelu tulee esiin, ja instrumenttien rakentamista varten keksitään ensimmäiset tarkkuuskoneet. (Koyré[1961], pp.360-1).

Lähteet

Achinstein, Peter

[1974]. "History and Philosophy of Science: A Reply to Cohen". Teoksessa Suppe[1977], pp.350-60.

Agassi, Joseph

[1962]. *Towards an Historiography of Science. History and Theory*, vol. II, num.1. 1962, pp.1-117, Mouton & Co's, Gravenhage, Haag.

[1977]. *Towards a Rational Philosophical Anthropology*. Martinus Nijhof, The Hague, 1977.

[1981]. *Science and Society*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1981.

Arabatzis, Theodore

[1994]. "Rational versus Sociological Reductionism: Imre Lakatos and the Edinburg School". Teoksessa Gavroglu et al., pp.177-192.

Ariew, Roger.

[1985]. "Preface", Duhem[1985], pp.xix-xxxii.

[1990]. "Christopher Clavius and the Classification of the Sciences". *Synthese* 83 no.2 1990, pp.293-300.

Bachelard, Gaston. *Le nouvel esprit scientifique*. Presses Universitaires de France, 1934; 16^e ed., 1984.

Bergson, Henri

Évolution créatrice. 77^e édition, Bibliothèque de philosophie contemporaine, 1948.

Essai sur les données immédiates de la conscience.

96^e édition, Bibliothèque de philosophie contemporaine, 1961.

Bloch, Marc. *The Historian's Craft*. Manchester University Press, Manchester, 1954.

Ranskankielisestä alkuteoksesta kääntänyt P. Putnam.

Bloor, David

[1976]. *Science and Social Imagery*. 2nd. ed. The University of Chicago Press, Chicago, London, 1991.

Blumenberg, Hans.

[1976]. *The Legitimacy of the Modern Age*. The MITT Press, Cambridge, Mass. 1983.

Alkuperäisteos *Die Legitimität der Neuzeit*, 1966; Robert M. Wallacen engl. käännös perustuu toiseen painokseen vv.1973-76.

[1975]. *The Genesis of the Copernican World*. The MITT Press, Cambridge, Mass. 1987.

Alkuperäisteos *Die Genesis der kopernikanischen Welt*, 1975; engl. käännös Robert M. Wallace.

Brenner, Anastasios A. "Holism a Century Ago: the Elaboration of Duhem's Thesis". *Synthese* 83 No.3 1990, pp.325-336.

Brouzeng, Paul

[1981]. "Introduction à la reproduction de la 2^e édition française de *La Théorie Physique, son objet, sa structure*". Duhem[1914], pp.i-xi.

Butterfield, Herbert *The Origins of Modern Science*. 2.nd ed., Bell & Hyman Ltd, London 1957.

Callinicos, Alex. *Theories and Narratives: Reflexions on the Philosophy of History*. Polity Press, 1995.

Carnap, Rudolf. "Empiricism, Semantics, Ontology". Teoksessa Ernst Nagel & Richard B. Brandt: *Meaning and Knowledge*; Harcourt, Brace & World Inc., 1965; pp.298-305.

Cartwright, Nancy. "Can Wholism Reconcile the Inaccuracy of Theory with the Accuracy of Prediction?". *Synthese*, 89, 1991; pp.3-13.

Cassirer, Ernst. *The Problem of Knowledge*. Yale Univ. Press, New Haven and London, 1950.

Cohen, H. Floris. *The Scientific Revolution: a historiographical inquiry*. The University of Chicago Press Ltd., London, 1994.

Cohen, I. Bernard

[1971]. *Introduction to Newton's 'Principia'*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1978.

[1974]. "History and the Philosopher of Science". Suppe[1977], pp.308-49.

[1985]. *Revolution in Science*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., London, 1985.

Collingwood, R.G.

[1939]. *An Autobiography*. Oxford University Press, 1978.

[1946]. *The Idea of History*. Oxford University Press, 1961.

Condorcet, Marie Jean Antoine Nicolas Caritat de

[1795]. *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*, Georg Olms Verlag, Hildesheim, New York, 1981.

Crombie, Alistair C.

[1953]. *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science 1100-1700*. Clarendon Press, Oxford, 1953.

[1994]. *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*. Duckworth, London, 1994.

Crowe, Michael J. "Duhem and the History and Philosophy of Mathematics". *Synthese* 83 No.3 1990, pp.431-448.

Danto, Arthur C. *Analytical Philosophy of History*. Cambridge University Press, Cambridge, 1965.

Dijksterhuis, E.J.

[1950]. *The Mechanization of the World Picture*. Engl. käännös C. Dikshoorn (1961); Princeton University Press, 1986.

Doppelt, Gerald. "Finocchiaro on Rational Explanation". *Synthese* 62, 1985; pp.455-8.

Drake, Stillman

[1980]. *Galileo*. Oxford University Press, Oxford, Melbourne, Toronto, 1980.

[1994]. "Theory and practice in early modern science". Teoksessa Gavroglu et al., pp.15-30.

Dray, William

[1957]. *Laws and Explanation in History*. Clarendon Press, Oxford, 1957.

[1980]. *Perspectives on History*. Routledge & Kegan Paul, London, Boston, Henley, 1980.

Duhem, Pierre

[1905-6]. *Les Origines de la Statique*, t.1-2. Librairie Scientifique A. Hermann, Paris, 1905-6.

[1906-13]. *Etudes sur Léonard de Vinci, ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu*, t.1-3, 1906-13.

Uusintapainos, F. de Nobele, Paris, 1955.

[1914]. *La Théorie Physique, son objet - sa structure*. Uusintapainos toisesta tarkistetusta ja laajennetusta laitoksesta v:lta 1914. J. Vrin, Paris, 1981.

[1917]. "Notice sur les titres et travaux scientifiques de Pierre Duhem, rédigée par lui-même lors de sa candidature à l'académie des sciences (mai 1913)". Engl. käännös Roger Ariew ja Peter Barker, *Synthese* 83, no.2, 1990, pp.183-199.

[1969]. *To Save the Phenomena*. The University of Chicago Press, 1969; E. Dolandin & Ch. Maschlerin engl. käännös teoksesta SOZEIN TA FAINOMENA: *Essai sur la notion de Théorie Physique de Platon à Galilée*; Hermann, Paris, 1908.

[1985]. *Medieval Cosmology*. Toim. ja käänt. Roger Ariew, University of Chicago Press, 1985. Valikoima teoksesta *Le Système du Monde: Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*. 10 vols., Hermann, Paris, 1913-59.

Feyerabend, Paul. *Against Method*. Verso Edition, 1975.

Finocchiaro, Maurice A.

[1973]. *History of Science as Explanation*. Wayne State University Press, Detroit, Mich., 1973.

[1985]. "Aspects of the Logic of History-of-Science Explanation". *Synthese* 62, 1985, 429-454.

Gaukroger, Stephen. *Explanatory structures: A study of concepts of explanation in early physics and philosophy*. The Harvester Press, 1978.

Gavroglu, Kostas & Christianidis, Jean & Nicolaidis, Efthymios, eds. *Trends in the Historiography of Science*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1994.

Gellner, Ernest

[1962]. "Concepts and Society". Bryan R. Wilson, ed., *Rationality*. Basil Blackwell, Oxford, 1970.

Giere, Ronald N. *Explaining Science*. The University of Chicago Press, Chicago and London, 1988.

Goddu, André. "The Realism that Duhem Rejected in Copernicus". *Synthese* 83, No.2, 1990, pp.301-16.

Golinski, Jan V.

[1990]. "Chemistry in the Scientific Revolution: Problems of language and communication". Teoksessa Lindberg & Westman, eds., pp.367-96.

Goudaroulis, Yorgos

[1994]. "Can the History of Instrumentation Tell us Anything about Scientific Practice". Teoksessa Gavroglu et al., pp.161-8.

Grant, Edward

[1971]. *Physical Science in the Middle Ages*. Cambr. Univ. Press, Cambr., 1977.

Gurwitsch, Aron

[1967]. "Galilean Physics in the Light of Husserl's Phenomenology". Teoksessa Thomas Luckmann ed., *Phenomenology and Sociology*, Penguin Books, 1978.

[1974]. *Phenomenology and the Theory of Science*. Northwestern Univ. Press, 1974.

Haack, Susan. "The two Faces of Quine's Naturalism". *Synthese* 94: 335-56, 1993.

Hacking, Ian

[1994]. "Styles of scientific thinking and reasoning: a new analytical tool for historians and philosophers of science". Teoksessa Gavroglu et al., pp.31-48.

Halkin, Léon-E. "Les catégories en histoire". Chaïm Perelman ed., *Les catégories en histoire*, pp.11-16. Editions de l'Institut de Sociologie, Université Libre de Bruxelles, 1969.

Hatfield, Gary

[1990]. "Metaphysics and the New Science". Teoksessa Lindberg & Westman, eds., pp.93-166.

Hazard, Paul. *La crise de la conscience européenne (1680-1715)*. Osat 1-3., Boivin et C^{ie}, Paris, 1935.

Hempel, Carl G.

[1965]. *Aspects of Scientific Explanation*.

The Free Press, New York, 1970.

[1974]. "Formulation and Formalization of Scientific Theories".

Teoksessa Suppe[1977], pp.244-54.

[1983]. "Kuhn and Salmon on Rationality and Theory Choice". *Journal of Philosophy*, vol. LXXX, no. 10, Oct. 1983; pp.570-2.

Hiebert, Erwin N.

[1994]. "On Demarcations between science in context and the content of science". Teoksessa Gavroglu et al., pp.87-105.

Hoyningen-Huene, Paul. "The Interrelations between the Philosophy, History and Sociology of Science in Thomas Kuhn's Theory of Scientific Development". *British Journal for the Philosophy of Science* 43 (1992), pp.487-501.

Howard, Don. "Einstein and Duhem". *Synthese* 83 No.3 1990, pp.363-384.

Irzik, Gürol & Grünberg, Teo. "Carnap and Kuhn: Arch Enemies or Close Allies?". *British Journal for the Philosophy of Science* 46 (1995), pp.285-307.

Jaki, Stanley

[1969]. "Introductory Essay", Duhem[1969], pp.ix-xxvi.

[1984]. *Uneasy Genius: the life and work of Pierre Duhem*. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, 1984.

[1985]. "Foreword", Duhem[1985], pp.xi-xviii.

Jorland, Gérard. *La science dans la philosophie: Les recherches épistémologiques d'Alexandre Koyré*. Gallimard, 1981.

Kant, Immanuel. *Prolegomena to any Future Metaphysics that will be able to present itself as a science*. Engl. käännös Peter Lucas, Manchester Univ. Press, 1971.

Knight, David. *The Age of Science*. Basil Blackwell, Oxford, 1986.

Koyré, Alexandre

[1939]. *Etudes Galiléennes*. Herman, Paris, 1966.

[1957]. *From the Closed World to the Infinite Universe*. The Johns Hopkins Press, 1957.

[1961]. *Etudes d'histoire de la pensée philosophique*. Gallimard, 1971.

[1961a]. *The Astronomical Revolution*. Engl. käännös R.E.W. Madison, Hermann, Paris, 1973.
Alkuteos *La révolution astronomique*. Hermann, Paris, 1961.

[1964]. *Etudes Newtoniennes*. Gallimard, 1968.

[1966]. *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*. Gallimard, 1973.

[1986]. *De la mystique à la science*. Toim. Pietro Redondi. École des Hautes Études en Sciences Sociales, 1986.

Kuhn, Thomas S.

[1957]. *The Copernican Revolution*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1981.

[1962]. *The Structure of Scientific Revolutions*. 2.nd. ed. The University of Chicago Press, 1970.

[1970]. "Postscript" kirjaan *The Structure...*; ks. edell.

[1970b]. "Reflectios on my Critics". Kirjassa Lakatos & Musgrave, pp.231-277.

[1977]. *The Essential Tension*. The University of Chicago Press, 1977.

[1978]. *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity 1894-1912*. The University of Chicago Press, Chicago & London, 1987.

[1980]. "The Halt and the Blind". Review article. *British Journal for the Philosophy of Science* 31, 1980.

[1981]. "What are Scientific Revolutions?". Occasional Paper #18, Center for Cognitive Science, MIT.

[1983]. "Rationality and Theory Choice". *The Journal of Philosophy*, vol. LXXX, no. 10, Oct. 1983; pp.563-70.

[1984]. "Afterword" kirjaan *Black-Body Theory...*; ks. Kuhn[1978].

[1991]. "The Trouble with the Historical Philosophy of Science".

Robert and Maurine Rothschild Distinguished Lecture, 19 Nov., 1991.

Lakatos, Imre

[1976]. *Proofs and Refutations*.

Cambridge University Press, 1976.

[1978]. *The methodology of scientific research programmes*.

Philosophical Papers, vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge, 1978.

[1978b]. *Mathematics, science and epistemology*.

Philosophical Papers, vol. 2. Cambridge University Press, Cambridge, 1978.

Lakatos, Imre & Musgrave, Alan, eds. *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge University Press, 1970.

Laudan, Larry

[1977]. *Progress and its Problems*.

University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1977.

[1984]. *Science and Values*.

University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 1984.

Laudan, Larry & Donovan, Arthur & Laudan, Rachel & Barker, Peter & Brown, Harold & Lepkin, Jarret & Thagard, Paul & Wykstra Steve. "Scientific Change: Philosophical Models and Historical Research". *Synthese* 69 (1986), pp.141-223. Ks. m. Thomas Nicklesin kommentaari, *Synthese* 69 (1986), pp.253-266.

Lindberg, David C.

[1990]. "Conceptions of the Scientific Revolution from Bacon to Butterfield: A preliminary sketch". Teoksessa Lindberg & Westman, eds., pp.1-26.

Lindberg David C. & Westman, Robert S.

[1990]. "Introduction". Teoksessa Lindberg & Westman, eds., pp.xvii-xxvii.

Lindberg, David C. & Westman, Robert S., eds. *Reappraisals of the Scientific Revolution*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1990.

Lovejoy, Arthur O.

[1936]. *The Great Chain of Being*. Repr. Harper Torchbook, 1960.

Lübbe, Hermann. "Positivism and Phenomenology: Mach and Husserl". Teoksessa Thomas Luckmann ed., *Phenomenology and Sociology*, Penguin Books, 1978.

Mach, Ernst. *The Science of Mechanics*. Open Court, La Salle, Ill., 1960, repr. 1989. Alkuteos *Die Mechanik in Ihrer Entwicklung Historisch-Kritisch Dargestellt*, jonka ensimmäinen laitos ilmestyi 1883.

Machamer, Peter

[1994]. "Selection, System and Historiography". Teoksessa Gavroglu et al., pp.149-60.

Mahoney, Michael S.

[1990]. "Infinitesimals and Transcendent Relations: The mathematics of motion in the late seventeenth century". Teoksessa Lindberg & Westman, eds., pp.461-91.

Maiocchi, Roberto. "Pierre Duhem's 'The Aim and Structure of Physical Theory': a Book against Conventionalism". *Synthese* 83, No.3, 1990, pp.385-400.

Mamchur, Elena

[1990]. "Sociocultural Factors and the Historiography of Science". Teoksessa Gavgorlu et al., pp.193-201.

Martin, R.N.D. "Duhem and the Origins of Statics: Ramifications of the Crisis of 1903-4". *Synthese* 83, No.3, 1990, pp.337-56.

McMullin, Ernan

[1990]. "Comment: Duhem's Middle Way", *Synthese*, 83, No.3, 1990, pp.421-430.

[1997]. "Review: Pierre Duhem, *Essays in the History and Philosophy of Science*", *British Journal for the Philosophy of Science* 48, no.4, 1997.

- Merton, Robert
[1938]. *Science, Technology, and Society in Seventeenth-Century England*. New York, 1970.
- Meyerson, Emile
[1930]. *Identity and Reality*. George Allen & Unwin, London, 1964. (1. ranskankielinen laitos ilmestyi 1908).
- Nagel, Ernst
Logic without Metaphysics. The Free Press, Glencou, Ill., 1956.
The Structure of Science. Routledge & Kegan Paul, London, 1961.
- Needham, Paul. "Duhem and Cartwright on the Truth of Laws". *Synthese* 89, 1991; pp.89-109.
- Nickles, Thomas
[1974]. "Heuristics and Justification in Scientific Research: Comments on Shapere".
Suppe[1977], pp.571-89.
[1986]. "Remarks on the Use of History as Evidence"
Synthese 69 (1986), pp.253-266; kommentaari artikkeliin Laudan *et al.*
- Passmore, John. "Explanation in everyday life, science and history". *History and Theory*, vol. II, num.1. 1962, Mouton & Co's, Gravenhage, Haag.
- Perelman, Chaïm. "Sens et catégories en histoire". Teoksessa Chaïm Perelman, ed., *Les catégories en histoire*, pp.133-147. Éditions de l'Institut de Sociologie, Université Libre de Bruxelles, 1969.
- Piaget, Jean & Garcia, Rolando. *Psychogenèse et histoire des sciences*. Flammarion, Paris, 1983.
- Popper, Karl R.
The Poverty of Historicism. Routledge & Kegan Paul, London, 1957.
The Logic of Discovery. Hutchinson & Co, London, 1959.
- Quine, Willard O.V.
[1960]. *Word and Object*. The M.I.T. Press, Cambridge, Mass. 1960.
[1961]. "On what there is". *From a logical point of view*, 2nd ed., Ambriose, Mass., 1961.
- Ragep, F. Jamil. "Duhem, the Arabs, and the History of Cosmology". *Synthese*, 83, No.2, 1990, pp.201-14.
- Redondi, Pietro. "De l'histoire des sciences à l'histoire de la pensée scientifique". Koyré[1986], pp.ix-xxvii.
- Ronchi, Vasco. *The Nature of Light*. Alkuperäisteos *Storia della Luce*, 1939. Engl. käännös V. Barocas, Heinemann Educational Books Ltd., London, 1970.
- Rosenberg, Alex. "A Field Guide to Recent Species of Naturalism". *British Journal for the Philosophy of Science* 47, 1996; pp.1-29.
- Salmon, Wesley. "Carl Gustav Hempel on the Rationality of Science". *Journal of Philosophy*, vol.LXXX, no.10, Oct. 1983; pp.555-562.

Shapin, Steve & Schaffer, Simon. *Leviathan and the Air-Pump*. Princeton University Press, 1985.

Sneed, Joseph. *The Logical Structure of Mathematical Physics*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1971.

Stegmüller, Wolfgang. *The Structuralist View of Theories*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1979.

Suppe, Frederick, ed. *The Structure of Scientific Theories*. University of Illinois Press, Urbana and Chicago, 1977.

Tannery, Paul. *La Géométrie grecque: comment sa histoire nous est parvenue et ce que nous en savons*. Gauthier-Villars, Paris, 1887; réimpr. Éditions Jacques Gabay, 1988.

Toulmin, Stephen. *Human Understanding*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1972.

Uebel, Thomas E. "Anti-foundationalism and the Vienna Circle". *British Journal for the Philosophy of Science* 47, no.3, Sept. 1996.

Wallace, William. "Duhem and Koyré on Domingo de Soto". *Synthese*, 83, No.2, 1990, pp.239-260.

Westfall, Richard S.

[1994]. "Charting the scientific community". Teoksessa Gavroglu et al., pp.1-14.

Westman, Robert S.

[1990]. "Proof, poetics, and patronage: Copernicus's preface to *De Revolutionibus*". Teoksessa Lindberg & Westman, eds., pp.167-205.

[1990b]. "The Duhemian Historiographical Project". *Synthese* 83, No.2, 1990.

Whewell, William. *History of the Inductive Sciences*, 3.rd ed. 1857, 3 vols.; repr. Frank Cass & Co. Ltd, 1967.

White, Hayden

Metahistory: the historical imagination in the nineteenth-century Europe. Baltimore, Md., 1975.

The Content of the Form: narrative discourse and historical representation. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, 1987.

Whitehead, Arthur N. *Science and the Modern World*. Cambridge University Press, Cambridge, 1953 (1. painos ilmestyi 1926).