

Maija Kallinen

Fysiikka: aristotelisen luonnonopin perusteet

Aristoteles: Fysiikka. Suomentaneet Tuija Jatakari ja Kati Näätsaari, johdanto ja selitykset Simo Knuuttila. Teoksessa Fysiikka, *Teokset III*. Gaudeamus, Helsinki 1992.

„Jos tämän artikkelin kirjoittajana olisi Aristoteles, hän aloittaisi luultavasti jotensakin näin: ”On olemassa monta tapaa käyttää termiä ’aristotelinen fysiikka’. Kaikki ne, jotka ennen meitä ovat sanoneet jotakin aiheesta, ovat yhtä mieltä siitä, että aristotelinen fysiikka on, tai ainakin on joskus ollut olemassa. Silti on Aristoteles-tutkijan — tutkiipa hän sitten filosofiaa tai sen historiaa — sopivaa tarkastella, millaista tuo fysiikka eri olemismuodoissaan on ollut, ja miten ne ovat suhteessa teokseen nimeltä Fysiikka.”

En ole kelvollinen astumaan Filosofin koturneihin, mutta kysymyksen aristotelisen fysiikan olemuksesta täytyy olla tämänkin kirjoituksen lähtökohtana. Monet Aristoteleen teoksessaan *Fysiikka* esittämistä pohdinnoista ovat yhä vieläkin filosofisesti kiinnostavia, mutta teoksen tärkein vaikutus eurooppalaiseen kulttuuriin löytyy kuitenkin kiistatta oppihistorialliselta kentältä. Niinpä tämän kirjoitus luo lyhyen katsauksen aristotelisen fysiikan — ja samalla väistämättä aristotelisen filosofian yleisempäänkin historiaan, ja toivottavasti toimii siten eräänlaisena matkaoppaana Fysiikan lukijalle.

Fysiikan olemus

Fysiikka, siinä mielessä kuin sana nykyaikana ymmärretään, on merkitykseltään paljon suppeampi kuin mitä aristotelinen ”fysiikka” oli. Aristoteles ei tarkoita fysiikalla ainoastaan dynamiikan lainalaisuuksia tai aineen rakentamiseen liittyviä kysymyksiä, vaan yhtä lailla myös yleistä luonnonoppia, luonnonfilosofiaa. Tämä tutkimusala tarkastelee maailman kokonaisuutta tai jotakin sen osista, sen rakennetta ja toimintoja, ja jopa elollisia olentoja.

Aristoteles esitti *Metafysiikka*-teoksessaan tieteiden jaotelun, jossa hän sijoitti fysiikan teoreettisten tieteiden joukkoon metafysiikan ja matematiikan rinnalle.¹ Hänhän piti teoreettisia tieteitä arvokkaimpina, sillä ne pyrkivät tietoon sen itsensä vuoksi, toisin kuin käytännölliset tai tuottavat tiedon alat. Millainen asema sitten *Fysiikalla* on aristotelisen luonnonopin kokonaisuudessa? Aristoteles esittää teoksensa *Meteorologica* (joka nyt on jostakin syystä jätetty suomennustyön ulkopuolelle) alussa ohjeellisen järjestyksen fysiikan opintojen suorittamiseksi:

“Olemme jo käsitelleet luonnon perimmäisiä periaatteita ja kaikkia luonnollista liikettä. Olemme myös käsitelleet taivaalla olevien tähtien säännöllisiä liikkeitä, sekä neljän elementin lukumäärää, lajeja,



syntymistä ja kasvamista — ja kasvua ja hajoamista yleisemminkin. On enää jäljellä nyt käsillä oleva tutkimuksenhaara, jota kaikki edeltäjämme ovat nimittäneet meteorologiaksi.”²

Näistä ensimmäisellä, periaatteisiin ja liikkeeseen kohdistuvalla tutkimuksella Aristoteles tarkoittaa juuri *Fysiikkaa*. Sen jälkeen hän viittaa teoksiin *Taivaasta* sekä *Syntymisestä ja häviämisestä*, ja viimeiseksi luonnollisestikin *Meteorologiaan*. Tämän jälkeen Aristoteles suosittaa vielä perehtymistä ”biologisiin” teoksiinsa, lähinnä kirjaan *Sielusta* sekä eläinopillisiin tutkimuksiin. Lista kuuluu vielä ainakin *Metafysiikka*, jossa Aristoteles käsittelee mm. substanssioppia ja oppia asioiden syntymisestä (VII ja VIII kirja), planeettoja liikuttavia intelligenssejä (XI kirja), ja muita fysiikan alaa sivuavia tai siihen suoraan liittyviä kysymyksiä. Vielä 1600-luvullakin aristotelinen fysiikka miellettiin tällaiseksi kokonaisuudeksi, jossa kukaan maailman osaa tarkasteltiin eri teoksen avulla: *Taivaasta* käsitelti muuttumattomien elementtien aluetta, *Meteorologia* elementeistä koostuvia elottomia asioita, *Sielusta* elollisia. Opinnot etenivät järjestelmällisesti *Logiikasta Fysiikkaan* jne., sillä kunkin teoksen ymmärtäminen edellytti aina edellisten (luonnon)filosofian osien ymmärtämistä.

Aristoteles siis suunnitteli *Fysiikan* eräänlaiseksi johdattukseksi luonnontutkimukseen. On tosin kyseenalaista, missä mielessä voidaan puhua *suunnittelemisesta*, sillä *Fysiikka* on todennäköisesti syntynyt luentomuistiinpanojen pohjalta. Teos sisältää eri aikoina syntynyttä materiaalia, josta tietyt jaksot vaikuttavat toisia viimeistelemättömämiltä. On myös arveltu, ettei kaikkia *Fysiikassa* mukana olevia tekstijaksoja olisi välttämättä alun perin tarkoitettu julkaistavaksi ollenkaan.

Luonnontutkimuksen johdantona *Fysiikka* tarkastelee kaikelle fysiikan tutkimukselle yhteisiä peruskäsitteitä. Se

aloittaa pohtimalla, mitä “luonto” on, ja millaisille perusteille luonnon tutkimuksen pitäisi perustua. Tämän jälkeen *Fysiikka* siirtyy kysymyksiin liikkeen (tai yleisemminkin kaikenlaisen muutoksen) luonteesta, ajasta, paikasta ja äärettömyydestä. Lieneekin paikallaan luoda edes yleisluontoinen silmäys *Fysiikan* aihepiireihin. Erilaisia käsityksiä siitä, “mitä Aristoteles todella sanoi”, on esitetty yli kahden tuhannen vuoden ajan. En näin ollen oleta seuraavassa esittäväni “oikeaa”, saati omaperäistä tulkintaa. En myöskään ota kantaa nykyfilosofien keskusteluihin siitä, miten *Fysiikka*-teosta tulisi lukea.³

Fysiikka: periaatteet ja syyt

Fysiikka on jaettu kahdeksaan kirjaan. Niistä ensimmäisessä Aristoteles selvittää sitä, mitkä ovat luonnon perimmäisiä rakennusosia, periaatteita, ja montako niitä on. Näiden periaatteiden tuntemukselle tulee myös luonnon tutkimuksen perustua. Aristoteles vertailee eräiden esisokraattisten ajattelijoiden näkemyksiä asiasta, ja päätyy kieltämään muun muassa Parmenideen oletuksen, että maailma olisi yksi ja muuttumaton kokonaisuus, samoin kuin Anaksagoraan käsityksen äärettömästä määrästä periaatteita.

Aristoteles päätyy tulokseen, että periaatteita ovat vastakohtat “sillä periaatteita ei pidä johtaa toisistaan eikä muista ja niistä on johdettava kaikki. Primaariset kontrariset vastakohtat täyttävät nämä edellytykset; niitä ei johdeta muista, koska ne ovat primaarisia, eikä toisistaan, koska ne ovat kontrarisia.”⁴ Periaatteet ovat tärkeitä, koska kaikki muutokset juontuvat niistä. Aristoteles toteaaakin, että muutos (tai liike) on ominaista luontoon kuuluville asioille. Vastakohtat tarvitsevat kuitenkin rinnalleen myös toisenlaisen “periaatteen”, substraatin eli aineen. Juuri substraattissa esimerkiksi ei-valkoisuus eli valkoisuuden puute (privatio) muuttuu valkoisuudeksi. Vastakohtien leikistä huolimatta substraatti säilyy. Varsinaisessa mielessä Aristoteleella on nyt siis kolme periaatetta: aine, muoto ja privatio.

Fysiikan toisessa kirjassa Aristoteles tutkii, mitä luonto on. Hänen tarkoittamansa “luonto” on jotensakin sama, mitä me tarkoitamme sanoilla “olemus” tai “ominaislaatu”. Luonto siis koostuu siitä, mistä myös luonnon olioiden perusyksikkö, substanssi koostuu, ts. aineesta ja muodosta. “Luonto” on Aristoteleelle se sisäinen periaatteita, joka saa kunkin olion toimimaan sille luonteenomaisella tavalla. Koska ihmisen valmistamissa esineissä ei tällaista sisäistä toimintakaavaa ole, artefaktit on rajattava luonnontutkimuksen ulkopuolelle.

Päästäkseen selville luonnossa olevien objektien “luonnosta” — mikä Aristoteleen mukaan on luonnontutkimuksen päämäärä — tutkijan tulisi etsiä aineen ja muodon lisäksi myös muunlaisia selityksiä, nimittäin tietoa päämäärästä sekä niitä syitä, jotka aiheuttavat muutoksen tai lepotilan. Sattumaa Aristoteles ei kelpuuta varsinaisten syiden joukkoon. Hänen mukaansa ihmiset puhuvat sattumasta ikään kuin se olisi tapahtumien syy. Sattuma voi kuitenkin tapahtua vain tietoisien toiminnan oheistuotteena. Kaikella toiminnallamme on päämäärä, mutta sattumaksi sanomme jotakin sellaista, mikä tapahtuu tämän päämäärän toteuttamisen ohella ilman erityistä aikomusta. Sattuman lisäksi Aristoteles puhuu myös itsestään tapahtumisesta, mikä koskee lähinnä niitä luonnon kappaleita, joilta ei voi edel-



lyttää ajattelua ja aikomuksia. Näissäkin — kiistatta odottamattomissa — tapauksissa päämääräisyys ovat viime kädessä tapahtumien taustalla. Luonnossa kaikki asiat tapahtuvat jonkin välttämättömän, olioiden olemukseen kuuluvan pyrkimyksen vuoksi.

Liike

Liike on siis Aristoteleen mukaan ominaista kaikille tai ainakin useimmille luonnon olioille. Liike paikan suhteen on kuitenkin Aristoteleelle vain yksi — joskin tärkeä — liikkeen muoto. Hän sisällyttää liikkeen käsitteeseen hyvin suuren kirjon erilaisia muutoksia: kasvaminen, väheneminen, laadullinen muuttuminen (esimerkiksi sivistymättömän ihmisen tulo sivistyneeksi) ja substanssin syntyminen tai häviäminen ovat tietyssä mielessä kaikki liikettä. Näihin muutoksen eri lajeihin Aristoteles paneutuu perusteellisemmin *Fysiikan* viidennessä kirjassa, ja kirjoissa VI-VIII vielä liikkeen ja lepotilan eräisiin muihin ominaisuuksiin, kuten liikkeen jatkuvuuden teoriaan, Zenonin paradokseihin ja käsityksiin liikkeen ikuisuudesta.

Selittääkseen miten liike johdetaan periaatteista Aristoteles ottaa avuksi potentiaalisuuden ja aktuaalisuuden käsitteet, joita hän on käsitellyt tarkemmin *Metafysiikassa*. *Fysiikan* kolmannen kirjan alussa Aristoteles määrittelee liikkeen: “Koska erotamme kussakin suvussa toteutuneen ja potentiaalisen, potentiaalisesti olevan toteutuneisuus sellaisena on liike; esimerkiksi muuttumaan kykenevän toteutuneisuus muuttumaan kykenevänä on muuttuminen, kasvamaan kykenevän ja sen vastakohtan eli vähenemään kykenevän [...] kasvaminen ja väheneminen, syntymään ja häviämään kykenevän syntyminen ja häviäminen ja paikan suhteen liikkumaan kykenevän liike.”⁵

Liike on siis potentiaalisuuden aktualisoitumista potentiaalisuutena. Esimerkiksi kasalla tiiliä on potentiaalisuus tulla rakennetuksi taloksi. Valmiilla talolla ei tällaista mahdollisuutta enää ole, sillä siitä on jo tullut talo; sen potentiaalisuus on aktualisoitunut kokonaan. On kuitenkin olemassa välivaihe, rakentaminen, jossa tiilikasan mahdollisuus tulla taloksi on paraikaa toteutumassa. Tätä prosessia Aristoteles nimittää liikkeeksi tai muutokseksi.

Muutoksen tapahtumiselle Aristoteles esittää vielä joitakin lisämääreitä. Ensinnäkin liike sijaitsee aina siinä oliossa, jolla on kyky tulla liikutetuksi. Liikuttaja kuitenkin on

myös itse liikituksen kohteena aiheuttaessaan muutoksen. Liike myös vaati kosketuksen liikuttajan ja liikutettavan välillä, sillä liikuttaja luovuttaa aina jonkinlaisen muodon (liikkeen periaatteen) liikutettavalle. Tällaisen liikkuvan liikuttajankin liike on peräisin jostakin. Välttääkseen syiden ketjun paisumista loputtomiin Aristoteles esittää *Fysiikan* seitsemännessä kirjassa kuuluisan teoriansa liikkumattomasta liikuttajasta, joka kykenee aiheuttamaan liikkeen muuttumatta itse millään tavalla.

Keskiajan ja renessanssin fysikaalisessa maailmankuvasa tämä *primum movens* sijoitettiin kiintotähtien ulkopuolelle, kosmoksen ulommaksi sfääriksi. Usein se myös samastettiin Jumalaan. Niin kuin kristittyjen Jumalakin, jo Aristoteleen ensimmäinen liikuttaja oli ikuinen ja ääretön. Jos liike ei olisi ikuinen, olisi tarvittu jokin liike tai muutos tuottamaan ensimmäinen liikuttaja, ja ensimmäinen liike.⁶

Liikkeen käsitteeseen liittyvät läheisesti myös oletukset ajan, paikan ja äärettömyyden luonteesta. Viimeksimainittua Aristoteles tarkastelee kolmannen kirjan luvuissa IV–VIII. Fysikaalisten kappaleiden suhteen hän on armoton: rajattoman suurta kappaletta ei voi olla olemassa, sillä maailma itsessään on rajallinen. Emme myöskään voi Aristoteleen mukaan olettaa, että infiniittinen kappale muodostuisi osista, esimerkiksi elementeistä. Ensinnäkään äärettömiä kappaleita ei voisi olla kuin yhtä laatua, sillä yksi ääretön ei jätä tilaa muille. Jos taas jokin elementeistä olisi lukumäärältään rajoittamaton, se vastakohtaisuuden lainalaisuuksien mukaisesti muuttaisi kaikki muut elementit itsensä kaltaiseksi. Tällaista ns. aktuaalista infiniittisyyttä ei siis voi olla olemassa, mutta ns. potentiaalinen infiniittisyys ajan, lukujen ja suuruuksien jaollisuuden suhteen on mahdollinen. Esimerkiksi sinänsä äärellinen luku 1998 voidaan jakaa kahdella, ja jakotulos voidaan jakaa kahdella aina uudelleen, teoriassa loputtomasti.

Paljon melua tyhjästä

Mitä on tila? Jokaisesta havaitsemastamme objektista voimme sanoa, että se on jossakin paikassa. Toisaalta voi yhdessä ja samassa paikassa olla useita eri objekteja, joskin eri aikoina; eikä paikka myöskään häviä, vaikka siinä oleva objekti tuhoutuisikin. Paikka on siis jotain objekteista erillistä. Niinpä se ei voi olla kappaleen muoto (tai vielä vähemmän sen aine): “Jos paikka on itse asiassa (näinhän sen täytyy olla, mikäli se on hahmo tai aine), paikka tulee olemaan paikassa, sillä muoto ja määrittämätön muuttuvat ja liikkuvat yhdessä olion kanssa, eivätkä ne aina ole samassa paikassa vaan siellä, missä olio on. Siten paikassa olisi paikka.”⁷ Paikkojen paikoista kasvaisi tämän määritelmän mukaan loputon ketju, mikä olisi mahdottomuus.

Aristotelestä tyydyttävä paikan määritelmä kuuluu seuraavalla tavalla: “Jos siis paikka ei ole mikään edellä mainitusta kolmesta — ei muoto, ei aine eikä jokin ulottuvuus, joka on aina olemassa ja toinen paikkaa vaihtavan asian ulottuvuuden ohella — paikka on välttämättä neljästä jäljelle jäävä eli itseensä sisältävän kappaleen raja, jonka kautta se on kosketuksessa sen kanssa, joka sisältyy.”⁸ Paikka määräytyy aina suhteessa muihin kappaleisiin. Maailmankaikkeuden ulkopuolella ei ole mitään, mihin maailma voisi olla suhteessa. Näin ollen emme voi myöskään sanoa, että maailma sijaitisi jossakin paikassa.⁹

Kysymykseen tilasta kuuluu läheisesti myös kysymys tyhjiöstä. Aristoteleen mukaan on väärin sanoa, että tyhjiö olisi tila, jossa ei ole mitään aistein havaittavaa kappaletta — ilma kun ei ole yhtä kuin tyhjiö. Aristoteleen aikalaisista esimerkiksi atomistit puoltustivat tyhjiön olemas-

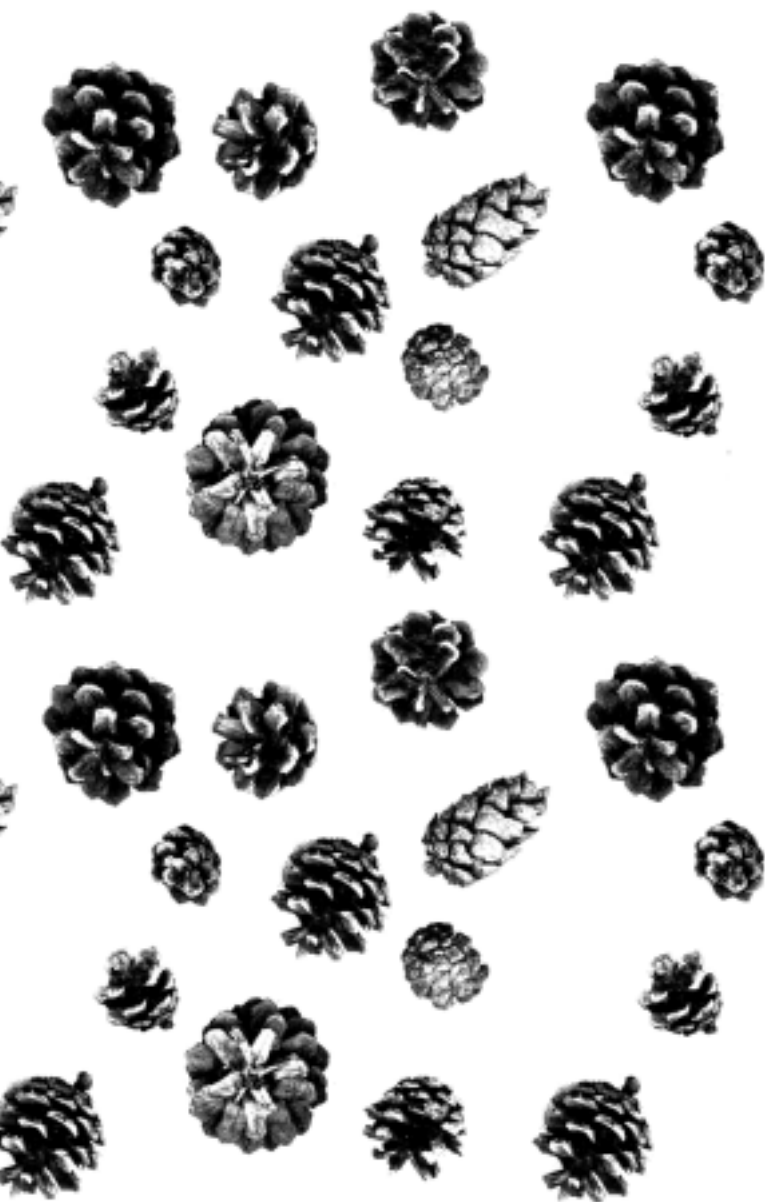
saoloa sanoen, että liike olisi mahdollista vain, jos tyhjiäkin on olemassa. Aristoteleen perustelun mukaan liike on kuitenkin mahdotonta tyhjiössä, sillä kappale liikkuisi siellä loputtomasti tai seisautuisi kokonaan. Tämän hän perustelee johtuvan siitä, että normaalimaailmassa kappaleet liikkuvat sitä nopeammin, mitä harvemmassa aineessa ne kulkevat, ja mitä vähemmän niille sen vuoksi on vastusta. Tyhjiössä vastusta ei olisi ollenkaan, jolloin liike olisi instantaanista. Painavat kappaleet kykenevät voittamaan vastuksen helpommin kuin kevyet (vertaa esimerkiksi viikunanlehden ja tykinkuulan putoamisesta!), ja siksi ne yleensä myös putoavat nopeammin. Tyhjiössä tällaista eroa ei voitaisi tehdä, mikä Aristoteleen näkökulmasta olisi absurdia.

Fysiikka keskiajalla

Aristoteleen teoksista alettiin laatia kommentaareja ensimmäisen vuosisadan puolivälissä eKr., mikä liittyi Rooman valtakunnassa virinneeseen yleisempään kiinnostukseen Aristoteleen filosofista perinnettä kohtaan. Näissä selitysteoksissa kehiteltiin edelleen Aristoteleen asettamia filosofisia kysymyksiä, mutta tulkinnat värityivät usein erityisesti uusplatonistien uskonnollisilla motiiveilla sekä esimerkiksi Porfyriuksen julkilausumilla pyrkimyksillä harmonisoida Platonin ja Aristoteleen ajattelu yhdeksi kokonaisuudeksi. *Fysiikka* ei tuossa vaiheessa kuulunut kaikkein suosituimpiin kommentoitaviin teoksiin.¹⁰ Myöhäisantiikin tärkeimmistä *Fysiikka*-kommentaareista voitaneen mainita Themistiuksen 300-luvulla, Philoponuksen 500-luvulla ja Simpliciuksen samoin 500-luvulla jKr. laatimat selitysteokset. Näistä kaksi viimeistä tulivat erityisen merkityksellisiksi 1500-luvulla kristillis-platonistisen painotuksensa vuoksi.¹¹

Keskiajan islamilaisen kulttuurin piirissä oppineet kuten al-Kindi, al-Farabi, al-Ghazali (Avicennasta ja Averroeksesta puhumattakaan) kehittivät optiikkaa, lääketiedettä, mekaniikkaa ja metafysiikkaa monimuotoiseksi oppirakennelmaksi sekä aristotelisistä että uusplatonistisista lähtökohdista käsin.¹² Tämän oppineisuuden omaksuminen keskiajan Euroopassa kesti toistasataa vuotta. Jo aivan 1000-luvun lopulla käännettiin latinaksi ensimmäiset matemaattiset ja lääketieteelliset tekstit, ja 1100-luvun puolivälin tienoilla alkoi käännöksiä niin Aristoteleen omista kuin





hänen kommentaattoriensakin teksteistä kierrellä käsitteellisyys Euroopan oppikeskuksissa. Mukana oli myös sekalainen joukko ns. pseudoaristotelisiä tekstejä, kuten *Syiden kirja* (Liber de Causis), *Kasveista* (De Plantis) ja *Teologia*.¹³ Näiden tekstien aitoutta ei keskiajalla vielä epäilty. Aristoteleen tekstejä käsiteltiin muutenkin ajattomana kokonaisuutena, josta kirjoitusten eriaikaisuuksien aiheuttamat ristiriitaisuudet pyrittiin selittämään olemattomiin.

Uusien tekstien tulo oppineiden ulottuville ei merkinnyt sitä, että niitä olisi 1100-luvun puolella vielä järjestelmällisesti luettu. Useat käännöksistä olivat sitä paitsi varsin ongelmallisia: sanasta sanaan käännettyt jaksot saattoivat olla kielellisesti lähes käsittämättömiä, ja varsinkin alkuvaiheessa latinan kielen ilmaisuvoima oli lujilla hiottujen arabiankielisten ilmaisujen edessä. 1240-1280-lukujen välillä saatiinkin Aristoteleen tärkeimmistä teksteistä uudet, suoraan kreikan kielestä tehdyt käännökset. Näistä onnistuneimpia olivat William Moerbekeläisen ja Robert Grossetesten työt.¹⁴ Fysiikasta tunnetaan ainakin viisi eri latinannosta 1100-1200-luvuilta.¹⁵

Aristoteleen teoksista erityisesti *Metafysiikka* sekä ns. *Libri Naturales* eli fysiikkaa, kosmologiaa ja psykologiaa koskevat työt kohtasivat suurta epäluuloa Pariisin yliopistossa. Aristotelisen luonnonopin asettama haaste oli siinä, että se puolusti systemaattisella tavalla eräitä kristinuskon kannalta kestämättömiä näkemyksiä, kuten käsitystä maailman ikuisuudesta.¹⁶ Vuosina 1210 ja 1215 Pariisiin maistereita kiellettiin pitämästä julkisia luentoja näiden teosten pohjalta; yksityistä opiskelua kielto ei koskenut.

Toisaalta eräät syrjäisemmät opinahjut Euroopassa mainostivat opettavansa Pariisissa kiellettyjä teoksia. Vuoteen 1255 tultaessa Aristoteleen *Fysiikka* kuitenkin kuului jo pakollisiin luettaviin niin Pariisissa kuin Oxfordissakin, ja esimerkiksi Tuomas Akvinolainen kirjoitti *Fysiikasta* oman kommentaarinsa 1260-luvulla.¹⁷

Vaikka Aristoteleen teosten opettaminen Euroopan oppikeskuksissa yleistyi, ei opin virallistaminen merkinnyt, että aristotelismin opinkappaleet olisivat olleet yksiselitteisiä. Esimerkiksi Pariisin piispa Étienne Tempier hyökkäsi aristotelisen filosofian radikaaleimpia tulkintoja vastaan julkaisemalla vuonna 1277 listan 219 teologisesta ja luonnonfilosofisesta väitteestä, joita hän piti harhaoppisina. Kieltojen avulla korostettiin Jumalan absoluuttista valtaa luonnossa, mikä 1300-luvulla johti monenlaisiin hypoteettisiin luonnonfilosofisiin pohdintoihin esimerkiksi tyhjiön olemassaolosta ja sen luonteesta. Jumalahan voisi niin halutessaan tehdä asioita, jotka aristotelisen opin mukaan olivat mahdottomia: luoda useita maailmoja, liikuttaa kosmosta suoraviivaisesti johonkin suuntaan tai luoda tyhjiön niin maailmaan kuin maailman ulkopuolellekin.¹⁸

Vuoden 1277 kieltojen taustalla voidaan nähdä myös Pariisin yliopiston teologisen ja filosofisen tiedekunnan välinen arvovaltakiista. Filosofistahan oli 1200-luvulla tullut yhä selvemmin teologiasta erillinen (joskaan ei siitä riippumaton) opinala, suuresti juuri aristotelisen opin ansiosta. Aristotelisen filosofian *corpus* ei mahtunut enää perinteiseen *artes liberales* -kehikkoon, vaan esimerkiksi juuri luonnonfilosofia rantautui yliopistoon nimenomaan aristotelisen opin myötä.

Renessanssin *Fysiikka* — fysiikan renessanssi?

Aristotelismi koki uuden nousukauden 1500-luvulla. Tuolloin esimerkiksi Coimbran koulukunnan tuottamat *Fysiikka*-teoksen kommentaarit — joita myös protestanttiset oppineet hyödynsivät — laajenivat useiden niteiden mittaisiksi. Nämä kommentaarit syntyivät (kuten keskiajallakin) usein osana opetusta, ja ne yleensä hyödynsivät skolastista *questio*-metodia tai jotakin sen johdannaista. 1600-luvulla kommentaarit kuitenkin osittain korvautuivat ensyklopedistisillä teoksilla, joissa käsiteltävät asiat oli järjestetty uudella tavalla aihealueittain.

Renessanssiajalla aristotelisen filosofian luonne alkoi muuttua. Enää ei voida puhua (jos koskaan voitiinkaan) yhdestä ainoasta aristotelismista, sillä eri kommentaattorien esittämät tulkinnat, erilaiset teologiset painotukset uskonnollisten veljeskuntien välillä, ja viime kädessä Aristoteleen tekstien monitulkinnallisuus johtivat useiden erilaisten aristotelisten koulukuntien muodostumiseen.¹⁹ Näiden vuosisatojen aristotelismeilla ei välttämättä ole paljokaan tekemistä sen kanssa, mitä Aristoteles itse (nykytulkitsijoiden mukaan) on kyseisestä asiasta sanonut.

Renessanssiaristotelismi ei siis ollut jähmettynyt oppisuunta. Monet uudet havainnot luonnosta tulkittiin yhä aristotelisen käsitteistön avulla,²⁰ ja esimerkiksi William Harveyn fysiologinen työ pohjautui viime kädessä aristoteliselle metodologialle. Myös kokonaisia tieteenaloja nousi esille, kuten lääketieteestä erillinen aristotelinen kasvitiede Italiassa ja uudenlainen anatomia Italiassa ja hetkellisesti jopa Wittenbergissä.²¹ Matematiikan status oppiaineena luonnonfilosofian rinnalla nousi 1500-luvulta alkaen, ja tämän tieteenalan kehitys olikin aikanaan yhtenä osatekijänä irrottamassa fysiikkaa aristotelisestä perinteestä. Vielä 1600-luvun lopulla yliopistojen ohjesäännöissä määrättiin luettavaksi nimenomaan aristotelista fysiikkaa,

vaikka käytännössä opetus yhä enemmän pohjautuikin uudempien auktorien teksteihin.²²

Aristotelinen filosofia joutui hyökkäyksen kohteeksi jo 1400-luvulla, kun humanistit alkoivat arvostella sitä. Itse asiassa Francis Bacon, René Descartes ja muut 1600-luvun oppineet toistelivat humanistien vakiinnuttamia fraaseja ilmaistessaan halveksuntaansa “vanhaa” oppia kohtaan. Uuden luonnonfilosofian edustajat hyökkäsivät ehkä kaikkein näkyvimmin aristotelista substanssioppia – sekä substantiaaalisten muotojen, että *prima materian* käsitettä vastaan.²³ Myös aristotelinen syyoppi, erityisesti ns. finaalisien syy käsite joutui uusien luonnonfilosofien tulinjalle. Näille arvostelulle oli tyypillistä esittää yksinkertaistettu tai jopa väärin ymmärretty versio aristotelisesta näkemyksestä.

Substanssioppiin kohdistettu kritiikki ei tietenkään kohdistunut nimenomaisesti *Fysiikassa* käsiteltyihin aihepiireihin. Kuten tunnettua, liikeopin osalta aristotelisen fysiikan perusrakenteet mursi vähitellen Galileo Galilein, René Descartesin, Isaac Newtonin ja monien muiden vähemmän tunnettujen oppineiden työ. Tämä ei kuitenkaan merkinnyt aristotelisen luonnonopin häviötä muilla tieteenaloilla, esimerkiksi “kemiassa” tai fysiologiassa, vaan murros tapahtui eri tieteenaloilla – ja eri maissa – hyvinkin eritahtisten prosessien tuloksena. Mitään yhtäläisyysmerkkejä ei siis tule vetää “tieteen vallankumouksen” ja aristotelisesta liikeopista luopumisen välille. 1600-luvun uudet opit esitettiin ja ymmärrettiin vielä väistämättä aristotelisen fysiikan taustaa vasten, ja esimerkiksi Descartesin projektina oli rakentaa toimiva vastine aristoteliselle luonnonfilosofialle.

Monet fysiikan ja luonnonopin kysymykset sisälsivät vielä 1600-luvulla paitsi fysikaalisia, myös teologisia ja metafysisia aspekteja. Esimerkiksi kysymykset kvantiteetin ja ulottuvuuden olemuksista olivat keskeisiä ehtoollisen muuttamista koskevien oppien kannalta. Luonnonfilosofia toimi tällöin eräänlaisena taistelukenttänä, jolla asioiden eri ulottuvuuksia työstiin, ja samalla neuvoteltiin uusiksi tieteenalojen keskinäisiä toimialoja ja rajoja. Luonnonfilosofia kehittyi myös sisäisesti, ja pohja 1700-luvulla alkaneelle erikoistumiskehitykselle luotiin 1600-luvun puolella. Samalla fysiikan merkitys rajoittui – siitä tuli nykyisessäkin mielessä fysiikkaa.

Viitteet

1. Aristoteles, *Metafysiikka*, kirja VI.
2. Aristoteles, *Meteorologica*, 338a20-338b. Käännös MK H.P.D. Leen englanninkielisen version pohjalta.
3. Näistä keskusteluista ks. esim. Judson 1991. Wardy 1990. Waterlow 1982.
4. Aristoteles, Fys. 188a25-30.
5. Aristoteles, Fys. 201a-10-15.
6. Aristoteles, Fys. 251a8-b10. Aristoteleen käsityksestä rajattomasta voimasta sekä sen yhteydestä teologiaan ks. Sorabji 1990a.
7. Aristoteles, Fys. 210a5-10.
8. Aristoteles, Fys. 212a3-7.
9. Aristoteles, Fys. 212a21-212b22.
10. Gottschalk 1990, s. 55-56, 67-69.
11. Sorabji 1990b. Schmitt 1989.
12. Yleisteoksena islamilaisen kulttuurin merkityksestä aristotelismin kehittäjänä ks. Peters 1968.
13. Schmitt 1986. Krays 1986.
14. Marenbon 1987, s. 50-54.
15. Käännökset: Johannes Venetsialainen (valm. ennen 1150), Gerard Cremonalainen (k. 1187), Michael Scot (n. 1220-35), William Moerbekeläinen (n. 1260-70) sekä yksi anonymi käännös 1100-luvun puolivälistä. Dod 1982, s. 75, et passim.
16. Marenbon 1987, s. 14,17, 54-57. Dod 1982, s. 69-72.
17. St. Thomas Aquinas 1963.
18. Grant 1982. Grant 1981.
19. Grant 1987, s. 335-358. Schmitt 1983, s. 10-33.
20. Schmitt 1983, s. 103-109.
21. Schmitt 1984. Nutton 1993.
22. Trentman 1982. Brockliss 1981.
23. Perusteellinen ja tuore analyysi aiheesta teoksessa Des Chene 1996.

Kirjallisuus

- St. Thomas Aquinas, *Expositio in VIII libros Physicorum Aristotelis / Commentary on Aristotle's Physics*. Transl. R.J. Blackwell, R.J. Spath and W.E. Thirlkel. Routledge & Kegan Paul, London 1963
- Aristotle, *Meteorologica*. Käännös ja selitykset H.P.D. Lee. Harvard University Press, Cambridge Mass. 1962
- L.B.W. Brockliss, Aristotle, Descartes and the New Science: Natural Philosophy at the University of Paris, 1600-1740. *Annals of Science* 38 (1981), s. 33-69
- Dennis Des Chene, *Physiologia. Natural Philosophy in Late Aristotelian and Cartesian Thought*. Cornell University Press, Ithaca and London 1996
- Bernard G. Dod, Aristoteles latinus. Teoksessa: N. Kretzmann, A. Kenny ja J. Pinborg (toim.), *The Cambridge History of Later Medieval Philosophy*. Cambridge University Press, Cambridge 1982
- Hans B. Gottschalk, The earliest Aristotelian commentators. Teoksessa: R. Sorabji, *Aristotle Transformed, the ancient commentators and their influence*. Duckworth, Trowbridge 1990
- Edward Grant, *Much Ado About Nothing. Theories of space and vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution*. Cambridge University Press, Cambridge 1981
- Edward Grant, The effect of the condemnation of 1277. Teoksessa: N. Kretzmann, A. Kenny ja J. Pinborg (toim.), *The Cambridge History of Later Medieval Philosophy*. Cambridge University Press, Cambridge 1982
- Edward Grant, Ways to Interpret the Terms 'Aristotelian' and 'Aristotelianism' in Medieval and Renaissance Natural Philosophy. *History of Science* xxv (1987), s. 335-358.
- Lindsay Judson (toim.), *Aristotle's Physics: A Collection of Essays*. Clarendon Press, Oxford 1991
- Jill Krays, The Pseudo-Aristotelian Theology in Sixteenth and Seventeenth-Century Europe. Teoksessa: Jill Krays, ym. (toim.), *Pseudo-Aristoteles in the Middle Ages: the Theology and other texts*. The Warburg Institute, London 1986, s. 265-286
- John Marenbon, *Later Medieval Philosophy (1150-1350). An introduction*. Routledge & Kegan Paul, London & New York 1987
- Vivian Nutton, Wittenberg anatomy. Teoksessa: O.P. Grell ja A. Cunningham (toim.), *Medicine and the Reformation*. Routledge, London 1993
- Charles B. Schmitt, *Aristotle and the Renaissance*. Harvard University Press, Cambridge Mass. 1983
- Charles B. Schmitt, Philosophy and Science in Sixteenth-Century Italian Universities. Teoksessa: Charles B. Schmitt, *The Aristotelian Tradition and Renaissance Universities*. Variorum Reprints, London 1984.
- Charles B. Schmitt, Pseudo-Aristotle in the Latin Middle-Ages. Teoksessa: Jill Krays, ym. (toim.), *Pseudo-Aristoteles in the Middle Ages: the Theology and other texts*. The Warburg Institute, London 1986, s. 3-14
- Charles B. Schmitt, Commentary on Aristotle's Physics in the Sixteenth Century. Teoksessa: Charles Webster (toim.), *Reappraisals in Renaissance Thought*. Variorum Reprints, London 1989, artikkeli VIII
- F.E. Peters, *Aristotle and the Arabs: the aristotelian tradition in islam*. New York University Press, New York 1968
- Richard Sorabji, Infinite power impressed: the transformation of Aristotle's physics and theology. Teoksessa: R. Sorabji, *Aristotle Transformed, the ancient commentators and their influence*. Duckworth, Trowbridge 1990a, s. 181-198
- Richard Sorabji, The ancient commentators on Aristotle. Teoksessa: R. Sorabji, *Aristotle Transformed, the ancient commentators and their influence*. Duckworth, Trowbridge 1990b, s. 1-30
- John A. Trentman, Scholasticism in the seventeenth century. Teoksessa: N. Kretzmann, A. Kenny ja J. Pinborg (toim.), *The Cambridge History of Later Medieval Philosophy*. Cambridge University Press, Cambridge 1982, s. 818-837
- Robert Wardy, The Chain of Change. *A study of Aristotle's Physics VII*. Cambridge University Press, Cambridge 1990
- Sarah Waterlow, *Nature, Change, and Agency in Aristotle's Physics*. Clarendon Press, Oxford 1982