

Onko fysiikka filosofiaa?

Kari Enqvist

Usein sanotaan, että filosofia on kaikkien tieteiden äiti ja että erityistieteet ovat lohjenneet siitä kuin nopeasti kypsyneet eksoottiset hedelmät puun oksista. Tämä näkemys on varmasti perusteltu. On kuitenkin mahdollista puolustaa (ellei muutoin niin keskustelun herättämiseksi) myös kantaa, jonka mukaan tie-
de ja filosofia eivät itse asiassa ole pohjimmiltaan erkaantuneet toisistaan vaan että ainoastaan filosofian metodit ovat muuttuneet ja että tämän vuoksi kaikkien tieteiden välillä, mukaan lukien filosofia, vallitsee kiinteä metodinen yhteys.

Muistettakoon, että esimerkiksi Newton piti itseään filosofina, ja niin pitivät aikalaisetkin – olihan hänen pääteoksensa nimi ”Luonnonfilosofian matemaattiset perusteet”. Newton ja häntä seuranneet fyysikot ja tähtitieteilijät olivat mielestään luonnonfilosofeja eli ajattelijoita, jotka luontoa tarkkailemalla pyrkivät löytämään syvällisiä totuuksia.

Termi ”tiedemies”(scientist) syntyi 1830-luvun alussa herrakerhossa nimeltä *British Association for the Advancement of Science* monitaitoisen filosofin ja luonnontutkijan William Whewellin toimesta. Uusi nimike piti keksiä koska ”filosofi” ei kelvannut runoilija Samuel Coleridgele; tämä oli yksi nousemassa olevan materialistisen luonnontieteen säikäyttämistä romantikoista. Sanaan ”scientist” liittyi siis heti alun perin negatiivinen konnotaatio. Se kaikuu vielä nykyään termissä ”skientismi”, jolla tarkoitetaan perustelematonta uskoa (luonnon)tieteen mahdollisuuksiin ja selitysvolmaan [1]. Esimerkiksi 1800-luvun suuret luonnontieteilijät, kuten Faraday ja Darwin, eivät kutsuneet itseään tiedemiehiksi vaan termi yleistyi varsinaisesti vasta 1900-luvulle tultaessa.

Miksi Descartes on ”filosofi” mutta Newton ei?

Jos ihme tapahtuisi ja Newton ja Descartes heräisivät henkiin Helsingissä, filosofeina he riennäisivät ensimmäiseksi Filosofian laitokselle tiedustelemaan, miten aika on kohdellut heidän ajatuksiaan.

Molempien ajattelu oli rationalistista ja mekanistista. Molemmat olivat aikanaan pyrkineet luomaan planeettojen liikkeitä kuvailevan luonnonfilosofisen järjestelmän; Newtonin perustui filosofisesti arveluttavaan kauko-vaikutukseen siinä missä Descartes vannoi avaruuden täyttävän eetterinkaltaisen aineksen niemeen, jonka pyörteet mekanistisesti kannattelevat planeettoja.

Toinenkin ero heillä oli: *hypotheses non fingo*, väitti Newton ja uskotteli (virheellisesti, kuten Einstein oivalsi) tutkivansa luontoa ilman ennakko-oletuksia siinä missä Descartes halusi ennen luonnon kimppeun käymistä selvittää, mitä siitä voidaan tietää varmasti.

Heistä Descartes, jonka liikemekaniikka oli virheellinen, muistetaan suurena filosofina; Newton, joka oli likipitään oikeassa, on alennettu pelkäksi fyysikoksi. Arvelen, että Descartes otettaisiin Filosofian laitoksella vastaan riemu mielin. Hänelle järjestyisi työpöytä, seminaari-aika ja jatko-opiskelija, mutta Newtonia luultavimmin kehoitettaisiin resurssipulaan vedoten ottamaan suunta kohti Kumpulaa; ehkä yhden-suuntainen bussilippu sentään maksettaisiin.

Kiintoisa kysymys onkin: miksi nykyperspektiivistä Descartes oli suuri filosofi mutta Newton ei? Ovatko syynä Newtonin matemaattiset selitysmallit? Saattaisimme jopa sanoa, että filosofian ja fysiikan murtokohta syntyi juuri niiden ansiosta, ja operationaalisesti tämä lienee totta. Mutta toinen tulkinta on, että Newton ei niinkään irtautunut filosofiasta vaan

pikemmin muutti sen metodeja.

Meillä on kaksi vaihtoehtoa: jos Newtonia ei tänään lueta filosofiksi, filosofian tutkimuskohteiden on täytynyt muuttua sitten 1600-luvun lopun; jos taas filosofian tutkimuskohteet ovat pysyneet samoina, meidän on tunnustettava, että niiden tarkastelemiseen käytettävät metodit ovat muuttuneet. Itse ajattelisin, että esimerkiksi fyysikon ja filosofin peruseetokset ovat sitenkin pohjimmiltaan samat ja että tässä mielessä he ovat saman tieteen harjoittajia; vain metodit ovat erilaiset.

Empiiriset tieteet paras tapa löytää vastauksia moniin filosofisiin kysymyksiin

Vuosisatoja filosofit olivat kysyneet suuria, syvällisiä kysymyksiä: Mitä on aine? Mitä on liike? Mitä on elämä? Mitä on ihmisuus? Valitettavasti näihin suuriin, syvällisiin kysymyksiin oli saatu vain epämääräisiä ja usein huonosti määriteltäviä vastauksia. Niinpä 1600-luvun luonnonfilosofit nöyrytivät, unohtivat hybriksen ja alkoivat kysyä pieniä ja rajoitettuja kysymyksiä: Riippuuko kappaleen putoaminen sen painosta? Miten kaasun tilavuus muuttuu kun sitä puristetaan? Näihin kysymyksiin saatiin täsmällisiä ja hyvin määriteltäviä vastauksia, ja sen vuoksi ne voitiin pukea matematiikan kielelle.

Kenties yllättäen osoittautui samalla, että pienet, rajoitetut kysymykset ja niiden täsmälliset vastaukset pohjustivat tien, joka johti myös vastauksiin suurille, syvällisille kysymyksille: esimerkiksi Newton saattoi ratkaista liikkeen olemuksen tarkastelemalla pelkästään pistemäisten massakappaleiden putoamista sekä Maan pinnalla että Maan ulkopuolella. Näin hän pystyi formuloimaan teorian universaalista gravitaatiosta ja selvittämään pitkään jatkuneen kiistan jumalallisen kuunylisen ja korruptoituneen kuunalisen liikkeen eroista toteamalla, että ne ovat täsmälleen samanlaisia liikettä [2].

Tällä tavoin, kysymällä pieniä, rajoitettuja kysymyksiä, joiden täsmällisistä vastauksista vähitellen on rakentunut kokonaiskuva, fysiikka on ainakin osittain selvittänyt, mitä on aine ja liike, biologia mitä on elämä, ja kenties psykologia ja neurotieteet ovat kovaa vauhtia selvittämässä, mitä on ihmisuus. Luontoa koskevien tarkkuushavaintojensa kautta fysiikka voi vaikuttaa jopa formaalin logiikan perusteisiin [3]. Empiiriset tieteet tuntuvat siis aivan yleisesti olevan paras tapa löytää vastauksia myös fi-

losofisina pidettyihin kysymyksiin, ja tässä katsannossa W.V. Quinen kuuluu iskulause, ”ei ole ensimmäistä filosofiaa”, on oikeutettu [4].

”Selityksen” ja ”ymmärryksen” ero?

Fysikaalisten ja ihmistieteiden nähdään silti kuuluvan erillisiin maailmoihin. Edellisten sanotaan tuottavan selityksiä, jälkimmäisten ymmärrystä. Mutta mikä täsmälleen ottaen on selityksen ja ymmärryksen välinen ero? Kun fysiikka selittää Marsin näennäisen liikkeen tähti-taivaalla universaalin gravitaation aiheuttaman elliptisen kiertoradan projektioksi taivaanpallolle, sanoisimme varmasti, että samalla hän on myös ymmärtänyt ilmiön. Fysiikan leimaaminen pelkästään selittäväksi tieteeksi onkin mielestäni sekä virheellistä että yksinkertaistavaa. Se heijastaa menneiden vuosisatojen vulgaarinenewtonilaista, osin uskonnollisiin motiiveihin [5] perustuvaa näkemystä luonnonfilosofin tehtävästä ilmiöiden kuvaajana.

Ymmärtämisestä ja selittämisestä on luonnollisesti filosofoitu paljon ja laveasti. Omalta osaltani tyydyn vain huomauttamaan, että myös fysiikka pyrkii luonnon ymmärtämiseen. Tuo ymmärrys vain puetaan matematiikan täsmälliselle kielelle, sillä silloin semanttiset ongelmat on minimoitu (matematiikkaa voi ymmärtää oikein vain yhdellä tavalla). Myös käytännön (teoreettisessa) tutkimustyössä fysiikka pyrkii ensin ymmärtämään lopputuloksen kvalitatiivisesti ennen kuin varmentaa ymmärryksensä laskemalla. Hyvä ohje fysiikan opiskelijoille onkin: mitään ei saa laskea ennen kuin tietää (tai arvaa) etukäteen tuloksen. Ideaalitapa-uksessa laskutoimituksen tehtävänä on vain panna paikoilleen piit, kakkosen neliöjuuret ja muut ykkösen suuruiset numerot.

Koska luonto sekä kvanttifysiikan kuvaamassa mikroskooppisessa että suhteellisuusteorian kuvaamassa makroskooppisessa kokoskaalassa on hyvin monimutkainen ja perusteissaan ihmisajatukselle vieras, sen konkreettinen, ihmismielen kuvin rakennettu ymmärrys voi kuitenkin perustua vain metaforiin. Valokeilan lailla ne valaisevat kerrallaan luonnon tiettyjä aspekteja. Se ei kuitenkaan estä fysiikkaa muodostamasta ymmärrystä sanokaamme vaikkapa kvanttifysiikasta kokonaisuudessaan; ymmärrys on vain osin metaforinen.

Silloin kun kvantitatiivinen selittäminen ei tarkasteltavan ilmiön kompleksisuuden vuoksi ole käytännössä mahdollista, turvaudutaan

pelkkään kvalitatiiviseen ymmärtämiseen. Tässä mielessä kaikki tieteet voidaan nähdä jatkuksena. Esimerkiksi ihmistieteissä pyritään kuvailemaan liki sadan tuhannen kuutiosenttimetrin suuruisia, ympäristönsä kanssa vahvasti vuorovaikuttavia [6] fysikaalisia epätasapainosysteemeitä, joiden jokaisessa kuutiosenttimetrissä on karkeasti Avogadron luvun verran molekyyliä [7]. Ihmisen ja ympäristön takaisinkytkentä (eli vuorovaikutuksen epälineaarisuus) ei kuitenkaan ole luonnontieteitä ja ihmistieteitä erottava periaatteellinen tekijä, kuten usein näkyy implisiittisesti väitettävän. Kaikki alkeishiukkasten väliset vuorovaikutukset ovat epälineaarisia. Ero on pikemmin nimenomaan vuorovaikutuksen kompleksisuus ja voimakkuus, joka käytännössä tekee kvantitatiivisen selittämisen ja ymmärtämisen mahdottomaksi.

Fysiikassa kuvauksen kohteena on tyypillisesti muutama hiukkanen tai jokunen planeetta, joiden keskinäiset vuorovaikutukset ovat (hääriökehittelmän mielessä) useimmiten heikkoja; systeemeitä voidaan silloin tarkastella eristettyinä ja ikään kuin muuta maailmankaikkeutta ei olisi olemassakaan. Jos systeemeissä on hiukkasia valtava määrä voimme siltikin antaa luotettavia kvantitatiivisia kuvauksia silloin kun kyseiset systeemit ovat lämpötasapainossa eli ne näyttävät keskimäärin samanlaiselta jokaisessa osassaan, kuten esimerkiksi Auringon, laboratoriossa tutkittavan nestemäisen heliumin tai varhaisen maailmankaikkeuden tapauksissa.

Niinpä kosmologia on esimerkki eksaktista historiatiiteestä, joka ei ainoastaan ymmärrä triljoonien galaksien kansoittamaa kosmosa vaan myös sekä selittää menneen että ennustaa tulevan kokoskaaloissa, jotka ovat tyypillistä galaksia suurempia. Valitettavasti nuo kokoskaalat eivät ole monenkaan ihmisen arkipäivän kannalta tärkeitä. Kompleksisuus, vahvat vuorovaikutukset ja tilapäinen epätasapaino näyttävät nimenomaan galakseja pienemmissä kokoskaaloissa.

Esiintyykö maailmassa muita kuin fysikaalisia entiteettejä?

Joskus sanaa "ymmärrys" käytetään eräänlaisena halpana mantrana, hermeettisenä suojakilpenä, jolla torjutaan kaikki kritiikki ja johon vedoten pyritään erottautumaan luonnontieteistä. Mutta samaan tapaan kuin selitys, ymmärrys voi olla hyvä tai huono, sopiva tai epäsopi-

va. Jos ymmärrys tarkoittaa sitä, että tietyssä tilanteessa reagoimme asiaankuuluvalla tavalla, meidän täytyy määrittää jollakin kriteerillä, milloin reaktio ei ole sopiva. Ymmärrys voi myös myöhempien havaintoseikkojen valossa osoittautua vääräksi, esimerkkinä vaikkapa aristoteelinen ymmärrys maailmankaikkeudesta maakeskeisten kristallisfäärien kokoelmana. Tässä katsannossa ymmärrys on selityksen kanssa samalla jatkumolla ja on pikemmin sumeaa selittämistä kuin oma autonominen luokansa.

Huomio, jonka mukaan ihmistieteissä ymmärrys liittyy intentioiden ymmärtämiseen, ei nähdäkseni riitä selittämisen ja ymmärtämisen rajankäynniksi. Intentiot saattavat pohjimmiltaan olla organismin reaktioita tiettyihin ulkoihin sisäsyntyisiin ärsykkeisiin (taipumuksia toimia tietyissä oloissa tietyllä tavalla) ja tässä mielessä analogisia veden taipumukseen juosta mäkeä pitkin alas, taipumus jonka sekä ymmärrämme että kykenemme matemaattisesti selittämään ainakin likimääräisesti [8].

Edellä esitetty analogia luonnollisesti paljastaa käyttäjänsä fysikalistiksi. Se on käsityskanta, jonka mukaan maailmassa ei esiinny muita kuin fysikaalisia entiteettejä (ainetta ja vuorovaikutuksia [9]), joiden karkeistetut kuvailut johtavat laadullisesti uusiin mutta periaatteessa laskettavissa oleviin emergentteihin ilmiöihin. Aivan konkreettisesti tämä emergenssi näkyy mm. fysiikan ja kemian laadullisena eroavaisuutena. Kyseessä ei kuitenkaan ole eliminatiivinen tai metodinen reduktionismi (ts. vaatimus että kemia tulisi korvata fysiikalla tai kemian menetelmät fysiikan menetelmillä) vaan pikemmin kokonaisyymmärrystä painottava maailmankatsomuksellinen asenne, jonka puitteissa on luonnollista nähdä ykseyttä kaikkien tieteiden välillä. Mutta viime kädessä myös fysikalismi on luontoa koskeva kontingentti seikka; kaikki tässä universumissa voi *a priori* todella seurata supersäikeiden tanssahtelusta tai siten perustua päättymättömänä spiraalina koHoavaan holistiseen henkimaailmaan, tai kaikkeen siltä väliltä. Tämänkään syvällisen totuuden selvittämisessä ei luultavimmin auta semantiikka tai yleiset filosofiset todistelut vaan mitä todennäköisimmin parhaiten pääsemme eteenpäin kysymällä pieniä, hyvin määriteltyjä kysymyksiä, kuten luonnonfilosofit ovat jo neljäsatä vuotta tehneet.

Kirjoittaja on kosmologian professori Helsingin yliopiston Fysiikan laitoksella.

- [1] Mutta kukapa voi etukäteen varmasti tietää, milloin jokin tieteellinen uskomus on perustelematon? Niinpä esimerkiksi lauseen "Fysiikka voi selittää joskus tunne-elämämme" möläyttänyt epäilemättä leimattaisiin skientistiksi vaikka pohjimiltaan lause kuvaa tiettyä kontingenttia asiaintilaa, joka voi päteä tai olla pätemättä. Arvovapaa merkitys olisi pelkästään se, että skientismin mukaan tiede on ainoa tiemme tietoon ja totuuteen, kuten W.V. Quine totesi niin&näin -lehden haastattelussa (*niin&näin* 1/96).
- [2] Tämä oli fysiikan ensimmäinen yhtenäisteoria sanan nykyaikaisessa merkityksessä
- [3] Esimerkkinä kokeellinen evidenssi, jonka mukaan klassisen todennäköisyyslaskennan säännöt eivät päde tietyissä mikromaailman ilmiöissä ja siten siis luonnossa yleisesti (ts. lauseet, jotka ovat lauseen "A tai ei-A" tiettyjä yleistyksiä, eivät ole automaattisesti tosia). Kyseessä on 1980-luvulla ensimmäistä kertaa mitattu ns. Bellin epäyhtälöiden rikkoutuminen (A. Aspect et al., *Physical Review Letters* 49, 1804 (1982)).
- [4] Quinen naturalismista on Sami Pihlström kirjoittanut hiljattain kriittisesti (*Naturalismista relativismiin*, teoksessa *Suhteellista? Einsteinin suhteellisuusteorian jalanjäljillä*, toim. Jan Rydman, s. 152-174).
- [5] Luonnonfilosofit näkivät luonnon Jumalan kirjoituksena, joka ihmiskäsistä lähtöisin olevaa Raamattua tarkemmin paljasti Luojan tarkoituksen. Siksi luontoa tuli kuvata samalla hartaudella ja tarkkuudella kuin heitä edeltäneet sukupolvet olivat tutkineet Raamattua. Syvä ymmärrys oli kuitenkin varattu Jumalalle.
- [6] Käytän sanaa "vuorovaikutus" sen (hiukkas)fysikaalisessa merkityksessä. Esimerkki alkeisvuorovaikutuksesta on alkeishiukkasen sironta toisesta hiukkasesta; newtonilaisittain kutsuisimme tätä vuorovaikutusta voimaksi. "Heikko vuorovaikutus" merkitsee sitä, että systeemiin syntyy vuorovaikutuksessa vain pieni häiriö. Kompleksit systeemit vuorovaikuttavat keskenään monilla ja komplekseilla tavoilla, kuten esimerkiksi keskenään keskustelevat ihmiset.
- [7] Selvyyden vuoksi: ihmisiä. Avogadron luku $N = 6.02 \times 10^{23}$.
- [8] Turbulenssin täsmällinen selittäminen (ja ymmärtäminen) on eräs suurista fysiikan avoimista kysymyksistä.
- [9] Erottelu aineeseen ja vuorovaikutuksiin on nykyfysiikan näkökulmasta epäoleellinen ja mielivaltainen mutta teen sen tässä välttyäkseni pitkällisiltä selityksiltä.